

Міністерство освіти і науки України,  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя  
Маріборський університет (Словенія)  
Технічний університет в Кошице (Словаччина)  
Каунаський технологічний університет (Литва)  
Львівський національний університет  
імені Івана Франка,  
Гірничо-металургійна академія ім. Станіслава Сташиця (Польща)  
Луцький національний технічний університет,  
Чернівецький національний університет  
імені Юрія Федьковича,  
Вроцлавський економічний університет (Польща)  
Університет технологій та економіки  
імені Хелени Ходковської (Польща)  
Донбаська державна машинобудівна академія



*Студентське наукове  
товариство*



**VI МІЖНАРОДНА**  
**студентська науково - технічна конференція**  
**"ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ**  
**НАУКИ.**

**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ"**

**27-28 квітня 2023 р.**

*(збірник тез конференції)*

**Тернопіль 2023**

ББК 72+34 (Укр)  
М34

Матеріали VI Міжнародної студентської науково - технічної конференції / Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя (м. Тернопіль, 27-28 квітня 2023 р.), 2023.- 348 с.

*В збірнику друкуються матеріали VI Міжнародної студентської науково-технічної конференції. Тернопіль. – ТНТУ ім. І. Пулюя (27-28 квітня 2023 р.) за наступними науковими напрямками:*

культура і мистецтво; гуманітарні науки; соціальні та поведінкові науки; управління та адміністрування; природничі науки; математика та статистика; інформаційні технології; механічна інженерія; електрична інженерія; автоматизація та приладобудування; хімічна та біоінженерія; електроніка та телекомунікації; виробництво та технології; архітектура та будівництво; аграрні науки та продовольство; сфера обслуговування; транспорт.

Редакційна колегія:

*д.е.н. Богдан Андрушків, д.т.н. Олег Ляшук, д.т.н. Ігор Стадник, д.ф.н. Анатолій Довгань, д.ф.н. Андрій Криськов, д.т.н. Володимир Андрійчук, д.т.н. Анатолій Лупенко, д.т.н. Сергій Лупенко, д.т.н. Ігор Луців, к.ф.-м.н. Михайло Михайлишин, д.т.н. Михайло Пилипець, к.ф.н. Василь Ніконенко, д.т.н. Роман Рогатинський, д.т.н. Петро Стухляк, д.т.н. Михайло Паламар, д.е.н. Наталія Кирич, д.т.н. Микола Підгурський, д.т.н., Микола Приймак, д.т.н. Василь Васильків, д.б.н. Володимир Юкало, д.б.н. Олег Покотило, д.т.н. Богдан Яворський, к.ф.-м.н. Борис Шелестовський, д.ф.-м.н. Василь Кривень, д.т.н. Павло Маруцак, д.е.н. Олена Панухник, д.е.н. Володимир Фалович, д.т.н. Тетяна Вітенько, д.т.н. Чеслав Пулька, д.т.н. Віктор Барановський, д.ф.-м.н. Михайло Петрик, д.е.н. Роман Шерстюк.*

Комп'ютерний набір, верстка та редагування:  
науковий секретар Ігор Окіпний

Адреса конференції:

46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

e-mail: [snt@tntu.edu.ua](mailto:snt@tntu.edu.ua)

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

Секція: Автоматизація та приладобудування  
УДК 629.01  
Батюк В. - аспірант  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **МЕТОДИ ПОКРАЩЕННЯ ВИМІРЮВАНЬ ЛАЗЕРНИХ ДАВАЧІВ В НАВКОЛИШНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ**

Науковий керівник: докт. техн. наук., проф. Паламар М.І.

Batiuk V.  
Ternopil Ivan Puluj National Technical University

## **METHODS FOR IMPROVING MEASUREMENTS OF LASER SENSORS IN THE ENVIRONMENT**

Supervisor: PhD, Assoc. Prof. Palamar M.I.

Ключові слова: лазерні давачі, фільтр, поляризація.  
Keywords: laser sensors, filter, polarization.

Для сприйняття інформації про стан керованого об'єкта призначені спеціальні вимірювальні пристрої. Вимірювальний перетворювач, який разом з допоміжними елементами виготовлений у вигляді окремого виробу і встановлений безпосередньо на об'єкті керування, називається давачом.

Для вимірювання з високою точністю відстаней застосовуються останнім часом лазерні давачі, принцип дії яких ґрунтується на залежності часу проходження світловим імпульсом від відстані між предметами.

Різні фізичні явища, які виникають на шляху світлового імпульсу давача можуть створювати різні похибки вимірювання.

Задача фільтрування сонячного світла для оптичних лазерних давачів відстані є актуально так як автоматизовані мобільні платформи все більше застосовуються в різних навколишніх середовищах в тому й числі застосування при прямому сонячному світлі.

Для можливості застосування давача в умовах прямого попадання ультра фіолетового сонячного проміння (від 390 до 750 нанометрів) встановлюється поляризаційна плівка з потрібним діапазоном хвилі.

Для лазерних давачів відстані Sharp GP2Y0A02YK0F[1] використовуємо поляризаційну плівку з даними характеристиками :

Коефіцієнти: поглинання - 0.72

Пропускання -18,9%

Діапазоном хвилі від 550 до 700 нанометрів.

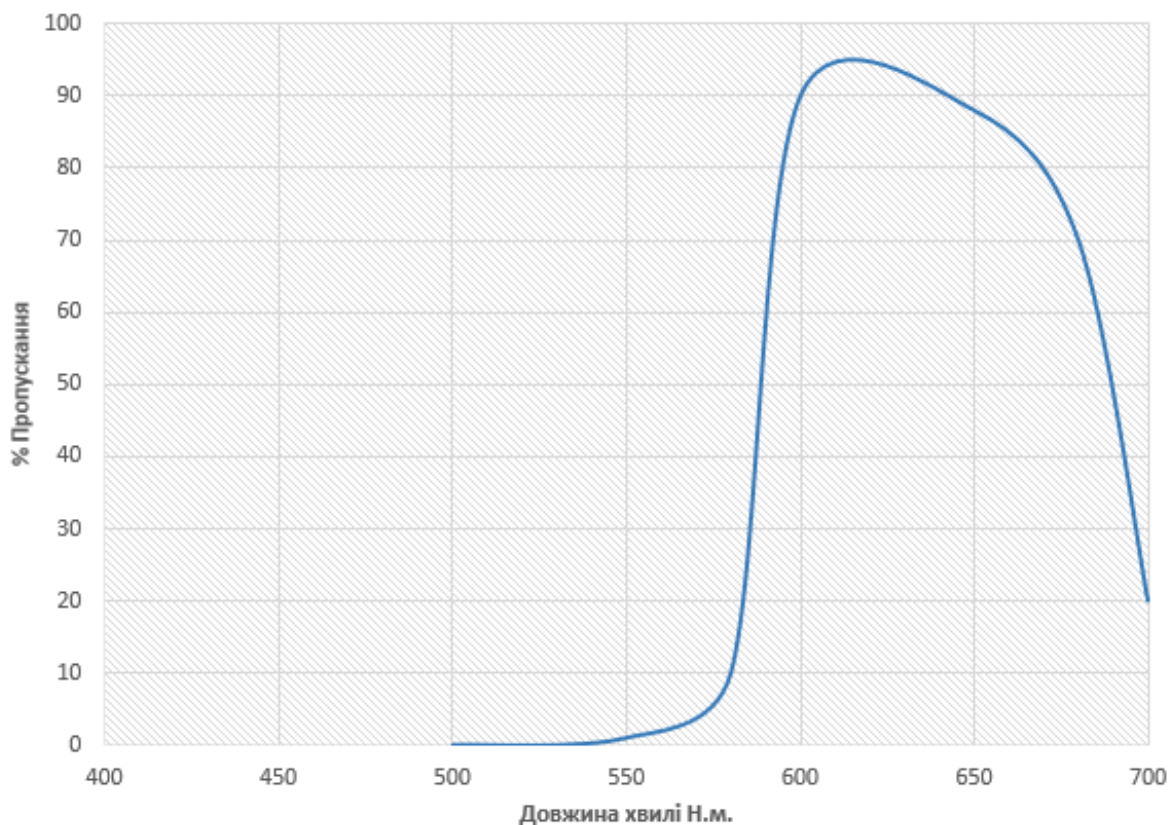


Рисунок 1 Характеристики поляризаційної плівки давачів

#### Висновок.

Дані характеристики поляризаційної плівки дозволяють використовувати лазерні давачі в умовах постійного сонячного світла із збереженням основних функцій давача.

#### Список використаних джерел:

1. Datasheet GP2Y0A02YK0F (Sharp).  
[https://www.rlocman.ru/i/File/2020/07/08/gp2y0a02yk\\_e.pdf](https://www.rlocman.ru/i/File/2020/07/08/gp2y0a02yk_e.pdf).
2. Сергиенко О.Ю. Применение лазера для навигации мобильного транспортного средства. / О.Ю. Сергиенко, В.В. Тырса, В.Н. Кондратенко // Автомобильный транспорт. – 1998. - Вып. 1.
3. Тарасова В.В., Малиновський А.С., Рибак М.Ф. Т 19 Метрологія, стандартизація і сертифікація. Підручник /За заг. ред. В.В.Тарасової. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 264 с.
4. Яворський Б. М. Довідник з фізики: для інженерів та студентів вищих навч. закладів / Б. М. Яворський, А. А. Детлаф, А. К. Лебедев. — Т. : Навчальна книга-Богдан, 2005. — 1034 с.

УДК 621.326

Великий А. - ст. гр. РВс-41, Дубиняк Т.С. канд. техн. наук, доц.  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВХІДНОГО КАСКАДУ ПРИСТРОЮ

Науковий керівник: канд. техн. наук, доц. Яворська М.І.

A. Velykyi, Dubyniak T. Ph.D, Assoc.Prof.  
Ternopil Ivan Puluj National Technical University

## STUDY OF THE INPUT STAGE OF THE DEVICE

Supervisor: M. Yavorska Ph.D, Assoc.Prof.,

Ключові слова: п'єзоелемент, сигнал, підсилювач  
Keywords: piezo element, signal, amplifier

При конструюванні даного пристрою також слід враховувати фізичні особливості п'єзоелектричного елемента, а саме: мала потужність вихідного сигналу, великий внутрішній опір та резонансний характер відгуку на механічні впливи. Тобто при розрахунку підсилювального каскаду окрім коефіцієнта підсилення слід звернути увагу на його вхідний опір, а при виборі п'єзоелемента – на узгодження його резонансної частоти з частотним спектром передбачуваних механічних вхідних впливів.

Оцінка частотного спектру механічного сигналу. Нехай під час двократного повороту ключа в замку виникає механічне зусилля, під впливом якого активується п'єзоелемент. Його зміна з часом промодельована як показано на рис. 1. Для оцінки частотного спектру даного сигналу звернемося до інструментарію MATLAB, для розкладу в ряд Фур'є (оператор `fft`), як показано в програмному забезпеченні, приведені нижче.

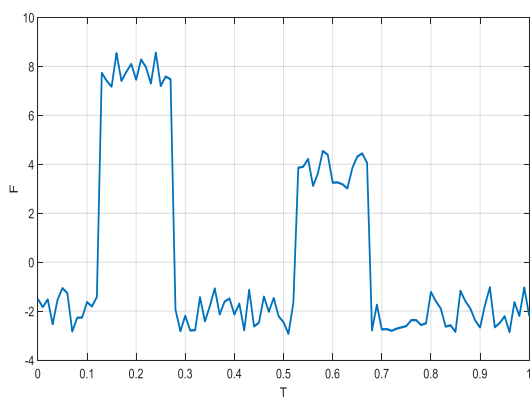


Рис.1. Зміна механічного зусилля під час двократного повороту ключа в замку

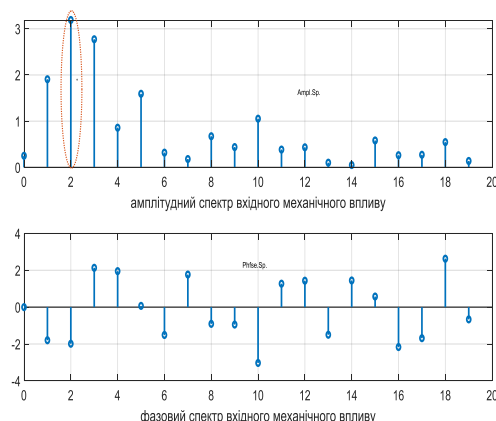


Рис.2 Амплітудний і фазовий спектри вхідного сигналу

Отримані в результаті амплітудний і частотний спектри вхідного сигналу приведені на рис. 2. Як бачимо, суттєва частка від вхідного механічного зусилля на п'єзоелемент знаходиться в конкретній ділянці частотного спектру (виділений на рис.2). Тобто для ефективного використання п'єзоелемента слід звернути увагу щоб його паспортні характеристики, а зокрема резонансна частота, також знаходилася в даній частотній області.

Щодо підсилювального вхідного каскаду, то його параметри підберемо так, щоб крім бажаного коефіцієнта підсилення його амплітудно частотна характеристика також узгоджувалася із спектральними характеристиками робочого елемента.

Дослідження вхідного каскаду виконано в системі проектування PСS МікроСар-8. На рис. 3 приведена схема вхідного підсилювального каскаду для аналізу в системі МікроСар-8, а на рис. 4 – результати аналізу даної схеми в режимі по змінному струму. На верхньому графіку рис.4 приведено вихідний сигнал для вхідного збурення, показаного на нижньому графіку.

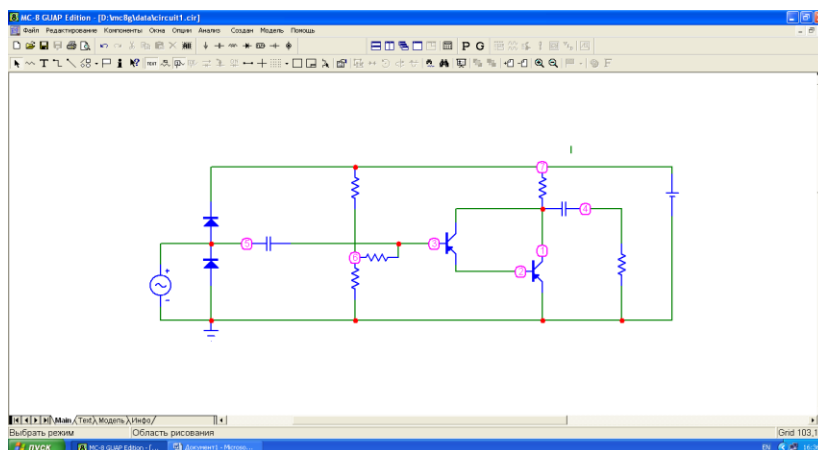


Рис. 3 Схема вхідного підсилювального каскаду для аналізу в системі МікроСар-8

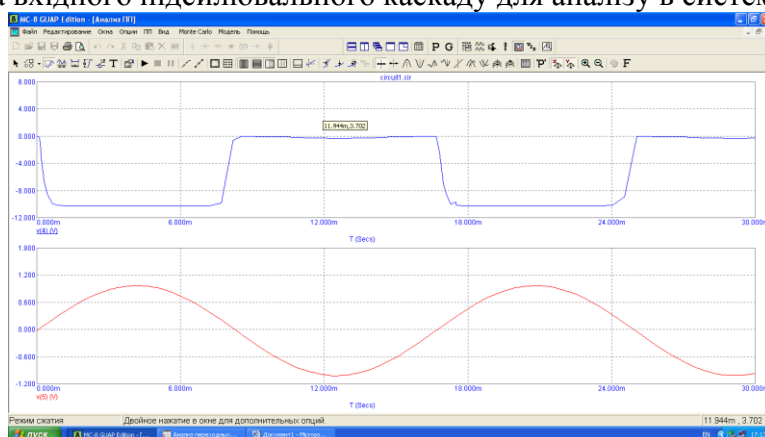


Рис.4 Вхідний і вихідний сигнали в режимі аналізу по змінному струму

Нижче приведено програмне забезпечення для дослідження частотного спектру вхідного механічного сигналу в середовищі MATLAB.

#### Висновок

Проведений аналіз особливостей застосування п'єзоелектричного елемента для перетворення механічного збурення в електричний сигнал для застосування у пристрої сигналізації.

#### Література

- 1 Колкер Я.Д. Математический анализ точности механической обработки деталей. - Киев: Техніка, 1976. - 200 с.
2. Електричні вимірювання електричних та неелектричних величин / Під ред. Е.С. Поліщука.-К.:Вища школа,1978.-352 с.

УДК 621.326

Гесюк В<sup>1</sup>. - ст. гр. РВс-41, Мандзій О.С.<sup>2</sup>, - канд. мед. наук, доц.

<sup>1</sup>Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

<sup>2</sup>Національний університет «Львівська політехніка»

## ПОБУДОВА І ДОСЛІДЖЕННЯ S-МОДЕЛІ ВИПРЯМЛЯЮЧОГО МОСТА ІЗ ЄМНІСНИМ ЗГЛАДЖУВАЛЬНИМ ФІЛЬТРОМ

Науковий керівник: канд. техн. наук, доц. Яворська М.І.

Hesiuk V.1, Mandziy O.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ternopil Ivan Puluj National Technical University

<sup>2</sup>Lviv Polytechnic National University

## CONSTRUCTION AND RESEARCH OF THE S-MODEL OF A RECTIFIER BRIDGE WITH A CAPACITIVE SMOOTHING FILTER

Supervisor: Yavorska M. Ph.D, Assoc.Prof.

Ключові слова: випрямляч, сигнал, ємнісний фільтр

Keywords: rectifier, signal, capacitive filter

Реалізацією конкретного вузла за електричною принциповою схемою з розрахованими параметрами компонент не завжди можемо досягти очікуваного результату оскільки:

а) номінали компонент подаються із певними допусками;

б) в процесі роботи можуть проявлятися паразитні впливи не врахованих ємностей, опорів і т.п.

Тому актуально провести попередні дослідження схеми на математичній моделі, відтворюючи можливі відхилення у параметрах розробленої схеми. В даному випадку – це S-модель випрямляча і ємнісного фільтра в середовищі MATLAB SMULNK, показана на рис. 1.

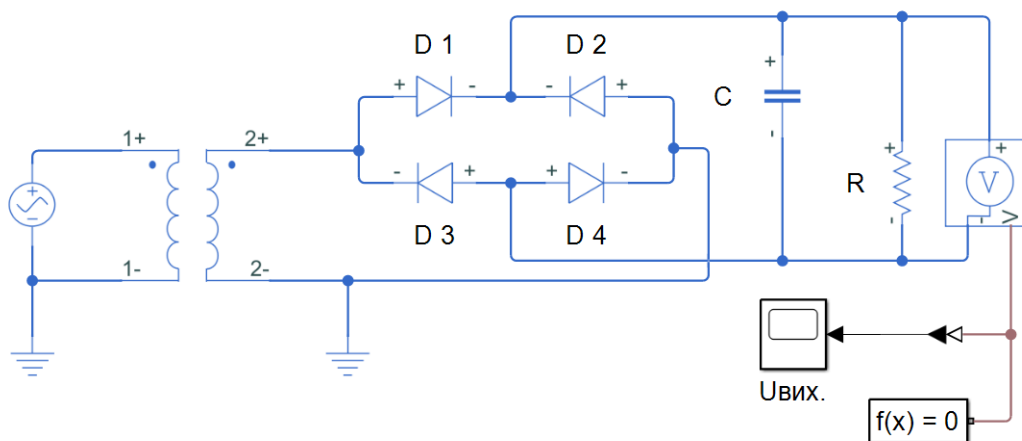


Рис.1 Схема випрямляча змінного струму

На рис.2,3 приведено зміну в часі вихідного сигналу випрямляча змінного струму з частотою в 60Гц для різних значень опору навантаження.

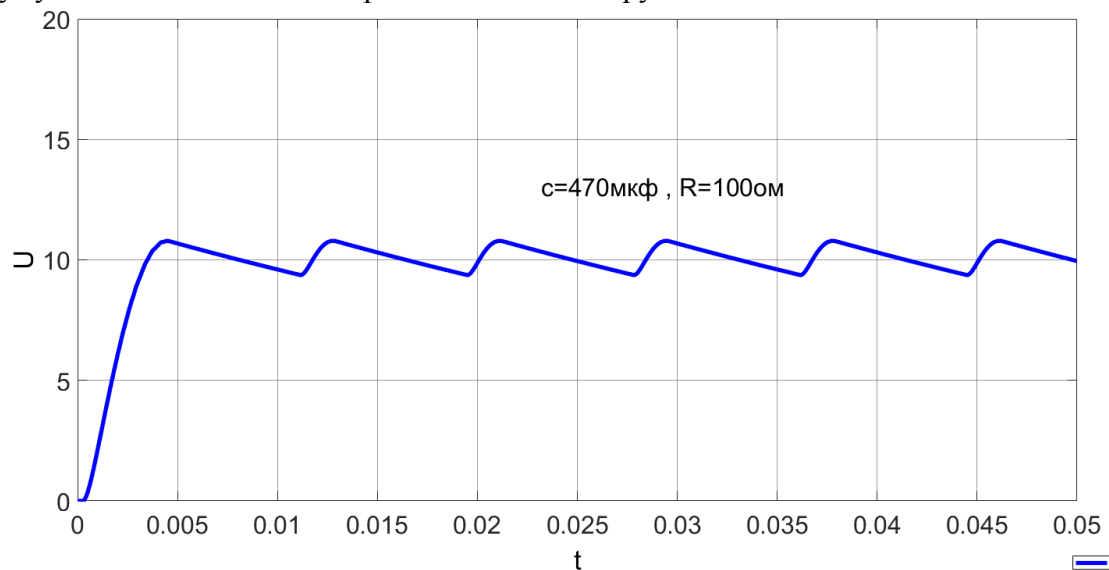


Рис.2 Вихідна напруга при навантаженні 100ом

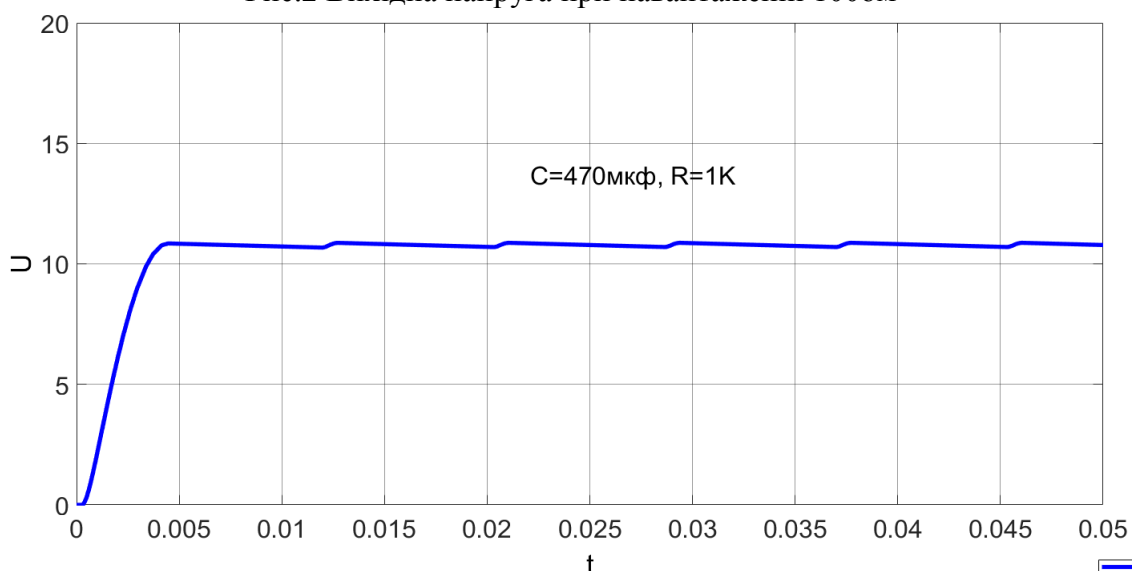


Рис.3 Вихідна напруга при навантаженні 1К

### Висновок

Побудована модель дозволяє досліджувати роботу випрямляча за різних значень параметрів його компонент та опору навантаження і підбирати оптимальний режим функціонування.

### Література

1. Моделювання в електроніці : навчальний посібник / К. В. Огородник, Б. П. Книш, П. М. Ратушний, О. О. Лазарев. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 118 с.
2. Стахів П.Г., Коруд В.І., Гамола О.Є. Основи електроніки. Підручник. Львів, Новий світ 2000, 2003. –205с.
3. Мандзій Б.А., Желяк Р.І. Основи теорії сигналів. Навчальний посібник /за редакцією д.т.н., проф. Мандзія Б.А. / Львів, ЛДКФ "АТЛАС", 2003. – 152с.



УДК

Охнівський Р., Семенець В. – ст. гр. КТ-41

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ СФЕРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ У ПОТОЦІ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Дмитрів О.Р.

Ohnivskyi R., Semenets V.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

## INVESTIGATION OF THE INTERACTION OF SPHERICAL OBJECTS IN A FLOW

Supervisor: Dmytriv O.R.

Ключові слова: алгебро-логічні функції, обчислюваний експеримент, кулі, потік.  
Keywords: algebraic-logical functions, computational experiment, spheres, flow.

Дослідження руху і взаємодії об'єктів (частинок) сферичної форми у потоці можна реалізувати, використовуючи метод обчислювального експерименту, який передбачає побудову повної моделі аналога об'єктів та процесу взаємодії, коли переміщення кожної окремої частинки, її форма та всі її взаємодії визначаються на ЕОМ у відповідності з реальним процесом.

Об'єкти взаємодії записуються у вигляді алгебро-логічних функцій (R-функцій), що утворюють навколо об'єкту скалярне поле одиничного градієнту. Це дозволяє визначати взаємне розміщення об'єктів за рівнями їх полів. Для кожної елементарної поверхні, що обмежують об'єкт, функції мають вигляд  $f_i(x, y, z, t) = 0$  [1,2].

Для кульового об'єкта взаємодії, який моделюється сферичною поверхнею, алгебраїчна функція, що його описує, у власній системі координат, має вигляд функції центрального (сферичного) поля:

$$f_i(x, y, z) = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} - r_i, \quad (1)$$

де  $r_i$  - радіус  $i$ -ої сфери (кулі).

Якщо  $f_i(x, y, z) = 0$ , то рівняння (1) описує множину точок  $E_i(x, y, z)$ , що лежать на сфері (поверхні кулі), якщо  $f_i(x, y, z) < 0$ , то множину точок  $B_i(x, y, z)$ , що лежать в тілі кулі, причому значення функції  $f_i$  буде відповідати віддалі внутрішньої точки  $B_i(x, y, z)$  до поверхні кулі. Точки  $A_i(x, y, z)$ , для яких  $f_i(x, y, z) > 0$ , лежатимуть поза сферою, а значення  $f_i$  відповідатиме віддалі до її поверхні.

Для таких функцій вектор нормалі  $\bar{n}$  до поверхні об'єкту рівний вектору градієнту функції, тобто  $|\text{grad } f| = 1$ :

$$\bar{n} = \text{grad } f_i(x, y, z) = \frac{x \cdot \bar{i}}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} + \frac{y \cdot \bar{j}}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} + \frac{z \cdot \bar{k}}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}. \quad (2)$$

Для сфери (поверхні кулі), центр ваги  $O_i(x_{i0}, y_{i0}, z_{i0})$  якої переміщається із швидкістю  $\bar{v}_i = v_{ix} \bar{i} + v_{iy} \bar{j} + v_{iz} \bar{k}$ , залежність (1) прийме вигляд

$$f_i(x, y, z, t) = \sqrt{(x - x_{i0} + v_{ix}t)^2 + (y - y_{i0} + v_{iy}t)^2 + (z - z_{i0} + v_{iz}t)^2} - r_i = 0. \quad (3)$$

Опис об'єктів залежностями (1), (2) спрощує формулювання задач дослідження процесів взаємодії об'єктів із поверхнями. Функції опису робочих поверхонь є в'язями,

що накладаються на переміщення та взаємодію досліджуваних сферичних об'єктів між собою чи з робочими поверхнями. Робочі поверхні жолобів, робочих органів, що утворені тілами обертання чи плоскими поверхнями, також можна описати функціями одиничного градієнту. Так плоска поверхня, що здійснює паралельне переміщення із швидкістю  $v$  опишуться залежністю:

$$f_j(x, y, z, t) = \alpha_{nx}(x - x_{j0} + v_{jx}t) + \alpha_{ny}(y - y_{j0} + v_{jy}t) + \alpha_{nz}(z - z_{j0} + v_{jz}t) = 0, \quad (4)$$

де  $\alpha_{nx}$ ,  $\alpha_{ny}$  та  $\alpha_{nz}$  – направляючі косинуси кутів нахилу нормалі  $\vec{n}$  плоскої поверхні до відповідних осей координат;  $x_{j0}$ ,  $y_{j0}$ ,  $z_{j0}$  - координати базової точки поверхні в момент часу  $t = 0$ ;  $v_{jx}$ ,  $v_{jy}$ ,  $v_{jz}$  - складові швидкості переміщення робочої поверхні.

Біжуча віддаль від робочої поверхні (4) до кулі (3) буде

$$l_{ji} = \alpha_{nx}[x_{i0} - x_{j0} + (v_{jx} - v_{ix})t] + \alpha_{ny}[y_{i0} - y_{j0} + (v_{jy} - v_{iy})t] + \alpha_{nz}[z_{i0} - z_{j0} + (v_{jz} - v_{iz})t] - r_i. \quad (5)$$

Біжуча віддаль між двома кулями  $O_i$  та  $O_k$ .

$$l_{ik} = \sqrt{[x_{k0} - x_{i0} + (v_{ix} - v_{kx})t]^2 + [y_{k0} - y_{i0} + (v_{iy} - v_{ky})t]^2 + [z_{k0} - z_{i0} + (v_{iz} - v_{kz})t]^2} - r_i - r_k. \quad (6)$$

Залежності (5) та (6) використовують для оцінки зближення двох об'єктів, їх контакту ( $l_{ji} = 0$ ,  $l_{ik} = 0$ ). Для визначення параметрів нормальної контактної взаємодії використовують формулу Герца [1]. В [2], на основі імітаційної моделі та реалізованого обчислюваного експерименту, встановлені всі параметри контактної взаємодії об'єктів, та побудована апроксимаційна залежність зміни сили контактної взаємодії  $P_{ij}(t)$  в часі.

$$P_{ij}(t) = P_{ij \max} \left( \frac{t}{\tau \cdot t_k} \right)^\varepsilon \left[ \frac{t_k - t}{t_k(1 - \tau)} \right]^{\varepsilon(1-\tau)/\tau} \quad (7)$$

де  $P_{ij \max}$  - максимальна сила контактної взаємодії;  $\varepsilon$  - коефіцієнт форми кривої, для пружного удару  $\varepsilon = 2$ ;  $t_k$  - час контактної взаємодії;  $\tau$  - параметр асиметрії,  $\tau = t_{p \max} / t_k$ , для симетричної кривої  $\tau = 0,5$ .

За результатами обчислюваного експерименту встановлено, що час контакту  $t_k$  практично не залежить від швидкості удару і для кульок постійного радіусу його можна прийняти постійною величиною. З врахуванням (6), закон збереження імпульсу для випадку зіткнення двох однакових кульок матиме вид

$$m_i(1 + e) \frac{dl_{ik}}{dt} = \int_0^{t_k} P_{ij} dt = k_p P_{ij \max} t_k, \quad (8)$$

де  $e$  – коефіцієнт відновлення при ударі;  $k_p$  - параметр, що враховує форму кривої (7).

### *Література*

1. The dynamic simulation model of apples contact interaction/ Rogatynskiy R., Nevko R., Nykerui Y., Dmytriv O., Rozum R./Bulletin of the Karaganda university MATHEMATICS Series № 4(96)/2019, P.99-108.

2. Гупка Б.В. Моделі контактної взаємодії частинок технологічного середовища з робочими поверхнями деталей машин / Б. В. Гупка, О. Р. Рогатинська // Наукові нотатки. Міжвузівський зб. (за напрямком "Інженерна механіка"). – Луцьк: Вид-во ЛДТУ. – 2002. – вип. 11.– С.114–120.

УДК 621.865

Охнівський Р., Семенець В. – ст. гр. КТ-41

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## РУХ КУЛЬ ПО ПАРАПЛЕЛЬНИХ НАПРЯМНИХ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Золотий Р.З.

Ohnivskiy R., Semenets V.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

## MOTION OF BALLS ALONG PARALLEL GUIDES

Supervisor: PhD, Associate Professor Zoloty R.Z.

Ключові слова: сферичні об'єкти, паралельні напрямні.

Keywords: spherical objects, parallel guides.

В автоматизованих системах подачі сферичних об'єктів (куль) в робочу зону широко використовуються гравітаційні живильники. Кулі характеризуються рівністю моментів інерції відносно довільної осі, що проходить через їх центр, а тому вони не потребують позиціонування за розміщенням чи формою. Отже, при поштучному гравітаційному транспортуванні куль, достатньо полишити їх двох ступенів свободи, а саме накласти зв'язки на лінійне переміщення по осях, спрямованих перпендикулярно напрямку переміщення об'єкту. Для цього використовуються гравітаційні спуски у вигляді паралельно розміщених опорних напрямних. Залежно від форми траси, вибору січення та розмірів напрямних, рух куль матиме свої особливості, що потрібно враховувати при проектуванні трас.

Метою дослідження є встановлення особливостей та визначення кінематичних і динамічних параметрів гравітаційного транспортування сферичних об'єктів (куль) по паралельних напрямних.

Розглянемо гравітаційне транспортування кулі радіусом  $R$  по двох прямих паралельних пруткових напрямних радіусом січення відповідно  $r_1$  та  $r_2$ , які розміщені з постійною міжосьовою віддаллю  $2c$  і нахилені під кутом  $\gamma$  до горизонту. Виберемо систему координат  $Oxyz$  так, що осі напрямних суміщаються з площиною  $Oxy$ , вісь  $Ox$  спрямована за напрямком руху, а вісь  $Oz$  - протилежно вектору земного тяжіння. Якщо  $r_1 = r_2 = r$ , то траса буде симетричною відносно площини  $Oxz$ . Для прямих трас куля буде проковзуватись відносно миттєвої осі  $E_1E_2$ , яка проходить через точки контакту  $E_1$  та  $E_2$  кулі з напрямними. Віддаль  $d$  від центру  $R$  кулі до миттєвої осі її обертання буде

$$d = R \sqrt{1 - \frac{c^2}{(R+r)^2}}. \quad (1)$$

Якщо куля масою  $m$  переміщується по напрямних без проковзування із лінійною швидкістю  $v$ , то її кутова швидкість буде  $\omega = v/d$ . Отже, кінетична енергія рухомої кулі буде

$$W_k = \frac{mv^2}{2} \left( 1 + \frac{2R^2}{5d^2} \right). \quad (2)$$

При русі кулі по плоскій поверхні втрати від тертя кочення незначні і в багатьох випадках ними можна нехтувати. Тоді, із умови рівності кінетичної та потенціальної енергії, біжуча швидкість  $v$  поступового руху кулі, поданої з висоти  $h$ , буде

$$v = \sqrt{\frac{10ghd^2}{5d^2 + 2R^2}}. \quad (3)$$

Проте, для випадку руху кулі по напрямних, в кожній точці контакту вектор кутової швидкості обертання кулі  $\vec{\omega} = \vec{\omega}_y$ , розкладеться на складові - тангенціальну  $\omega_\tau = \omega d / (R + r)$ , яка спричиняє тертя кочення, та нормальну  $\omega_n = \omega \sqrt{1 - d^2 / (R + r)^2}$ , яка визначає тертя вертіння. В цьому випадку коефіцієнт тертя доцільно визначати за методикою, наведеною в [1].

Якщо вісь  $Oy$  та, відповідно, вісь обертання  $E_1E_2$  кулі розміщені під кутом  $\beta$  до горизонту, то нормальні реакції зі сторони напрямних будуть

$$N_{1,2} = G \cos \gamma (\cos(\alpha \mp \beta) / \sin(2\alpha)), \quad (4)$$

де  $\alpha$  - кут нахилу вектора нормальної реакції напрямної до миттєвої осі обертання кулі,  $\alpha = \arcsin [c / (R + r)]$ ;  $G$  - вага кулі,  $G = mg$ .

В цьому випадку залежність (3) прийме вигляд

$$v = \sqrt{\frac{10gsd^2}{5d^2 + 2R^2} \left( \sin \gamma - \mu \cos \gamma \frac{\cos \beta}{\sin \alpha} \right)}, \quad (5)$$

де  $s$  - шлях, пройдений кулею від початку руху;  $\mu$  - узагальнений коефіцієнт опору переміщенню кулі, що враховує тертя кочення та вертіння.

В загальному випадку траса може бути непрямолінійною, тобто характеризуватись поточною кривою  $k = k(s)$ , що є функцією від шляху  $s$ ,  $k = k(s)$  розміщення траси. Тоді, крім вказаних сил, на кулю діятиме доцентрова сила  $\vec{F}_w = m\vec{w}$  від напрямних, що створює доцентрове прискорення,  $w = kv^2$ . Динаміка такого руху кулі є складною, оскільки її миттєва вісь обертання під міняє свій напрямок. Тоді рівняння Лагранжа 1 роду складають в інерційній системі координат для поступального переміщення кулі і у власній системі координат для обертового руху кулі:

$$\begin{aligned} \vec{N}_1 + \vec{N}_2 + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 - m(\vec{a} + \vec{w}) + \vec{G} = 0; \\ (\vec{r}_1^\wedge + \vec{\delta}_1^\wedge) \times (\vec{N}_1^\wedge + \vec{F}_1^\wedge) + (\vec{r}_2^\wedge + \vec{\delta}_2^\wedge) \times (\vec{N}_2^\wedge + \vec{F}_2^\wedge) + T_1^\wedge + T_2^\wedge - \vec{L}_k^{(e)} = 0, \end{aligned} \quad (6)$$

де  $\vec{N}_{1,2}$  та  $\vec{N}_{1,2}^\wedge$  - вектори дії нормальних сил на кулю від напрямних, записані, відповідно, в інерційній та власній системах координат;  $\vec{F}_{1,2}$  та  $\vec{F}_{1,2}^\wedge$  - відповідні вектори тангенціальних сил;  $\vec{r}_{1,2}$  та  $\vec{r}_{1,2}^\wedge$  - радіуси-вектори точок контакту кулі з напрямними  $E_1$  та  $E_2$  відповідно;  $\vec{\delta}_{1,2}^\wedge$  - тангенціальне зміщення площадки контакту кулі з напрямними в точках  $E_1$  та  $E_2$  під дією сил  $\vec{F}_{1,2}^\wedge$  та  $\vec{F}_{2,2}^\wedge$ , визначається із контактної задачі Герца;  $\vec{L}_k^{(e)}$  - векторна сума моментів сил, як функція моменту інерції та кутового прискорення.

Залежності, аналогічні (6), можуть використовуватись також для моделювання взаємодії об'єктів в потоці в умовах гравітаційного транспортування куль насипом.

#### Література

1. Автоматизоване визначення динамічних коефіцієнтів тертя при транспортуванні кульових об'єктів / Р.З. Золотий, О. Р. Дмитрів, Р. І. Охнівський, В. П. Семенець // Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 24-25 листопада 2021 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2021. — Том I. — С. 5–6.

УДК 658

Охнівський Р. – ст. гр. КТ-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Дмитрів О.Р.

Ohnivskyi R.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **BUSINESS PROCESS MANAGEMENT SYSTEMS**

Supervisor: Dmytriv O.R.

Ключові слова: бізнес-процес, управління бізнес-процесами.

Keywords: business processes, business process management.

Бізнес-процес – це стандартна послідовність дій, яка багатократно виконується в компанії для отримання цінного результату. Наприклад, виконання замовлення клієнта: від отримання заявки до підписання акту тощо. Модель діяльності будь-якої компанії складається з поєднання окремих бізнес-процесів, і від їх ефективності залежить успіх і конкурентоспроможність компанії.

Впровадити процесний підхід означає: виявити процеси, необхідні для управління компанією; визначити послідовність процесів та їх взаємозв'язок; визначити критерії та методи вимірювання результативності процесів; впевнитись у наявності ресурсів та інформації, які необхідні для виконання процесів та їх моніторингу; спостерігати, вимірювати та аналізувати процеси; проводити заходи, необхідні для досягнення запланованих результатів і постійного покращення процесів.

Управління бізнес процесами (BPM) – це концепція управління, яка розглядає діяльність компанії через призму процесів. В ній приймається, що цілі компанії досягаються через опис, проектування, контроль процесів та їхнього безперервного вдосконалення. Системи управління бізнес процесами – сукупність програм і систем класу middleware, що підтримують спеціалізовані завдання управління процесами (моделювання, впровадження, оперативне управління та адміністрування, моніторинг та аналіз показників ефективності), забезпечуючи злагоджену взаємодію людей та інформаційних систем. BPM як напрям у комп'ютерингу виник на межі XX і XXI ст. Виділяють чотири основні групи технологій, які використовують як фундамент для BPM: 1). Мова XML. Наявність таких стандартів, як XPATH і XSLT, дало змогу перетворити розрізнені масиви даних в одноманітний потік, зручний для сприйняття і обробки. 2). Програмне забезпечення проміжного шару для взаємодії між бізнесами (B2B Middleware). Засноване на стандартах, подібних до ebXML, дає змогу створити гомогенне середовище для взаємодії між бізнесами. 3). Інтегрування корпоративних програм (Enterprise Application Integration). 4). Web-сервіси.

Однією з ключових технологій управління процесами є Business Process Modeling Language (Мова моделювання бізнес-процесів, BPMML).

Процеси, підтримувані такими системами, стійкі, злагоджені, всеохоплюючі. Виникає можливість співпраці між процесами, спроектованими різними організаціями незалежно один від одного. Ефективність BPMML оцінюють з погляду значущості системи управління процесами для бізнесу.

УДК 621.326

Попович М. - ст. гр. РВс-41, Дубиняк Т. канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ВІБРОСТІЙКОСТІ ПЛАТИ ВІД ЇЇ ГАБАРИТНИХ РОЗМІРІВ

Науковий керівник: канд. техн. наук, доц. Яворська М.І.

Hesiuk V., Dubyniak T. Ph.D, Assoc.Prof.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

## STUDY OF THE DEPENDENCE OF THE VIBRATION RESISTANCE OF THE BOARD ON ITS OVERALL DIMENSIONS

Supervisor: Yavorska M. Ph.D, Assoc.Prof.

Ключові слова: випрямляч, сигнал, ємнісний фільтр

Keywords: rectifier, signal, capacitive filter

Технічні характеристики і надійність функціонування виробу в значній мірі залежать від умов його експлуатації, зокрема і від якості закріплення та захисту від паразитних вібрацій в процесі роботи. Проведемо розрахунок частоти власних коливань друкованої плати як механічної конструкції, складеної із прямокутної основи із габаритними розмірами  $l \cdot b \cdot d$ , приймаючи до уваги, що

$$F_{\text{рез}} = \frac{\varphi}{2\pi l^2} \sqrt{\frac{Q}{m}}$$

де  $m$  – сумарна маса виробу,

$$\varphi = \pi^2 \sqrt{\frac{1 + 1.621 \frac{\delta}{\beta} + \frac{1}{\beta^2}}{1 + 1.621 \frac{\delta}{\beta^3} + \frac{1}{\beta^6}}}$$

$$Q = \frac{E d^3}{12(1 - \delta^2)}$$

$$\beta = \frac{l}{b}$$

$\delta = 0.22$  - коефіцієнт Пуасона .

Значення решти вихідних даних приймемо наступними:  $L=115$  мм;  $b=140$  мм;  $d=1,5$  мм; густина матеріалу плати  $\rho=2050$  кг/м<sup>3</sup> (односторонній фольгований склотекстоліт FR-435/35 з - модулем пружності  $E=3,02 \cdot 10^{10}$  Н/м<sup>2</sup>).

На рис.1 показано зміну резонансної частоти плати як механічної конструкції в залежності від зміни її довжини при сталій ширині рівній 140мм і товщині 1.5мм. Розроблене програмне забезпечення дозволяє отримувати оцінки вібростійкості подібних зразків при задані їх механічних параметрів.

Як бачимо, за рівних лінійних розмірів (плата квадратної форми) її резонансна частота знаходиться в околі 60Гц. Тому, якщо робочою частотою проектованої РЕС є частота 60 Гц, конструкція вимагатиме додаткового кріплення на основі. Із проведених досліджень випливає, що оптимальнішим співвідношенням лінійних розмірів плати в даному випадку буде 1:2. За такої умови власна резонансна частота плати як механічної конструкції знаходитиметься поза межами робочої частоти пристрою.

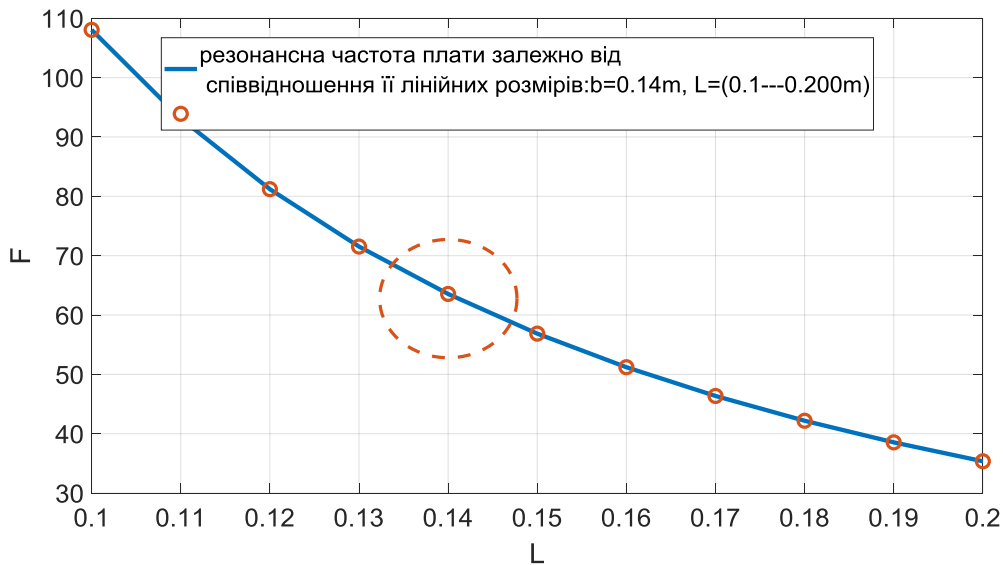


Рис. 1 Залежність резонансної частоти плати від її лінійних довжини при сталій ширині рівній 0.14м

У цілому на вібростійкість розробленої конструкції впливають її механічні характеристики такі як сумарна маса компонент і основи, фізичні параметри матеріалу і геометрія основи.

Програмне забезпечення для розрахунку резонансної частоти плати в середовищі MATLAB

```
clear all
%габаритні розміри
%l=.120;
k=1;
for l=.100:.01:.2
    L(k)=l;
    b=.140;
    d=.015;
    %модуль пружності, коефіцієнт Пуасона, густина матеріалу
    E=3.02e10;
    q=.22;
    r=2.05e3;
    %маса компонент , плати і приведена маса виробу
    mq=.102;
    mp=r*l*b*d;
    m=mp+mq/l/b;
    %циліндрична жорсткість
    Q=E*d^3/12/(1-q^2);
    %резонансна частота виробу
    a=l/b;
    w=(pi^2)*sqrt((1+1.621*q/b+b^-2)/(1+1.621/b/b/b+b^-6));
    F(k)=w*sqrt(Q/m)/2/pi/l/l;
    k=k+1;
    plot(L,F,L,F,'o'),grid
end
```

### Література

1. Моделювання в електроніці : навчальний посібник / К. В. Огородник, Б. П. Книш, П. М. Ратушний, О. О. Лазарев. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 118 с.
2. Моделювання електромеханічних систем: Підручник / Чорний О.П., Луговой А.В., Д.Й.Родькін, Сисюк Г.Ю., Садовой О.В.– Кременчук, 2001. – 410 с.

УДК 621.326

Пошивак М. - ст. гр. РВ-41, Невожай В. інж. каф. АВ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**ОЦІНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ  
РОЗРОБЛЕНОГО ПРИСТРОЮ НА ВИРОБНИЦТВІ  
РОЗРАХОВАНОМУ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ПРИЛАДІВ ЖИВЛЕННЯ  
ДЛЯ КОНКРЕТНИХ НАВАНТАЖЕНЬ**

Науковий керівник: канд. техн. наук, доц. Яворська М.І.

Poshyvak M., Nevozhai V.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

**ESTIMATES OF THE ECONOMIC FEASIBILITY OF  
IMPLEMENTING THE DEVELOPED DEVICE IN PRODUCTION  
DESIGNED FOR THE MANUFACTURE OF POWER SUPPLIES FOR  
SPECIFIC LOADS**

Supervisor: Yavorska M. Ph.D, Assoc.Prof.,

Ключові слова: пристрій, прибуток, затрати

Keywords: device, profit, costs

**Постановка завдання.** Нехай на виробництві розрахованому на виготовлення окремих пристроїв живлення для семи різних діапазонів навантаження заплановано також випуск приладу, розробленого в даній роботі, за умови використання вже наявних матеріальних ресурсів і обігових коштів. Постає питання: за яких пропорцій одиниць старої і нової продукції підприємство може отримати максимальний прибуток. Врахуємо, що для виготовлення нашого пристрою слід дещо розширити базу компонент (як от: ...) і перелік додаткових операцій (таких як ...). Тому собівартість виробів буде відрізнятись. Відповідь на те скільки і яких конкретно пристроїв випустити щоб отримати максималний прибуток, виходячи із наявних ресурсів отримаємо з розв'язку задачі лінійного програмування.

**Формулювання задачі лінійного програмування.** Нехай на виробництві заплановано випуск продукції двох видів. Прибуток від реалізації одного екземпляру кожного із видів становить  $p_1$  і  $p_2$  відповідно. На виготовлення одного екземпляру кожного з видів потрібно затратити наступний ресурс:  $m_1$  і  $q_1$  одиниць матеріалу двох гатунків і  $s_1$  грошових коштів для одного виду продукції, або  $m_2$ ,  $q_2$  і  $s_2$  відповідно для іншого. Знайдемо оптимальний варіант кількості екземплярів кожного виду продукції, за якого можна отримати максимальний прибуток, якщо вихідний ресурс становить  $M$  і  $Q$  в матеріалах, і  $S$  в коштах

Для знаходження розв'язку використаємо функцію **linprog** оптимізаційного пакету MATLAB), задаючи відповідні дані.

Задача лінійного програмування формулюється як задача знаходження мінімального значення деякої функції, лінійно залежної від кількох аргументів

$\min_x f(x)$  при наявності додаткових обмежень :

$$Ax \leq b$$



У даному випадку, пошуку максимального значення функції, оператор пошуку мінімуму `linprog` застосовуємо до  $\max_{x_1, x_2} Z(x_1, x_2)$ , де  $x_1, x_2$  – кількість виробів обидвох видів, а  $Z(x_1, x_2)$  – прибуток від їх реалізації. Обмеження фіксують факт, що витрати матеріалу і інших засобів на виготовлення даного продукту лімітовані ресурсами виробництва. В підсумку задання робочих параметрів і звертання до функції `linprog` оптимізаційного пакету MATLAB. Оскільки процес пошуку  $\max_{x_1, x_2} Z(x_1, x_2)$  ітераційний, в ПЗ задані їх початкові значення  $X_1=150, X_2=40$ . Решту параметрів описано на початку розділу.

### Робочий варіант програмного забезпечення для порівняльного аналізу

Розглянемо 10 випадків різних значень для  $p_2$  – оцінок елементної бази проектного пристрою та  $m_2$  – оцінок матеріальних затрат (на проведення додаткових операцій), поданих в умовних одиницях. Для цього звернемося до функції `linprog` оптимізаційного пакету MATLAB в десятикратному циклі а також доповнимо ПЗ графічною інтерпретацією отриманих результатів:

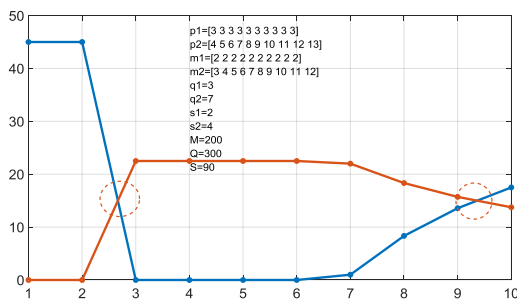


Рис.1 Кількість пристроїв №1 (синім) і №2 (червоним) за якої отримуємо максимальний прибуток, для значень робочих параметрів, вказаних на графіку

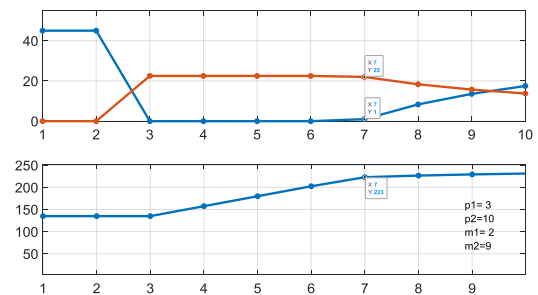


Рис.2 Кількість пристроїв №1 (синім) і №2 (червоним) за якої отримуємо максимальний прибуток (верхній графік), і величину прибутку (нижній графік) для значень робочих параметрів, вказаних на рис. 1

Як бачимо із Рис.1, виготовлення запропонованого пристрою дає переваги у економічному ефекті для виробництва коли співвідношення між необхідними для цього матеріальними і фінансовими ресурсами і аналогічними при виготовлення простіших екземплярів (в нашому випадку  $p_1/p_2$  і  $m_1/m_2$ ) стосуються 3, 4, 5, 6, 7, 8-го елементів масиву вхідних даних (див. рис.1), але максимальне значення екстремуму досягається, починаючи з  $p_2=7$  (див. рис.2 нижній графік).

**Висновок.** Проведені дослідження дають можливість спрогнозувати доцільність виготовлення розробленого пристрою, з огляду на ресурси виробництва, налаштованого на виготовлення простішого варіанту, але з меншими можливостями застосування. Значення робочих параметрів в програмному забезпеченні подані в умовних одиницях і можуть бути змінені у конкретних випадках.

### Література

1 Колкер Я.Д. Математический анализ точности механической обработки деталей. - Киев: Техніка, 1976. - 200 с.

УДК 621.326

Прохоровський О. - ст. гр. РН-41, Дубиняк Т. канд. техн. наук, доц.  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ПРИСТРОЮ ЗА ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НАДІЙНОСТІ ЙОГО ОКРЕМИХ ВУЗЛІВ

Науковий керівник: канд. техн. наук, доц. Яворська М.І.

Prohorovskiy O., Dubyniak T. Ph.D, Assoc.Prof.  
Ternopil Ivan Puluj National Technical University

## ESTIMATES OF THE RELIABILITY OF THE DEVICE'S OPERATION BASED ON THE RELIABILITY CHARACTERISTICS OF ITS INDIVIDUAL NODES

Supervisor: Yavorska M. Ph.D, Assoc.Prof.,

Ключові слова: надійність, закон розподілу, модель  
Keywords: reliability, law of distribution, model

Від моніторингу рівня надійності як окремих вузлів, так і пристрою в цілому, залежатиме ефективність його експлуатації та обслуговування. Тому важливо покладатися на ефективну систему діагностування. Математичним апаратом розрахунку надійності в даному випадку є метод диференціальних рівнянь, який можна застосовувати лише для експоненційного закону розподілу напрацювання до відмови та часу відновлення, що в більшості випадків характерно для періоду життєвого циклу апаратури.

Диференціальні рівняння складаються на основі наступних правил: взаємодію між компонентами пристрою відображаємо у логічній моделі у вигляді схеми станів, що представляє собою орієнтований граф, кожна вершина якого відповідає певному стану системи, а ребра - можливим напрямом переходів із стану в стан. Як, наприклад показано на рис.1, для випадку, коли у функціонуванні складових пристрою можна виділити три різні стани взаємодії (перемикання).

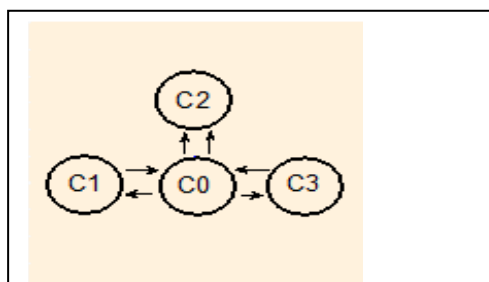


Рис.1 Логічна схема взаємодій вузлів пристрою в процесі функціонування

Диференціальне рівняння формуємо за наступними правилами:

- в лівій частині кожного рівняння стоїть похідна по часу від ймовірності знаходження системи в  $j$ -му стані в момент часу  $t$ ;
- кількість доданків в правій частині дорівнює кількості зв'язків, що впливають на даний стан;
- кожний такий доданок рівний добутку інтенсивності переходу на ймовірність вихідного стану (того, з якого виходить стрілка у діаграмі зв'язків на рис. 1);
- знак добутку додатній, якщо стрілка входить в стан, що розглядається, і від'ємний,

якщо виходить з нього;

- кількість рівнянь дорівнює кількості станів системи.

Диференційне рівняння для довільної вершини логічної моделі, в яку пристрій може прийти із  $m$  вершин і із якої може пізніше переходити в одну із  $n$  вершин записується як:

$$\frac{dP_i(t)}{dt} = \sum_{j=1}^m \Lambda_{ji} P_j(t) - P_i(t) \sum_{z=1}^n \Lambda_{iz}$$

і доповнюється умовою:

$$\sum_{j=0}^m P_j(t) = 1,$$

де  $P_j(t)$  – ймовірність знаходження системи в  $j$ -му стані;  $(m+1)$  – кількість можливих станів системи.

У результаті розв'язання системи диференціальних рівнянь отримаємо ймовірності знаходження пристрою в кожному із станів логічної схеми. Функція готовності, обчислюється як сума ймовірностей знаходження пристрою в усіх  $n$  робото-здатних станах:

$$K_T(t) = \sum_{j=1}^n P_j(t),$$

Функція простою визначається, як:

$$K_T(t) = 1 - K_r(t).$$

Для знаходження коефіцієнта готовності або простою необхідно розглянути режим експлуатації при  $t \rightarrow \infty$ , в цьому випадку всі похідні будуть рівні нулю і система диференціальних рівнянь перетвориться в систему алгебраїчних рівнянь.

Так для пристрою, логічна схема спрацювання вузлів зображена на рис.1, отримаємо:

$$\frac{dP_0}{dt} = l \frac{dP_0}{dt} - m \frac{dP_1}{dt} - m \frac{dP_2}{dt} - m \frac{dP_3}{dt}$$

$$\frac{dP_1}{dt} = l \frac{dP_0}{dt} - m \frac{dP_1}{dt}$$

$$\frac{dP_0}{dt} = l \frac{dP_0}{dt} - m \frac{dP_2}{dt}$$

$$\frac{dP_0}{dt} = l \frac{dP_0}{dt} - m \frac{dP_3}{dt}$$

Коефіцієнти безвідмовного напрацювання та інтенсивності відмови  $l$  і  $m$  в даній системі диференціальних рівнянь є величинами оберненими до середнього часу безвідмовної роботи  $T_{всер}$  та середнього часу простою конкретної ланки  $T_{fсер}$ :

$$l = 1/T_{всер}, m = 1/T_{fсер}.$$

значення яких можемо оцінити у тестовому випробуванні за даними журналу спостережень.

На рис. 2 приведено динаміку зміни ймовірності безвідмовного функціонування пристрою ( $P_0$ ), а на рис.3 – зміни ймовірностей безвідмовного функціонування окремих вузлів ( $P_1, P_2, P_3$ ) в залежності від часу експлуатації за конкретних показників надійності і початкових станів підсистем.

ПЗ для обчислення і візуалізації відносно  $P_0$  (розв'язування системи диференціальних рівнянь в середовищі MATLAB).

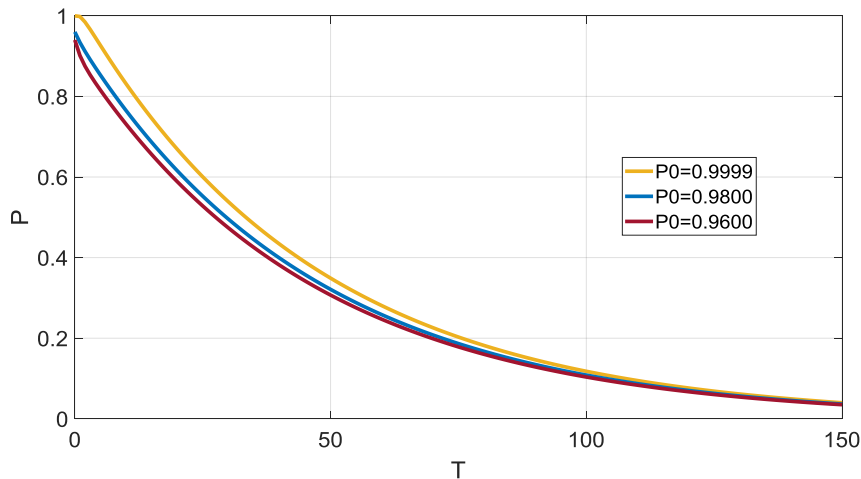


Рис.2 Імовірності безвідмовної роботи пристрою за різних початкових оцінок  $P_{00}$ ,  $P_{10}$ ,  $P_{20}$ ,  $P_{30}$ .

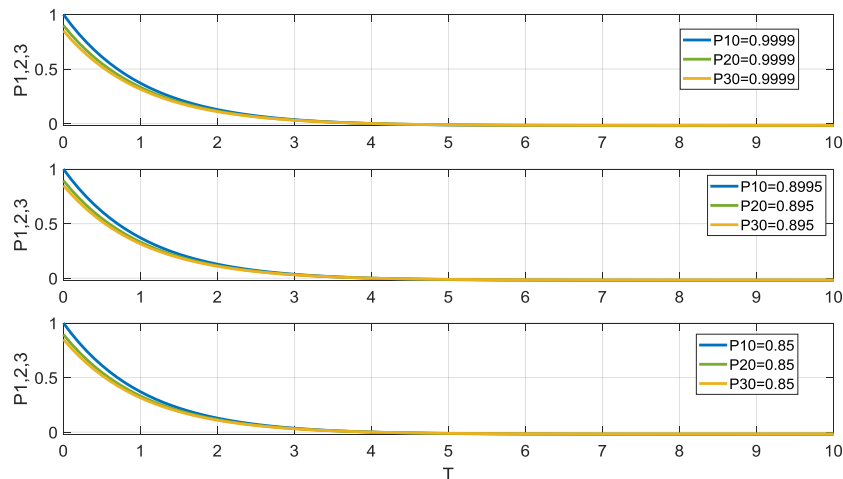


Рис.3 Імовірності відмови в окремих вузлах за різних початкових оцінок  $P_{00}$ ,  $P_{10}$ ,  $P_{20}$ ,  $P_{30}$ .

ПЗ для обчислення і візуалізації відносно  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  (розв'язування системи диференціальних рівнянь в середовищі MATLAB).

### Висновок

У результаті розрахунку надійності проектного пристрою визначено, що він є достатньо надійним, а саме середнє напрацювання до відмови становить 29562 год. Складено зведену таблицю, з переліком елементів проектного пристрою та їх властивостями надійності, та отримано графіки залежності ймовірності безвідмовної роботи від часу.

### Література

1. Основи надійності та діагностики інформаційних систем. Навчальний посібник підготовлено для самостійної роботи студентів та аспірантів вищих навчальних закладів. Київ: ННІТ ДУТ, 2020. – 184 с.
2. Нормування показників надійності технічних засобів : навчальний посібник / О. М. Васілевський, О. Г. Ігнатенко. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 160 с

УДК 378.14

Сас Д. – ст. гр. КА-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ МОДУЛЯ ФОТОФІКСАЦІЇ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ ОСОБИ У СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАННЯ ТНТУ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Шкодзінський О.

Sas D.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **ANALYSIS OF THE RESULTS OF THE PHOTOFIXATION AND PERSON RECOGNITION MODULE IN THE E-LEARNING SYSTEM OF TNTU**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Prof. O. Shkodzinsky

Ключові слова: розпізнавання обличчя, фотофіксація, перевірка знань

Keywords: face recognition, photo fixation, knowledge testing

З розвитком інформаційно-комунікаційних технологій дистанційне навчання стало бурхливо розвиватись і зайняло одну з провідних позицій у системі освіти [1]. Контроль знань на основі онлайн-тестування став потужним засобом віддаленого екзаменування студентів та учнів. Але при використанні такого способу контролю знань постала проблема створення засобів прокторингу для запобігання та встановлення недобросовісних дій під час проходження тестування осіб, що екзаменуються.

Один із таких засобів фотофіксації та розпізнавання особи на базі системи електронного навчання ATutor почав розроблятись з 2020 року у Тернопільському національному технічному університеті імені І. Пулюя [2,3]. При розробці системи для розпізнавання особи було використано [3] модель ResNet-29 залишкової нейронної мережі. За час тестового використання цієї розробки сформувалась репрезентативна вибірка (на момент написання даної роботи 1831 студентів зробили 12499 тестових проходжень), щоб можна було з достатньою точністю оцінити основні статистичні метрики її ефективності та сформулювати подальші шляхи для удосконалення.

Методика визначення цих метрик полягала у таких діях:

- із загальної множини результатів проходжень тестування випадковим способом обирались 200 з них;
- в ручний спосіб переглядалось кожне із вибраних проходжень та встановлювалась кількість помилкових відмов, помилкових підтверджень особи, дійсних відмов та дійсних підтверджень;
- на основі цих даних визначались основні метрики ефективності системи (як от точність, рівень хибних відмов, рівень хибних підтверджень тощо).

Первинні результати аналізу вибірки подано у таблиці.

Одні з найважливіших метрик оцінки якості та ефективності роботи розпізнавальних систем це FAR (False Reject Rate – рівень хибних відмов) та FRR (False Acceptance Rate – рівень хибних підтверджень).

Позначення	Опис	Значення
TA	кількість дійсних підтверджень	187
TR	кількість дійсних відмов	2
FA	кількість помилкових підтверджень	3
FR	кількість помилкових відмов	8
	Разом	200

FRR – ймовірність того, що система відмовить в автентифікації дійсному (правдивому) користувачу. FRR розраховується так:

$$FRR = \frac{FR}{N} \times 100\% = \frac{8}{200} \times 100\% = 4\%$$

де N – загальна к-сть спрацювань.

FAR – ймовірність того, що система помилково автентифікує хибного (неправдивого) користувача. FAR розраховується так:

$$FAR = \frac{FA}{N} \times 100\% = \frac{3}{200} \times 100\% = 1,5\%$$

Типові значення для добротних 2D систем розпізнавання обличчя становлять 2,5% для FRR і 0,1% для FAR. В даному випадку, дещо вищі значення пояснюються значною кількістю тестових проходжень при незадовільних умовах освітлення обличчя.

Іншою важливою метрикою є точність (Precision) – показує скільки із підтверджень виявились дійсно правдивими:

$$Precision = \frac{TA}{TA + FA} \times 100\% = \frac{187}{187 + 3} \times 100\% = 98,4\%$$

Точність використаної ResNet-29 моделі у тесті Labeled Faces in the Wild становить 99,38% [4]. Точність розробленої системи виявилась дещо нижчою, але на етапі розробки - цілком задовільною. Подальше підвищення точності роботи системи можна забезпечити введенням в алгоритм її роботи попередньої верифікації присутності обличчя у кадрі та оцінювання якості освітлення з видачею перед початком проходження тестування рекомендацій по усуненню недоліків.

#### **Література**

1. Дячук С. Ф., Коноваленко І. В., Шкодзінський О. К. Віртуальне освітнє середовище ТНТУ на базі LMS ATutor // Міжнародний наук.-практичний семінар «Теорія і практика дистанційного навчання іноземних громадян: вітчизняний та міжнародний досвід». – ХНУРЕ, 12 листопада 2014. – С.11–15.
2. Шкодзінський О. К. Розвиток засобів верифікації особи та її дій при контролі знань в умовах дистанційного навчання / О. К. Шкодзінський, М. М. Луцків, І.-М. С. Смолій // Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 24-25 листопада 2021 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2021. — Том I. — С. 138–139. — (Комп’ютерно-інформаційні технології та системи зв’язку).
3. Automated ai-based proctoring for online testing in e-learning system / Oleh Shkodzinsky, Mykhailo Lutskiv // Scientific Journal of TNTU. — Tern.: TNTU, 2022. — Vol 107. — No 3. — P. 76–85. URL: <https://visnyk.tntu.edu.ua/index.php?art=685>
4. GitHub - davisking/dlib-models: Trained model files for dlib example programs. URL: [https://github.com/davisking/dlib-models#dlib\\_face\\_recognition\\_resnet\\_model\\_v1datb2](https://github.com/davisking/dlib-models#dlib_face_recognition_resnet_model_v1datb2).

Секція:

**Аграрні науки та продовольство**

УДК 631.316.022

Завінський<sup>1</sup> П. – ст. гр. МГс – 31; Бабій<sup>2</sup> В. – ст. гр. ШІ – 11

<sup>1</sup>Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

<sup>2</sup>Національний університет «Львівська політехніка»

## **РАЦІОНАЛЬНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО ЯК ЗАХІД БОРОТЬБИ З ВІТРОВОЮ ЕРОЗІЄЮ ҐРУНТІВ**

Науковий керівник: д.т.н., доцент Бабій А.В.

Zavinskyi<sup>1</sup> P., Babii<sup>2</sup> V.

<sup>1</sup>Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

<sup>2</sup>Lviv Polytechnic National University

## **RATIONAL AGRICULTURE AS A MEASURE TO STRUGGLE WITH WIND EROSION OF SOILS**

Supervisor: Dr., Assoc. prof. A. Babii

Ключові слова: вітрова ерозія ґрунтів, культиватор, розпушувач ґрунту, лопать.

Key words: wind erosion of soils, cultivator, soil loosener, shovel.

Вітрова ерозія ґрунтів є серйозною проблемою землеробства в Україні. Вона призводить до знищення родючого шару ґрунту, що погіршує врожайність земельних ділянок. Серед заходів боротьби з вітровою ерозією найбільш поширеними і дієвими є: захист від вітру – встановлення вітрозахисних смуг, зелених насаджень або заростей з кущів, які можуть зменшити швидкість вітру, що допоможе утримати ґрунт на місці; вирощування культурних рослин, що можуть утримати ґрунт на місці завдяки корінню, яке його зміцнює; використання захисного покриву – матеріалу, який покриває поверхню ґрунту з метою запобігти його вітровій ерозії (солома, сіно або спеціальний матеріал, який захищає поверхню ґрунту від вітру); вирівнювання поверхні – цей метод передбачає вирівнювання ґрунту з метою зменшення нерівностей поверхні.

Зосередимо свою увагу на способах механічної обробки ґрунту при врахуванні чинника – можливості виникнення вітрової ерозії.

При вітровій ерозії ґрунту, механічна обробка площ може бути корисною для запобігання подальшої ерозії. Однак, важливо обрати правильний метод обробки, щоб не спричинювати ще більшої шкоди ґрунту.

Різні типи культиваторів можуть бути використані для боротьби з вітровою ерозією ґрунтів. Глибкорозпушувальні культиватори дозволяють розрізати глибокі шари ґрунту, щоб зменшити його густину та збільшити проникнення води. Це може покращити якість ґрунту та запобігти його вітровій ерозії. Поверхневі культиватори використовуються для обробки верхнього шару ґрунту, змішування залишків рослин і додавання добрива. Вони можуть також допомогти зменшити вітрову ерозію, зменшивши щільність та нерівності поверхні ґрунту. Роторні культиватори використовують для обробки поверхні ґрунту, змішування залишків рослин, розпушування та поверхневого вирівнювання. Мульчувальні культиватори можуть знижувати вплив вітру на поверхню ґрунту за рахунок захисту його поверхні за допомогою подрібнених рослинних решток, які її вкривають.

Серед наведених культиваторів найбільш поширеними є машини з плоскорізальними лапами. Вони використовуються у складі комбінованих агрегатів, наприклад, із одночасним застосуванням ротаційного розпушувача з прямолінійними лопатями, рис. 1. Такі розпушувачі працюють ефективно, але мають і недоліки, які позначені у різній швидкості взаємодії лопатей з ґрунтом та нерівномірному їх зношуванню.

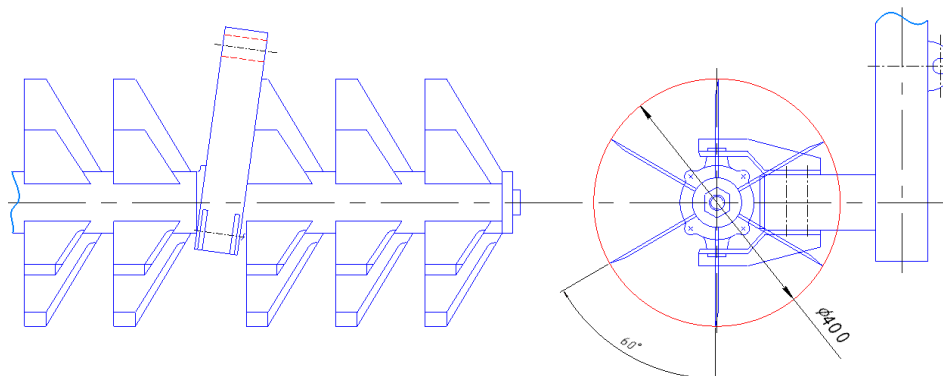


Рисунок 1 – Фронтальний розпушувач ґрунту

За наведеним прикладом фронтального розпушувача швидкість ударної взаємодії робочої кромки співпадає з коловою швидкістю зовнішньої робочої кромки (приблизно 2,5 м/с), що відповідає максимальному значенню ударної взаємодії з ґрунтом. Швидкість взаємодії пропорційно зменшується по мірі наближення до осі обертання, рис. 2.

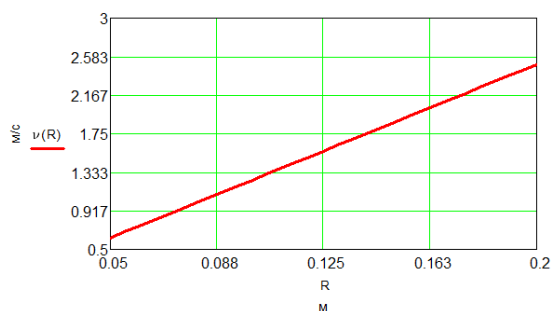


Рисунок 2 – Зміна швидкості взаємодії

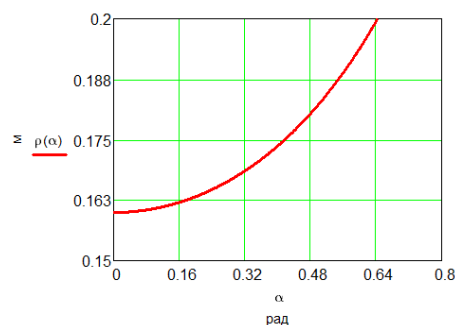


Рисунок 3 – Змінний радіус точок контакту лопаті з ґрунтом

Це спричиняє нерівномірне спрацювання лопатей розпушувача та втрату ефективності його роботи.

Якщо поставити умову максимальної швидкості взаємодії лопаті з ґрунтом, наприклад 2 м/с, то саму лопать потрібно виконати криволінійною.

Опускаючи проміжні викладення математичного моделювання, в кінцевому варіанті отримано змінний радіус точок контакту лопаті з ґрунтом (рис. 3) для даної конструкції розпушувача (рис. 1). Отримані залежності дозволять виготовити лопаті розпушувача криволінійними, які матимуть постійну задану швидкість взаємодії з ґрунтом та рівномірне спрацювання, із-за чого значно зросте їх ресурс роботи.

### Література

1. Волощук М.Д., Петренко Н.І., Яценко С.В. Ерозія ґрунтів України: еволюція теорії та практики. К.: ТОВ Ніланд-ЛТД, 2014.
2. Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів від ерозії в Україні: монографія. За ред. С.А. Балюка та Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКОГО. Харків: НТУ «ХПИ», 2010. 460с.



УДК 621.882: 004.94

Козловський Є. – ст. гр. МГ-21

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## МОДЕЛЮВАННЯ РІЗЬБОВОГО З'ЄДНАННЯ, ЩО ПРАЦЮЄ НА ЗСУВ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Сташків М.Я.

Kozlovskiy Ye.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

### MODELING OF A BOLTED JOINT LOADED IN SHEAR

Supervisor: Assoc. Prof. Stashkiv M.

Ключові слова: роз'ємне з'єднання, різьба, гвинт, гайка, зсуваюча сила, моделювання.

Keywords: demountable joint, thread, screw, nut, shear force, modelling.

До найбільш поширених видів роз'ємних з'єднань деталей сільськогосподарських машин відносяться різьбові з'єднання, які у сучасному машинобудуванні складають понад 60 % від усього об'єму роз'ємних з'єднань.

Різьбовим називається з'єднання за допомогою двох кріпильних елементів, один з яких має зовнішню, а інший – внутрішню різьбу. Різьба, отримана на зовнішній циліндричній поверхні, називається зовнішньою (умовно – болт, гвинт, шпилька), а різьба одержана на внутрішній циліндричній поверхні – внутрішньою (умовно – гайка).

Для різьбового з'єднання, що працює на зсув, характерним є розміщення різьбового стрижня (гвинта, болта, шпильки) в отворі деталей, що з'єднуються, з зазором. У цьому випадку зовнішнє навантаження зсуву сприймається силами тертя в стику деталей, які створюються зусиллям розтягу стрижня. У цих умовах основним навантаженням, що сприймає стрижень, є осьова сила, яка його розтягує.

У випадку, коли різьбове з'єднання затягнуте недостатньо, розтягуюча сила стрижня не забезпечує необхідної сили тертя в стику деталей, внаслідок чого під дією зовнішньої зсуваючої сили деталі зміщуються, і на стрижень діятиме поперечна сила, яка створюватиме у циліндричному тілі болта дотичні напруження (напруження зрізу).

У пропонованому дослідженні моделюється одноболтове напунктове різьбове з'єднання двох пластин, що навантажені зсуваючою силою. Дві пластини з розмірами 60x30x10 мм з отвором діаметром 14 мм з'єднуються болтом М12x35 з стандартною гайкою. Твердотільна модель різьбового з'єднання показано на рис. 1,а.

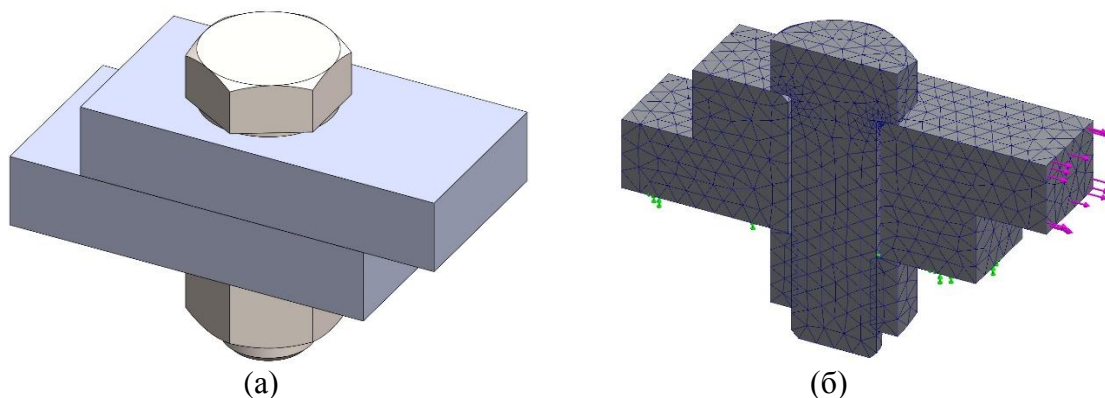


Рисунок 1 – Твердотільна (а) та кінцевоелементна (б) модель різьбового з'єднання

Твердотільна модель різьбового з'єднання створена засобами системи тривимірного моделювання SOLIDWORKS з використанням вбудованої бібліотеки стандартних елементів Toolbox.

Дослідження напружено – деформованого стану різьбового з'єднання здійснено за допомогою модуля інженерного аналізу SOLIDWORKS Simulation у статичній постановці задачі. При побудові комп'ютерної моделі різьбового з'єднання (рис. 1,б) задано умови контактної взаємодії елементів з'єднання, умови закріплення (защемлення нижньої грані однієї з пластин) та навантаження (зсуваюча сила 100 Н на грані іншої пластини) та створено сітку кінцевих елементів (максимальний розмір елемента 2,5 мм, мінімальний розмір елемента 0,25 мм, тип сітки кінцевих елементів – сітка на основі змішаної кривизни). Для зменшення обчислювальних ресурсів та часу розрахунку моделювалась лише половина різьбового з'єднання із застосуванням умови Symmetry.

Умови затягування різьбового з'єднання задавались за допомогою опції «Гаряча посадка» з набору контактів локальної взаємодії та варіацією коефіцієнтів тертя.

За результати моделювання різьбового з'єднання з болтом, встановленим із зазором, та заданим коефіцієнтом тертя рівним 0,15 бачимо, що горизонтальне переміщення пластин рівне нулю, а болт сприймає осьову деформацію (рис. 2,а). Максимальні розтягуючі напруження у болті виникають у головці та у зоні контакту з гайкою (рис. 2,б) і становлять близько 88 МПа.

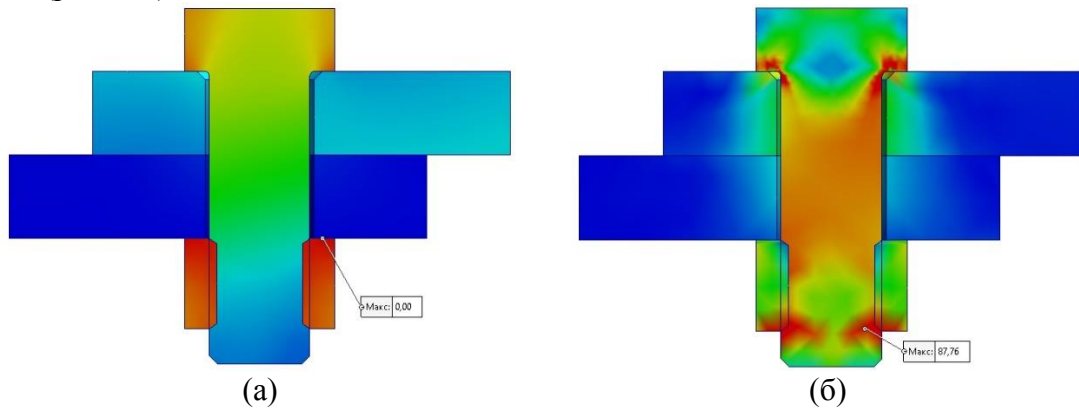


Рисунок 2 – Переміщення (а) та напруження (б) у затягнутому різьбовому з'єднанні

При заданому коефіцієнті тертя рівному 0,05 горизонтальне переміщення навантаженої пластини становить 1,01 мм (рис. 3,а) і болт сприймає поперечне зусилля. Напруження зрізу у тілі болта становлять близько 87 МПа (рис. 3,б).

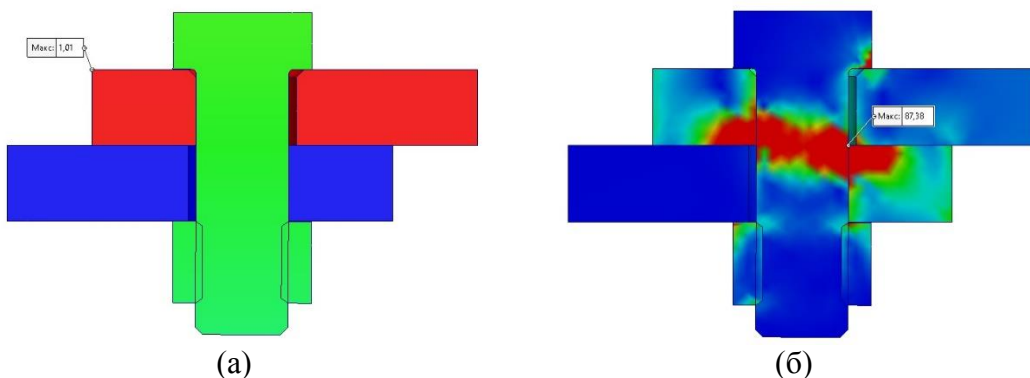


Рисунок 3 – Переміщення (а) та напруження (б) у незатягнутому різьбовому з'єднанні

Отримані результати комп'ютерного моделювання напусткового одноболтового різьбового з'єднання, навантаженого зсуваючою силою, дозволяють краще зрозуміти особливості його НДС та уточнити результати його теоретичного розрахунку.

УДК 631.42

Нагорний О. – ст.гр. МГ-21

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗОВНІШНЬОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПОЛОТНО ПРУТКОВОГО ТРАНСПОРТЕРА**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Хомик Н.І.

Nagornyy O.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **MATHEMATICAL MODEL OF THE EXTERNAL LOAD ON THE CANVAS OF THE ROD CONVEYOR**

Khomyk N.I., PhD., Assoc. Prof.

Ключові слова: прутковий транспортер, нерівномірно-розподілене навантаження.

Keywords: rod conveyor, unevenly distributed load.

Аналіз досліджень про зносостійкість робочих органів сільськогосподарських машин та конструктивних рішень з підвищення зносостійкості пруткових полотен коренезбиральних машин вказує на доцільність удосконалення існуючих конструкцій пруткових транспортерів. Досягнути цього можна створенням математичної моделі, яка б враховувала нерівномірність навантаження за шириною і довжиною цих транспортерів, а також зношування їх елементів.

Багатьма дослідниками виконано детальний аналіз конструкцій та умов роботи пруткових транспортерів. Обґрунтовано основні параметри конструкцій пруткових транспортерів призначених для очищення коренеплодів від ґрунту. Визначені конструктивні параметри як самих транспортерів, так і їх приводів, обґрунтовано міжосьові відстані, числа зубів ведучих зірочок, частоти обертання валів, кут нахилу до горизонту, крок та висота скребків, відстань між прутками, швидкість руху полотна. Більшість з цих параметрів встановлювали з умов максимальної пропускної здатності транспортера, мінімального пошкодження коренеплодів і нормального транспортування вороху. Розглянуто умови розкидання коренеплодів при їх виході з транспортера. Досліджено взаємодію коренеплодів із скребками для забезпечення відриву їх від полотна під час транспортування, щоб посилити інтенсифікацію очищення. Теоретично обґрунтовано взаємодію коренеплодів між собою під час їх транспортування полотном транспортера, щоб зменшити можливі травмування та ін. Досліджено пруткові транспортери для яких змодельовано імпульсне навантаження, щоб врахувати нерівномірність його завантаження коренеплодами та врахувати зношування його елементів.

Обґрунтування та вибір основних параметрів конструкцій пруткових транспортерів-очисників доцільно виконувати розглядаючи навантаження на транспортер одночасно від усього вороху з врахуванням нерівномірності його навантаження коренеплодами на його довжину чи ширину. На полотні транспортера під час виконання технологічного процесу діють навантаження від розташованих на ньому коренеплодів, грудок ґрунту, рослинних рештків, що потрапляють на транспортер разом з коренеплодами. Нерівномірність навантаження транспортера викликана транспортованою масою, конструкції самого транспортера, зокрема, нерівномірним натягом гілок, відхиленнями при монтажі валів, встановленні зірочок чи шківів, опорних роликів.

Змодельуємо характерні випадки навантаження пруткового транспортера коренезбиральної машини. У випадку завантаження середньої частини транспортера

масою коренів, за умови дотримання необхідних вимог при встановленні транспортера, його тягові елементи будуть навантажені однаково, тобто зусилля у них будуть дорівнювати половині від зовнішньої ваги. Прийнемо для цих умов параболічну форму навантаження (рис. 1а), При зміщенні транспортованої маси від середньої частини транспортера, що трапляється у більшості випадків, зусилля, що виникають у тягових елементах перерозподіляються. у випадку недотримання точності монтажу, це призводить до значного їх спрацювання, причому лівої і правої гілок по-різному. Нерівномірність зусиль на опорах призводить до неоднакового зношування гілок тягових елементів транспортера і згодом до перекосів полотна. Перекоси – це основний недолік у роботі таких транспортерів, який і спричиняє суттєву зміну характеру їх навантаження. Для такого випадку прийнемо трикутну форму навантаження (рис. 1б).

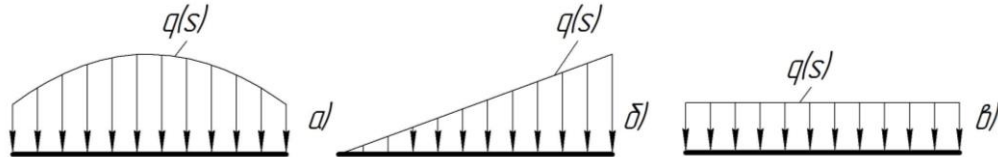


Рисунок 1. Характерні схеми розподілу зовнішніх навантажень на полотно пруткового транспортера

Оскільки кінематика транспортування коренеплодів прутковими транспортерами носить повторно-періодичний характер, то нерівномірно-розподілене навантаження у поперечно-поздовжній площині на полотно транспортера представлене у вигляді параболічного або трикутного буде наближено відповідати реальним умов навантаження такого транспортера. Форми навантаження можуть змінювати одна одну під час роботи збирального агрегата залежно від зовнішніх впливів та конструктивних особливостей транспортера. Запропоновані схеми навантаження можна використовувати для розрахунку параметрів транспортерів.

1. Andrii Babii, Taras Dovbush, Nadiia Khomuk, Anatolii Dovbush, Anna Tson, Vasyl Oleksyuk, 2022. Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor. *Procedia Structural Integrity* No 36, .203-210. Science Direct. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.025>
3. Довбуш Т.А., Довбуш А.Д., Хомик Н.І. Модифікація ММПЕД для розкриття статичної невизначеності криволінійних елементів рам. Технічний сервіс для машин для рослинництва. Х.: ХНТУСГ. 2014. Вип. 145. С. 105-110.
3. Dovbush T., Khomyk N., Dovbush A., Dunets B., 2019. Evaluation technique of frame residual operational life. *Scientific Journal of TNTU (Tern.)*. Vol. 93. No 1, 61-69.
4. Рибак Т.І., Попович П.В., Хомик Н.І., Довбуш Т.А., Цьонь Г.Б., Імітаційне моделювання при розрахунках на квазістатичну міцність конструктивних структур важко навантажених сільськогосподарських машин. Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. Х.: ХНТУСГ, 2013. Вип. 139. С.321-326.
5. Trokhaniak O. M., Nevko R. V., Lyashuk O. L., Pohrishchuk B. V., Dobizha N. V., Dovbush T. A., 2020. Research of the of bulk material movement process in the inactive zone between screw sections, *INMATEH-agricultural engineering*. Vol. 60, No. 1, 261-268. DOI: 10.35633/inmateh-60-29.
6. Nevko R. V., Tkachenko I. G., Khomyk N. I., Gumeniuk Y. P., Flonts I. V., Gumeniuk O. O. 2020. Determination of technical-and-economic indices of root crop conveyer-separator during their motion on curved path. *INMATEH: Agricultural engineering*. Vol. 61, No 2. PP. 175-182.
7. Довбуш Т. А., Хомик Н. І., Бабій А. В., Цьонь Г. Б., Довбуш А. Д.. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи., Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 220 с.
8. Хомик Н.І., Довбуш Т.А. Обґрунтування силових факторів завантаженості пруткових транспортерів *Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики* : зб. тез доповідей міжнар. наук.-практ. конф. присвяченої 90-річчю від дня народження професора Рибак Тимотія Івановича та 60-річчю кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин (Тернопіль, 29-30 вересня 2022). Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. С.140-141.
9. Хомик Н.І., Рибак Т.І. Розроблення моделі оцінки напружено-деформівного стану елементів пруткових транспортерів бурякозбиральних машин //Машинознавство. 2002. №6. С.25-27.

УДК 631.42

Шевченко С. – ст.гр. МГс-21

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОЦІНКА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ КОНСТРУКЦІЙ ПРУТКОВИХ ТРАНСПОРТЕРІВ**

Науковий керівник: старший викладач Довбуш А.Д.

Shevchenko S.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **ASSESSMENT OF THE STRESS AND DEFORMATION STATE OF ROD CONVEYOR STRUCTURES**

Dovbush A.D., Senior Lecturer

Ключові слова: напружено-деформівний стан, небезпечний перетин.

Keywords: stress-strain state, dangerous area.

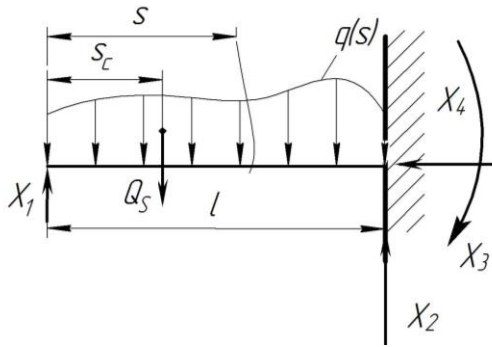
Зовнішні навантаження, що діють на елементи конструкцій сільськогосподарських машин, є змінними величинами. Це потрібно враховувати визначаючи напружено-деформівний стан конструкцій.

Класичні методи визначення НДС складних плоских просторово навантажених конструктивних систем дають суттєві похибки. Тому, як і при розрахунку рам, так і при розрахунку транспортерів доцільно прийняти певні допущення, завдяки яким можна розв'язати дві задачі. Перша – визначення зовнішніх силових факторів, друга – визначення внутрішніх силових факторів. Розв'язок таких задач на ПК із використанням відомих пакетів прикладних програм (ППП), у яких розрахункові моделі побудовано за методом кінцевих елементів (МКЕ), ускладнений неоднозначністю задаванням зовнішнього змінного навантаження. Це призводить до похибок при визначеннях внутрішніх силових факторів у металоконструкціях.

Виконані теоретичні та експериментальні дослідження коренезбиральних машин, різних типів шнекових конвеєрів та їх робочих органів, показали, що необхідно провести комплекс досліджень для встановлення оптимальних параметрів несучих конструкцій цих машин. Розподіл коренеплодів на полотні транспортера у більшості випадків є нерівномірним. Довільна схематизація розподілу зовнішніх навантажень на полотно транспортера відображена у розрахунковій моделі, яка, залежно від кріплення тримких елементів (прутків) до тягових, подана з певним допущенням: кріплення з одного боку прийнято жорстким защемленням, з іншого – шарнірна опора (рис. 1). Рішення задачі визначення внутрішніх силових факторів для такої схеми навантаження базуватиметься на модифікації методу мінімуму потенціальної енергії у поєднанні з розробкою математичної моделі, що враховує нерівномірність розподіленого навантаження на полотні транспортера, тобто відповідно до реальних умов експлуатації.

Методика розрахунку конструкцій пруткових транспортерів збиральних машин з урахуванням особливостей кріплення їх елементів при дії нерівномірно-розподіленого навантаження, яка ґрунтується на модифікованому методі мінімуму потенціальної енергії деформації містить: математичну модель, яка описує характер навантаження тримких елементів транспортера у довільній формі, тобто наближено до реальних умов навантаження транспортера; розрахункові схеми тримких елементів транспортера з наближенням навантаження до параболічної та трикутної форми; вирази функції потенціальної енергії деформації для розрахункових схем; рівняння для визначення невідомих силових факторів, що входять у вирази функції потенціальної енергії

деформації; визначення напружено-деформівного стану елементів транспортера у вигляді характеристик розподілу.



$q(S)$  – функція інтенсивності навантаження розподіленого за шириною пруткового транспортера;  
 $S_C$  – координати центра ваги точки прикладання рівнодійної сили  $Q_S$

**Рисунок 1.** Схематизація розрахункової моделі за шириною транспортера

Вираз функції потенціальної енергії від деформації згину для розрахункової схеми (див. рис. 1):

$$U(M) = \frac{1}{2EI} \int_0^l [M(S)]^2 dS = \frac{1}{2EI} \int_0^l [X_1 \cdot S - M_S(q)]^2 dS. \quad (1)$$

Звідки отримаємо залежність для визначення зусилля  $X_1$  у кріпленні опори транспортера

$$X_1 = (1/l) \cdot (Q_S(l - S_C) - X_3). \quad (2)$$

Щоб визначити невідоме зусилля  $X_3$  в опорі транспортера диференціюємо підінтегральну функцію потенціальної енергії за параметром  $X_3$ . Розв'язування отриманих рівнянь, що включають шукані параметри, виконують за допомогою ППП Wolfram Mathematica 7.

1. Andrii Babii, Taras Dovbush, Nadiia Khomuk, Anatolii Dovbush, Anna Tson, Vasyl Oleksyuk, 2022. Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor. Procedia Structural Integrity No 36, .203-210. Science Direct. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.025>
2. Довбуш Т.А., Довбуш А.Д., Хомик Н.І. Модифікація ММПЕД для розкриття статичної невизначеності криволінійних елементів рам. Технічний сервіс для машин для рослинництва. Х.: ХНТУСГ. 2014. Вип. 145. С. 105-110.
3. Dovbush T., Khomuk N., Dovbush A., Dunets B., 2019. Evaluation technique of frame residual operational life. Scientific Journal of TNTU (Tern.). Vol. 93. No 1, 61-69.
4. Рибак Т.І., Попович П.В., Хомик Н.І., Довбуш Т.А., Цьонь Г.Б., Імітаційне моделювання при розрахунках на квазістатичну міцність конструктивних структур важко навантажених сільськогосподарських машин. Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. Х.: ХНТУСГ, 2013. Вип. 139. С.321-326.
5. Trokhaniak O. M, Nevko R. B., Lyashuk O. L. Pohrishchuk B. V. Dobizha N. V., Dovbush T. A., 2020. Research of the of bulk material movement process in the inactive zone between screw sections, INMATEH-agricultural engineering. Vol. 60, No. 1, 261-268. DOI: 10.35633/inmateh-60-29.
6. Nevko R. B., Tkachenko I. G, Khomyk N. I., Gumeniuk Y. P, Flonts I. V., Gumeniuk O. O. 2020. Determination of technical-and-economic indices of root crop conveyer-separator during their motion on curved path. IMMATEH: Agricultural engineering. Vol. 61, No 2. PP. 175-182.
7. Довбуш Т. А., Хомик Н. І., Бабій А. В., Цьонь Г. Б., Довбуш А. Д.. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи., Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 220 с.
8. Хомик Н.І., Довбуш Т.А. Обґрунтування силових факторів завантаженості пруткових транспортерів *Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики* : зб. тез доповідей міжнар. наук.-практ. конф. присвяченої 90-річчю від дня народження професора Рибак Тимофія Івановича та 60-річчю кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин (Тернопіль, 29-30 вересня 2022). Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. С.140-141.
9. Хомик Н.І., Рибак Т.І. Розроблення моделі оцінки напружено-деформівного стану елементів пруткових транспортерів бурякозбиральних машин //Машинознавство. 2002. №6. С.25-27.

УДК 621.42

Квасневський В. – ст.гр. МГ-31

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ОБГРУНТУВАННЯ ЧАСУ РОБОТИ ВОВЧКА ЗАЛЕЖНО ВІД ЙОГО КОМПЛЕКТАЦІЇ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Довбуш Т.А.

Kvasnevsky V.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## JUSTIFICATION OF THE RUNNING TIME OF THE MEAT GRINDER DEPENDS FROM THE KIT

Dovbush T.A., PhD., Assoc. Prof.

Ключові слова: вовчок, помол м'яса, решітка.

Keywords: meat grinder, stuffing, knife grate.

Подрібнення сировини, зокрема м'яса, відбувається під механічною дією ріжучих інструментів і наслідком є утворенням нових поверхонь. Під час різання виникає пластична деформація, тертя між контактуючими поверхнями різальних інструментів і м'яса. Подрібнення супроводжується підвищенням температури контактуючих поверхонь. Для перетворення м'ясної сировини в однорідну масу у ковбасному виробництві застосовують тонке, дрібне і середнє подрібнення, яке визначає структурно-механічні характеристики подрібненої м'ясної сировини, які мають вплив на вихід і якість готової продукції.

Основні засоби для подрібнення м'яса – вовчки і кутери. Вовчки призначені для подрібнення як замороженого, так і не замороженого м'яса, жировміщуючої продукції та іншої сировини. Переваги: простота виконання живильного пристрою, висока продуктивність, надійність в роботі, зручність в обслуговуванні й експлуатації. До вовчків ставлять відповідні технологічні вимоги: забезпечення різного ступеня подрібнення; забезпечення рівномірного подавання сировини до подрібнювального механізму; запобігання нагріванню сировини вище температури, передбаченої технологією приготування ковбасних виробів; робочі органи машини мають легко розбиратися і складатися при санітарному обробленні машини і заміні комплекту різального механізму. Вовчки є необхідним обладнанням у технологічних лініях приготування ковбасних виробів. Вовчки конструктивно виконані так: завантажувальна горловина, основа, привод, комплект різального механізму та робочий шнек. Найпоширеніший механізм подрібнення вовчків – плоский. Він простий у виготовленні, зручний в обслуговуванні, надійний у роботі, має висотку робочу швидкість. Основою подрібнювального механізму є набір решіток різних видів (приймальна, проміжна, вихідна) та ножів з багатьма зубами. Особливість решіток у тому, що сировина витікає з них зі швидкістю та ступенем подрібнення, що залежить від діаметра отворів, які можуть мати різну форму (квадратні, овальні, kwasolepodібні та ін.). Щоб скоригувати час приготування технологічної продукції, а саме, м'ясного фаршу, потрібно забезпечити ритмічну роботу вовчка (м'ясорубки), яка залежить від діаметрів та кількості отворів у решітках. Час роботи вовчка для виготовлення необхідної кількості фаршу відповідного помолу

$$t = m/Q, \quad (1)$$

де  $m$  – вага необхідного фаршу, кг;  $Q$  – продуктивність вовчка, яка забезпечує приготування фаршу з певним помолом, кг/с, визначають за формулою

$$Q = \frac{\pi \cdot n \cdot d_0^2 \cdot z_0}{4} \cdot (r_3 + r_B) \cdot \rho \cdot k_n \cdot \varphi \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot \cos \alpha, \quad (2)$$

де  $n$  – частота обертання робочого органу подачі технологічної сировини,  $n=16,7 \text{ с}^{-1}$ ;  $d_0$  – розмір отворів ножевої решітки, м;  $z_0$  – кількість отворів у решітці, шт;  $\rho$  – густина технологічної сировини, приймаємо  $\rho=1100 \text{ кг/м}^3$ ;  $r_3$  – зовнішній радіус механізму подачі сировини,  $r_3=50 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ ;  $\varphi$  – коефіцієнт використання отворів ножевої решітки фаршем, приймаємо  $\varphi=0,6$ ;  $r_B$  – внутрішній радіус шнека механізму подачі сировини,  $r_B=20 \cdot 10^3 \text{ м}$ ;  $\beta$  – кут нахилу витка робочого органу сировини до осі, приймаємо  $\beta=10^\circ$ ;  $k_n$  – коефіцієнт, який враховує рух фаршу разом з робочим органом подачі сировини,  $k_n=0,5$ ;  $\alpha$  – кут нахилу останнього витка робочого органу подачі сировини (для нормальної роботи вовчка  $\alpha=0^\circ$ ).

Ритмічна робота вовчка (м'ясорубки) залежить від діаметрів та кількості отворів у решітках м'ясорубки. Для приготування фаршу, який складатиметься із різних фракцій можна прийняти такі параметри решіток (рис. 1): для дрібного помолу  $d=3 \text{ мм}$ ,  $z=170$ ; для середнього помолу  $d=12 \text{ мм}$ ,  $z=90$ ; для грубого помолу  $d=35 \text{ мм}$ ,  $z=3$ . Орієнтовний час, за який будуть отримані фракції відповідних помолів:  $t_{ДП} = 24 \text{ хв}$ ;  $t_{СП} = 30 \text{ хв}$ ;  $t_{КП} = 28 \text{ хв}$ .

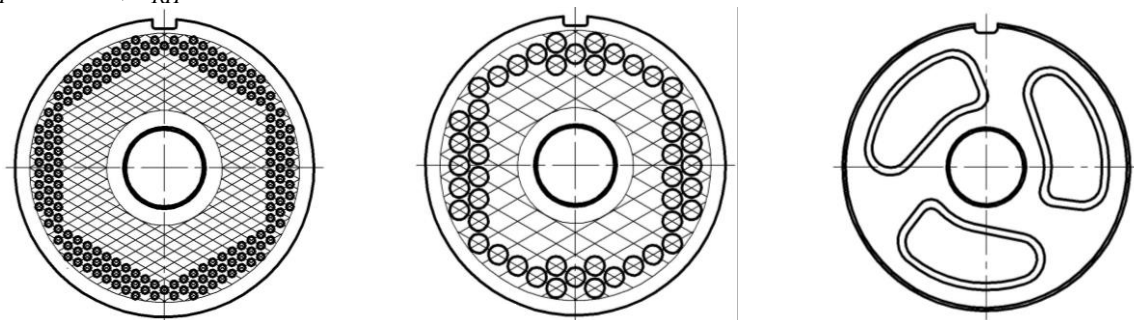


Рисунок 1. Решітки вовчка для різних помолів

Використовуючи ППП Matlab, можна побудувати графіки зміни часу роботи вовчка залежно від кількості отворів у решітках. Користуючись цими залежностями та величиною помолу можна оптимізувати роботу обладнання за часом на приготуванні певної продукції.

1. Andrii Babii, Taras Dovbush, Nadiia Khomuk, Anatolii Dovbush, Anna Tson, Vasyl Oleksyuk, 2022. Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor. Procedia Structural Integrity No 36, .203-210. Science Direct. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.025>
2. Довбуш Т. А., Хомик Н. І., Бабій А. В., Цьонь Г. Б., Довбуш А. Д.. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи., Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 220 с.
3. DovbushTaras, Dovbush Anatolii, Khomyk Nadia, Tson Hanna. Substantiation of flexible screw conveyor metal consumption under productivity maintenance conditions. Scientific Journal of the Ternopil national technical university. Tern.: TNTU, 2021. Vol. 103. No. 3. P. 33-42.
4. Хомик Н. І. Довбуш Т. А., Цьонь Г. Б., Довбуш А. Д. Машини та обладнання для тваринництва: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 360 с.
7. Хомик Н. І., Антончак Н. А. Механізація переробки та зберігання сільськогосподарської продукції: практикум для самостійної роботи та практичних робіт. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2017. 124 с.
9. Ялпачик В.Ф. Машини, обладнання та їх використання при переробці сільськогосподарської продукції. Лабораторний практикум. Навчальний посібник / В.Ф. Ялпачик, В.О. Олексієнко, Ф.Ю. Ялпачик, К.О. Самойчук, О.В. Гвоздев, В.Г. Циб, Н.О. Паляничка, В.І. Шевченко, Ю.О. Борхаленко, С.Ф. Буденко. Мелітополь.: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2015 с.



Секція:

**Архітектура та будівництво**

УДК 691

Бехов А. – ст. гр. МБс-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ЖОРСТКИХ ПІНОПОЛІУРЕТАНОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЯХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД**

Науковий керівний: к.т.н., Гудь М.І.

Bekhov A.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **APPLICATION OF HARD POLYURETHANE FOAM ELEMENTS IN THE CONSTRUCTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES**

Supervisor: Hud M.

Ключові слова: пінополіуретан, будівлі і споруди.

Keywords: polyurethane foam, buildings and structures.

Будівля, як сукупність окремих елементів, в значній мірі запроєктована для сприйняття статичних навантажень, оскільки саме вони мають переважаюче значення в часі дії та у величині зусиль. Однак, разом із тим існує ряд споруд які призначені для сприйняття динамічних навантажень, наприклад автомобільні чи пішохідні мости.

Для значної кількості будівель дія динамічних навантажень створює несприятливі умови експлуатації, що в подальшому може викликати аварійні ситуації. Так, дія землетрусів навіть в межах 5-7 балів спричиняє критичні руйнування більшості житлових будівель. Така ситуація зумовлена тим, що антисейсмічні заходи становляють значну вартість у порівнянні із загальною вартістю будівництва. Так, активні антисейсмічні системи співвартісні із будівництвом нової індивідуальної житлової будівлі.

Ефективно такі системи використовують у ділових центрах, оскільки вартість будівництва і очікувана матеріальна вигода в рази вища від антисейсмічних заходів. Тому в індивідуальних житлових будівлях постає питання пошуку недорогих антисейсмічних елементів, які могли б забезпечити ефективну віброізоляцію. Так, для прикладу у мостових конструкціях застосовують резинові опорні частини, що не передають вібрації від транспорту на нижчезрозташовані конструкції.

Ефективним було б застосування жорстких пінополіуретанових вставок на межі системи стрічковий фундамент- грунт, утворивши систему стрічковий фундамент – жорстка пінополіуретанова вставка- грунт. Використання таких жорстких пінополіуретанових елементів зумовлено рядом переваг. Так, модуль пружності практично співставимий із модулем пружності несучих ґрунтів, що дозволить зрівноважити осідання фундаментів. Також, поширенню застосуванню сприяє наявність досвіду роботи із обладнанням та сировиною. Аналогічно до мостових конструкцій, ефективним було б застосування резинових опорних частин, які б ізолювали, для прикладу фундаменти від вищезрозташованих конструкцій, при дії сейсмічних впливів. Важливою перевагою названих вище елементів є поширеність та відносно не велика вартість, що зумовили б ефективно та широке застосування при будівництві індивідуальних житлових будинків.

УДК 691

Омелян М. - аспірант

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДІЮЧІ НОРМАТИВНІ ВИМОГИ ПАРАМЕТРІВ ГРАНИЧНИХ СТАНІВ ДО ПРЯМОКУТНИХ ЗВАРНИХ ФЕРМ

Науковий керівний: к.т.н., доцент, Ковальчук Я.О.

Omelian M.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

## NORMATIVE REQUIREMENTS FOR LIMIT STATE PARAMETERS OF RECTANGULAR WELDED TRUSSES

Supervisor: Kovalchuk Y.

Ключові слова: ферма, граничний стан.

Keywords: truss, limit state.

Ферма (фр. ferme, від лат. firmus— «міцний», «сильний») — геометрично незмінна тримальна конструкція, що складається з прямолінійних стрижнів, вузлові з'єднання яких в розрахунках вважаються шарнірними. [1]

Як і до всіх інших тримальних будівельних конструкцій, прямокутні зварні ферми повинні задовольняти вимогам двох груп граничних станів.

Граничний стан – це такий стан будівельної конструкції при настанні якого подальша експлуатація такої конструкції стає неможливою. Виділяють дві групи граничних станів:

- перша група включає граничні стани, які ведуть до повної непридатності до експлуатації конструкцій, основ (будівель або споруд в цілому) або до повної (часткової) втрати несучої здатності будівель і споруд в цілому.

- друга група включає граничні стани, що погіршують нормальну експлуатацію конструкцій (основ) або зменшують довговічність будівель (споруд) у порівнянні з передбаченим терміном служби. [2]

Важливим аспектом, що не дає можливості виникнення граничного стану другої групи є виконання умови стійкості стиснутих стержнів. Так, при достатній міцності перерізу при дії нормальних та дотичних напружень, умови стійкості таким перерізом не завжди задовольняються при першій ітерації розрахунку і потребують значного збільшення січення в подальших кроках. Для стислих стрижнів ферми встановлюється гранична гнучкість, що залежить від призначення стрижня й ступені його навантаження  $\alpha = N(\phi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c)$ , де  $N$  - розрахункове зусилля,  $\phi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c$  - несуча здатність стрижня. Гранична гнучкість ( $\lambda$ ) стислих поясів, а також опорних стійок і розкосів, сприймаючих опорні реакції 180-60  $\alpha$ , інші стислі стрижні ферми 210-60  $\alpha$ , стислі стрижні зв'язків 200  $\alpha$ . Для розтягнутих стрижнів ферм, що зазнають дії динамічного навантаження, установлені наступні значення граничної гнучкості: розтягнуті пояси й опорні розкоси 250  $\alpha$ ; інші розтягнуті стрижні ферм 350  $\alpha$ ; розтягнуті стрижні зв'язків 400  $\alpha$ . [3]

### Література.

1. [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0\\_\(%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0_(%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F)).
2. [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9\\_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD)
3. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. К.: Мінрегіон України, 2006.

УДК 624.072.2.014.2

Биків Д. – ст. гр. МБнм-61

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ СТАЛЕВИХ ПЕРФОРОВАНИХ БАЛОК З РІЗНИМИ ВИДАМИ ОТВОРІВ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Підгурський І.М.

Bykiv D.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

## INVESTIGATION OF THE STRESS-STRAIN STATE OF PERFORATED STEEL BEAMS WITH DIFFERENT TYPES OF WEB OPENINGS

Supervisor: Pidgurskyi I.

Ключові слова: сталеві балки, перфорація.

Keywords: steel beams, perforation.

Перфоровані сталеві балки – це вид полегшених металевих конструкцій, що мають наскрізні отвори стінки. Перфораційні отвори, зазвичай, розміщуються рівномірно, по всій довжині балки і можуть мати різну форму та розміри.

Перфоровані сталеві балки створюють з похідної балки, найчастіше це прокатний профіль (рис. 1(а)), на якому виконують лінію розрізу (рис. 1(б, в, г, ґ)), зміщують одну частину відносно іншої і зварюють, утворюється балка більшої висоти і з більшим моментом опору ніж у похідної (рис. 1(д, е, є, ж, з)).

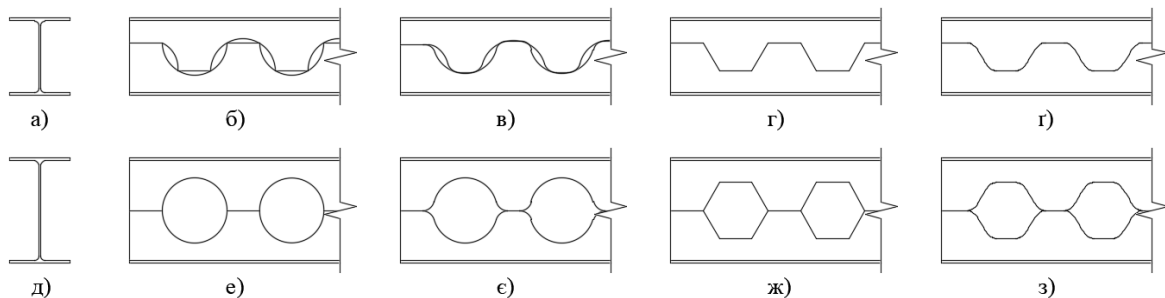


Рис. 1 – Перфоровані сталеві балки з різними видами отворів: а/д) поперечний переріз похідної / перфорованої балки; б-г) лінії розрізу: круглої, заокругленої, шестикутної і синусоїдної балки; е-з) перфоровані балки: круглі, заокруглені, шестикутні і синусоїдні

Дослідження відбувалось на основі методу скінчених елементів в розрахунковому комплексі ANSYS. Було змодельовані 4 балки з круглими, заокругленими, шестикутними і синусоїдними отворами, відповідно до рис. 1. Отримано наступні результати: при однакових похідних балках, найменшого прогину і напруження в нижньому поясі зазнає балка з синусоїдними отворами, але в ній спостерігаються локальні перенапруження в місці стику двох частин перфорації. Найменших напружень на кромці перфорації зазнає балка з круглими отворами.

Отже, перфоровані балки з круглими отворами краще використовувати в місцях де присутнє велике навантаження, а синусоїдні для зменшення прогину ригеля.

УДК 624.04

Василишин Т.– ст. гр. МБм-51, Сорочинський Є. – ст. гр. МБ-22.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ДИЗАЙНУ В ПРОЄКТУВАННІ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Сорочак А. П.

Vasylyshyn T.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **APPLICATION OF GENERATIVE DESIGN IN THE DESIGN OF BUILDING STRUCTURES**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Prof. Sorochak A.

Ключові слова: генеративний дизайн, автоматизоване проектування.

Keywords: generative design, computer-aided design.

З розвитком сучасних комп'ютерних технологій та все тіснішою інтеграцією досягнень в різних сферах науки і техніки зростає сфера застосування генеративного дизайну. Він вже набув широкого поширення в проектуванні великих інтегральних мікросхем та електронних виробів, все частіше застосовується при проектуванні виробів машинобудування та окремих елементів будівель і споруд.

Генеративний дизайн – це процес створення комп'ютерної моделі виробу, будівлі чи їх окремих елементів за допомогою комп'ютерних алгоритмів, які використовуються для генерації великої кількості можливих варіантів конструкції, кожен з яких відповідає певним заданим параметрам та обмеженням. Основними принципами генеративного дизайну є:

1. Визначення заданих параметрів, таких як розмір, форма, масштаб, матеріал та функціональні характеристики, які повинні бути враховані при генерації конструкції.

2. Встановлення обмежень та правил, які повинні бути враховані під час створення конструкції. Наприклад, обмеження на максимальний розмір, мінімальну міцність або допустимі навантаження.

3. Генерація великої кількості можливих варіантів конструкції з використанням комп'ютерних алгоритмів, які враховують задані параметри та обмеження.

4. Аналіз та оцінка кожного з можливих варіантів конструкції з використанням різних критеріїв, таких як міцність, ефективність, ергономіка, зовнішній вигляд та ін.

5. Вибір оптимального варіанту конструкції, який найкраще відповідає заданим параметрам та обмеженням.

6. Уточнення та оптимізація обраного варіанту конструкції з метою поліпшення його характеристик та виправлення недоліків.

Генеративний дизайн дозволяє створювати складні конструкції, які були б важко або навіть неможливо створити за допомогою традиційних методів проектування.

Один з основних принципів генеративного дизайну полягає у використанні алгоритмів, які враховують множину можливих варіантів конструкції та забезпечують оптимальну їх оцінку. Це дозволяє швидко виявити найбільш ефективні варіанти та зосередитися на їх подальшому розвитку.

Генеративний дизайн також базується на ідеї еволюційного проектування, що полягає у поступовому поліпшенні конструкції на кожному етапі його розвитку. Цей

принцип дозволяє створювати більш ефективні та оптимальні конструкції з кожним наступним етапом.

Основні алгоритми генеративного дизайну включають:

1. Еволюційний алгоритм – використовується для знаходження найкращого варіанту конструкції, враховуючи критерії оптимізації. В алгоритмі застосовуються операції відбору, щоб знайти найкращий варіант.

2. Генетичний алгоритм – аналогічний до еволюційного алгоритму, але з використанням генетичних операцій, таких як схрещування, мутація та відбір.

3. Алгоритм імунної системи – використовується для розробки оптимального варіанту шляхом застосування принципів імунної системи. Цей алгоритм використовує аналогію з імунною системою, щоб створити оптимальний варіант конструкції.

4. «Метод куль» – це алгоритм, який використовується для розробки оптимального варіанту конструкції, враховуючи фізичні обмеження і параметри навантаження. Він базується на розбитті області проектування на окремі кулі та використанні їх для пошуку оптимального варіанту.

5. Алгоритм навчання з підсиленням – використовується для розробки оптимального варіанту конструкції, враховуючи взаємодію з середовищем. Він базується на принципах навчання нейронних мереж з підсиленням, де агент навчається у процесі взаємодії з середовищем.

У будівництві ці алгоритми можуть бути використані для розробки оптимальної конструкції будівель, мостів, тунелів та інших споруд. Наприклад, генеративний дизайн може бути використаний для вирішення проблем зв'язаних з підвищенням ефективності використання матеріалів, зниженням вартості будівництва та підвищенням екологічної стійкості споруд.

Прикладами задач, які розв'язуються за допомогою генеративного дизайну, можуть бути:

- знаходження найкращого варіанту сталевих конструкцій, що витримують максимальне навантаження при мінімальній вартості матеріалу;
- оптимізація стінових конструкцій будівель, які враховують геометрію та товщину стіни, матеріали та навантаження;
- проектування ефективних систем водопостачання та каналізації, які враховують вимоги щодо якості води та витрат матеріалів;
- розробки оптимальних варіантів конструкції, які враховують динаміку зміни умов експлуатації споруд з часом, наприклад розробка ефективної системи енергозабезпечення будівлі, що адаптується до змін погодних умов та споживання енергії;
- побудова маршрутів евакуації та оптимізації просторового планування будівель, що допоможе забезпечити безпеку для людей у випадку надзвичайних ситуацій.

У поєднанні із сучасними засобами для аналізу міцності конструкцій, що ґрунтуються на методі скінченних елементів та забезпечують швидке і достовірне розв'язування задач механіки, генеративний дизайн є потужним та ефективним інструментом для розробки оптимальних конструкцій у будівництві, що враховують різноманітні фізичні та технічні обмеження та допомагають знизити вартість та покращити стійкість будівель до впливу навколишнього середовища.

На сьогоднішньому етапі впровадження елементів генеративного дизайну в сучасні програмні комплекси для проектування будівель і споруд лише розпочинається, проте вже зараз дозволяє вивести типові процедури проектування на якісно новий рівень.

УДК 658.26

Вітів М.–ст. гр. МБс-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОФІСНИХ БУДІВЕЛЬ**

Науковий керівник: Мещерякова О.М.

Vitiv M.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF OFFICE BUILDINGS**

Supervisor: Meshcheryakova O.

Ключові слова: офісні будівлі, енергоефективність

Keywords: office buildings, energy efficiency

Дослідження показують, що енергетичні потреби офісних будівель можливо скоротити майже на 30% за рахунок архітектурних, інженерних та інших засобів.

1. Збільшення термічного опору зовнішньої оболонки. Для зменшення тепловтрат необхідно застосовувати матеріали з високим коефіцієнтом теплоізоляції, встановлювати багатошарові склопакети з низькоемісійним покриттям, використання напівпрозорих сонячних елементів для вікон, використання високоякісних ущільнювачів для дверей та вікон, щоб забезпечити якісну герметизацію приміщення. Під час проектування будівлі необхідно оптимізувати архітектурні форми з урахуванням можливого впливу вітру та уважно працювати з деталями конструкції, щоб звести до мінімуму кількість теплової провідності, зменшити витоки повітря через містки холоду та недоліки у конструкції.

2. Покрівлю варто робити плоскою для влаштування «зеленої покрівлі» та сонячних панелей. Для кріплення останніх теж можна розглядати похилі скати з оптимальною орієнтацією та кутом нахилу залежно від географічної широти розташування об'єкту.

3. Важливими є технічні характеристики інженерних систем. Тут обов'язковим елементом є впровадження автоматичних систем регулювання опалення, вентиляції, що дозволяють забезпечити здорове та комфортне робоче середовище для працівників та зменшує споживання енергії на опалення та охолодження приміщення. Це встановлення сучасних систем: системи вентиляції з рекуперацією тепла, систем опалення та охолодження, таких як геотермальна та аеротермальна. Також можна застосовувати системи зонування, що дозволяють регулювати температуру в окремих зонах будівлі залежно від потреб користувачів. Оптимізація освітлення: застосування автоматичного управління освітленням дозволяє знизити споживання електроенергії на освітлення приміщення. Також доцільно використовувати природне освітлення та розміщувати робочі місця таким чином, щоб забезпечити оптимальне використання природного світла.

Ці архітектурно-конструктивні способи допоможуть підвищити енергоефективність офісних будівель та зменшити споживання енергії, що відповідно знизить витрати на опалення, охолодження та енергопостачання.

УДК 697.9

Гавдера С.В. - ст. гр. МБ-21

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ ЗІ ЗБЕРЕЖЕННЯМ ТЕПЛА**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Каспрук В.Б.

Gawdera S.

*Ternopil Ivan Puluja National Technical University*

## **THERMAL INSULATION OF VENTILATION SYSTEMS WITH PRESERVATION OF HEAT**

Supervisor: PhD, docent Kaspruk V.B.

Ключові слова: вентиляція, кондиціонування, теплоізоляція.

Keywords: ventilation, air conditioning, thermal insulation.

Пріоритетною метою організації систем вентиляції та кондиціонування є створення максимально комфортного кліматичного режиму у приміщеннях із мінімальними енергетичними витратами. Найчастіше при влаштуванні каналної вентиляції недостатньо лише розвести повітропроводи та герметизувати їх для запобігання виходу повітря та втрат тиску в мережі. Іноді систему вентиляції доводиться ізолювати додатковими матеріалами. У повітроводах, якими проходить холодне повітря, основна проблема – запобігання утворенню конденсату на зовнішній стороні повітропроводу. Утворення конденсату може призводити до корозійних пошкоджень повітровоходів та утворення плісняви. Крім цього, волога може просочуватися в приміщення, викликаючи при цьому пошкодження оздоблення та естетичного вигляду.

Для запобігання цього явища необхідно, щоб температура зовнішньої поверхні повітропроводу була не нижче температури точки роси повітря приміщення, в якому прокладений повітропровід. Проблема можна вирішити, якщо обладнати повітропровід теплоізоляцією, яка, поряд з низькою теплопровідністю, мала б високий опір паропроникненню. Всю вентиляційну ізоляцію можна розділити за призначенням на звукову, теплову та вогнестійку. Кожен тип ізоляційного покриття виготовляється з певних матеріалів та виконує конкретну функцію. Далі розглянемо специфіку та призначення кожного виду ізоляції [1].

Теплоізоляція вентиляції є особливо актуальною для каналних припливних систем. Функціонування будь-якої вентиляційної системи орієнтоване на забезпечення повітрообміну в приміщенні із заданою годинною кратністю. Тобто повітряні потоки в приміщенні повинні змінюватися кілька разів на годину (наприклад, у приміщеннях побутового та житлового призначення необхідна кратність повітрообміну становить 3-4). У теплу пору року теплоізоляції вентиляційної мережі особливого сенсу немає. Інша річ – зимовий період. На сьогоднішній день опалення будівель традиційними методами обходиться недешево. В зимовий період система вентиляції разом із відтічним повітрям утилізує і частину тепла з приміщень. Щоб зберегти цінні кілоджоулі для енергозбереження в системах вентиляції застосовують рекуператори, а самі димарі теплоізолюють[2].

Теплоізоляція необхідна не тільки для мінімізації теплових втрат, але й для захисту самої повітровідної магістралі. В зимовий період різниця температур між

повітрям усередині і зовні будівлі суттєво відрізняється (може досягати 30 ° С і більше). Така різниця температур може спровокувати інтенсивне скупчення конденсаційної вологи на зовнішніх стінках повітроводів, що контактують із внутрішнім повітрям, і ті починають «капати».

Надмірна конденсація вологи також може спровокувати безліч проблем, наприклад, виникнення процесу корозії металу, а також створює сирі застійні зони (якщо вентиляційна мережа лежить близько до стін або стелі), в яких з часом утворюється грибок або пліснява. Властивості теплоізоляційного матеріалу безпосередньо залежать від його вологості, тому показники волого- та паропроникності утеплювача є важливими критеріями. Чим більша вологість матеріалу, тим гірші його теплоізоляційні властивості (причому в геометричній прогресії).

При утепленні вентиляції потрібно стежити, щоб не було так званих «містків холоду». Повітропровід не повинен мати прямого контакту з іншими поверхнями (особливо з тими, що добре відводять тепло – металеві або бетонні споруди). Елементи кріплення мають бути теплоізольовані [3].

Теплоізоляція вентиляції буває внутрішньою та зовнішньою. Внутрішня теплоізоляція нетехнологічна у виробництві та незручна в експлуатації, тому широкого поширення не набула. Основні мінуси внутрішньої вентиляційної ізоляції [4,5]:

- утеплювач повинен бути достатньо щільним, щоб потік повітря, що проходить, не зривав його поверхню і не видував у приміщення;
- поверхня утеплювача повинна бути максимально гладкою, щоб не збільшувати аеродинамічний опір і не провокувати інтенсивне скупчення в перерізі повітроводу пилу та жирового нальоту;
- чищення вентиляції з внутрішньою ізоляцією вкрай трудомісткий і неефективний процес;
- внутрішня ізоляція вимагає збільшення зовнішніх габаритів магістралі за збереження розрахункового прохідного перерізу.

Матеріали, з яких виготовляються вентиляційні утеплювачі, мають власну акустичну ефективність, тобто здатні частково поглинати вібрації та звукові хвилі. Сучасний ринок будівельних матеріалів найчастіше пропонує споживачеві комбіновану ізоляцію для вентиляції: теплову та звукову.

1. ДСТУ Б А.2.4-41:2009 Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря.

2. ДСТУ Б СЕН/TR 14788:2015 Вентиляція будівель. Проектування та визначення характеристик систем вентиляції житлових будинків.

3. Обґрунтування вибору схеми рекуперації тепла відпрацьованих технологічних газів на підприємствах / І. Я. Стадник, С. М. Балабан, В. Б. Каспрук, А. В. Деркач // Екологічна безпека держави: тези доповідей Другого всеукраїнського круглого столу, м. Київ, 15 грудня 2021 року/ редкол. О. С. Волошкіна та ін. К.: ІТТА, 2021. С.120-123. № 619285-ЕРР-1-2020-1FI-ЕРРКА2 СВНЕ-JP (15.11.2020–14.11.2023).

4. ДСТУ Б EN 13779:2011 Вентиляція громадських будівель Вимоги до виконання систем вентиляції та кондиціонування повітря.

5. Stadnyk I., Balaban S., Kaspruk V. and Derkach A. (2022). Assessment of economic expediency of heat utilization technology use at food industry enterprises. Galician economic journal, vol. 77, no 4, pp. 7-12.



УДК 691:624.01

Гавришко С.–ст. гр. МБ-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СУЧАСНІ БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ: ІННОВАЦІЇ, ТЕХНОЛОГІЇ ТА ТRENДИ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Коваль І. В.

Havrushko S.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

### **MODERN BUILDING MATERIALS: INNOVATIONS, TECHNOLOGIES AND TRENDS**

Supervisor: Ph.D., associate professor Koval I. V.

Ключові слова: будівельні матеріали, розумне скло, еластичний бетон.

Keywords: building materials, smart glass, elastic concrete.

Будівельна індустрія продовжує розвиватися, шукаючи нові матеріали та технології, які можуть поліпшити якість будівництва, зробити його ефективнішим та екологічним.

Одним з таких матеріалів є «розумне скло». Цей матеріал має властивість змінювати свою прозорість залежно від умов довкілля. Наприклад, воно може змінювати свій колір, коли сонце сяє яскраво, або змінити свою прозорість залежно від освітлення. З цього матеріалу можна виготовляти скляні стіни та вікна, підвищуючи енергоефективність будівель та споруд. Окрім цього, одним із прикладів матеріалів, які забезпечують енергоефективність будівлі, є матеріали, що вивчається фотовольтаїкою – наукою, яка досліджує перетворення сонячного випромінювання в електрику. Ці матеріали можуть бути використані для покрівель та інших поверхонь будівлі, що дозволить зменшити залежність будівлі від електромережі та знизити витрати на опалення та охолодження. Ще один інноваційний матеріал – «еластичний бетон». Цей матеріал містить спеціальні полімерні добавки, які дозволяють йому розтягуватися та згинатися без пошкоджень. Це означає, що еластичний бетон може забезпечити більшу стійкість до землетрусів та інших природних катаклізмів. Також існують, так звані, «самовідновлювальні» матеріали, які забезпечують самовідновлення бетону. Принцип технології простий: в бетон додають капсули з конкретними бактеріями та поживними речовинами для них або капсули певного полімеру: їх дія активувалася, щойно туди потрапляла вода та сонячні промені. Потрісканий бетон був відновлений внаслідок заповнення тріщини відповідними матеріалами.

Будівельні матеріали майбутнього можуть змінити спосіб будівництва будинків та інших споруд. Наприклад, їх виготовляють з легкого і міцного скловолокна або вуглеволокна. З їх допомогою можна створювати конструкції, здатні витримувати великі навантаження.

Загалом, інноваційні будівельні матеріали можуть забезпечити більшу ефективність, стійкість та екологічність будівництва. Вони можуть бути використані для створення конструкцій, які є більш легкими та міцними, а також для створення енергоефективних та екологічних будівель. У зв'язку з цим, будівельна індустрія стає все більш технологічною та інноваційною.

УДК 691

Гришков Д. – ст. гр. МБнм-61

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗА ВИБУХУ

Науковий керівник: д.т.н., доцент Ясній В.П.

Hryshkov D.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## MODELLING THE BEHAVIOUR OF REINFORCED CONCRETE ELEMENTS IN AN EXPLOSION

Supervisor: Yasniy V.

Ключові слова: сплав пам'яті форми, підсилення конструкцій, вибух.

Keywords: shape memory alloy, reinforcement of the structure, explosion.

Випробування бетону вибухом – це вид випробувань бетону, який використовують для перевірки його поведінки в специфічних умовах. Метод полягає в підриві вибухового заряду заданої маси на заданій відстані від зразка та оцінці результатів і порівняння їх з іншими.

Подібні дослідження найчастіше проводяться для оцінки наслідків можливих аварійних ситуацій, перевірки характеристик матеріалів, або у військових цілях з метою розробки вибухостійких споруд.

Всі дослідження виконувалися у середовищі ANSYS з використанням методу скінченних елементів. В обох випадках була використана модель залізобетонної балки, яка має верхній та нижній пояс арматури (рис. 1(а)). Але в другому випадку середня частина нижнього поясу арматури була замінена на сплав пам'яті форми NiTi (рис. 1(б)). Також над балкою був закріплений вибуховий заряд (рис. 1(а)).

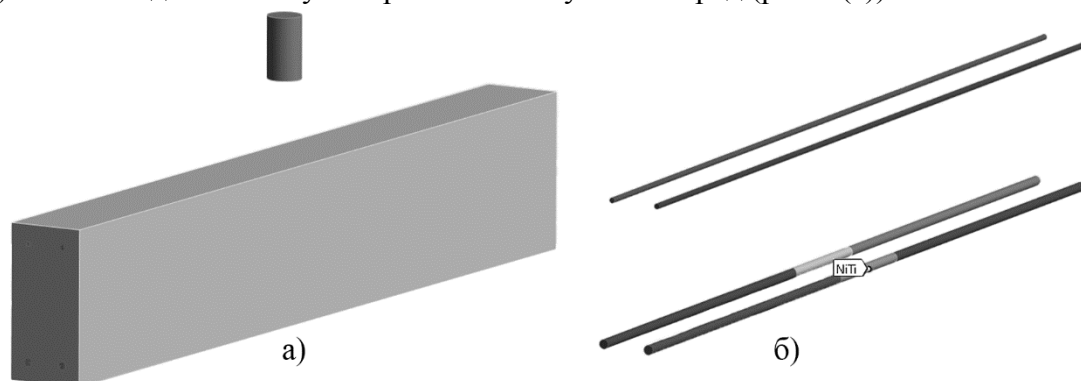


Рис. 1 – Досліджувана залізобетонна балка: а) вигляд балки та закріпленого вибухового заряду; б) вигляд арматури та вставки NiTi

За результати дослідження: вставка з NiTi зменшує напруження в арматурі та дає певний запас міцності для конструкції, але незначним чином збільшує прогин балки після дії вибухового навантаження.

Отже, використання такого сплаву в місцях найбільших напружень може допомогти конструкції впоратися з вибуховим навантаженням та прослужити довше.

УДК 624.012.

Карпо Г.–ст. гр. МБЗс-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ФОРМУВАННЯ БУДІВЕЛЬ СОЦІАЛЬНОГО ЖИТЛА**

Науковий керівник: Мещерякова О.М.

Карпо Н.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **FORMATION OF SOCIAL HOUSING BUILDINGS**

Supervisor: Meshcheryakova O.

Ключові слова: житло соціального призначення, індустріальні методи будівництва

Keywords: social housing, industrial construction methods

Внаслідок значних руйнувань житлового фонду потреба населення в житлі зросла та й надалі зростатиме. Тому питання будівництва житла соціального призначення, підвищення темпів будівництва, зменшення затрат на будівництво та експлуатацію при збереженні якості та комфортності житлового середовища є актуальним питанням до розгляду.

Забезпечення новими житловими об'єктами розглядається на двох рівнях – створення тимчасового житла в максимально короткі терміни та швидке будівництво індустріальними методами соціального житла, яке надається постраждалим державою або органами місцевого самоврядування.

Основними характеристиками житла соціального призначення можна назвати традиційні: оптимізація площ (мінімально необхідні ергономічні параметри приміщень) та раціональний підбір архітектурно-конструктивних рішень з метою максимального зниження собівартості соціального житла без втрати якості - мінімізація матеріальних та трудових ресурсів, відповідність встановленим сучасним вимогам міцності, надійності, протипожежним та санітарним нормам, а також вимогам, які стають рівнозначними з першими сьогодні – бути комфортним для проживання та мати можливість перепланування житлової одиниці зі зміною складу сім'ї, бути естетично привабливим, відповідати вимогам енергоефективності та інклюзивності та, що важливо – забезпечувати низькі експлуатаційні витрати надалі. Доступне житло повинно проектуватись базуючись на принципах сталого розвитку.

Розглянемо деякі фактори, що впливають на вибір параметрів будівель соціального житла. Вимоги економічності обмежують поверховість будівель, адже висотне будівництво є більш затратним в порівнянні з малоповерховим (до 9 м) та багатоповерховим будівництвом (до 26,5 м). Підбір матеріалу для несучих та огорожуючих конструкцій будівель також визначатиме поверховість, адже згідно з протипожежними вимогами поверховість обмежується 1-2 поверхи для будівель III-V ступеня вогнестійкості та 5 поверхів – III ступеня.

Матеріал каркасу. Розглянемо кілька варіантів:

Будівлі з використанням модульних конструкцій: такі конструкції можуть бути виготовлені в цеху та доставлені на місце монтажу. Це дозволяє значно скоротити час будівництва та знизити вартість будівництва. Модульні конструкції можуть бути

виготовлені зі сталі, дерева, бетону, пластмас або інших матеріалів та можуть бути використані як для тимчасового, так і для постійного житла.

Будівлі з використанням технології незнімної опалубки: ця технологія полягає в зведенні будинків з блоків, які виготовляються з пінополістиролу. Ці блоки мають добру здатність до збереження тепла та можуть бути використані для зведення екологічно чистих та енергоефективних будівель.

Каркасні будівлі. Одним із досліджених варіантів для будівництва соціального житла є збірно-монолітний безкапітельно-безбалковий каркас з мінімальною кількістю типорозмірів збірних конструкцій. Система являє плоскі залізобетонні перекриття безпосередньо поєднані з колонами за рахунок прогресивних вирішень їх стиків, без балок консолей та капітелей колон. При цьому каркасна система дозволяє умовно вільне планування внутрішнього простору.

Архітектурно-будівельна система «РАМПА» (аббревіатура: рама-панель) є альтернативою панельному житловому будівництву і призначена для проектування і зведення п'яти-шестиповерхових житлових будинків. Складається з обмеженого набору елементів (плоскі рами-панелі і панелі перекриттів), що породжують нескінченно велику варіантність їх об'єднання в просторові композиції. Панелі перекриттів в сукупності з рамами є базовими елементами каркасу, який зводиться за принципом «дитячого конструктора». При цьому, використання звичайного або легкого залізобетону обмежується тільки несучими елементами.

Панельні та великоблокові будівлі. У процесі створення соціального житла перспективним варіантом є використання індустріального панельного та великоблокового будівництва як бази, за умови, що заводська технологія виготовлення буде модернізована, а будинки отримують високі якості теплового захисту, що відповідає сучасним вимогам ДБН, а також якісне зовнішнє оздоблення. Внутрішній простір при цьому є визначений конструкцією та не дозволяє варіативність та зміну архітектурно-планувальних рішень.

Чинники, які також впливають на проектування та будівництва соціального житла:

- для зменшення вартості логістики конструкції та матеріали повинні максимально використовувати місце виробничу базу будівельної індустрії;
- конструкції повинні мати вагу та параметри, що враховують наявні засоби транспортування та монтажу та допускають перевезення по бездоріжжі;
- доставка та монтаж повинні бути механізовані та враховувати наявні в регіоні засоби.

Окрім підбору відповідних об'ємно-планувальних, конструктивних та технологічних рішень важливою сферою в темі соціального житла є створення умов для якісної реалізації проектів будівництва. Це – застосування ВІМ технологій задля раціоналізації всіх етапів: зниження витрат будматеріалів та економія фінансових ресурсів, скорочення термінів будівництва; зниження ймовірності помилок, контроль ключових показників і дотримання термінів виконання робіт та зменшення вартості розроблення проектів; мінімізація наявності складських запасів безпосередньо на будівництві та інше. А на етапі експлуатації – це якісний контроль за поточним станом всіх систем в будівлі та конструкції в цілому.

УДК 69.07

Катрій Ю. - ст. гр МБмн-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ЗБІРНО-МОНОЛІТНОЇ РАМИ**

Науковий керівний: к.т.н. Гудь М.І.

Katrii Yu.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **MODELLING THE PERFORMANCE OF A PREFABRICATED MONOLITHIC FRAME**

Supervisor: Hud M.

Ключові слова: залізобетонна рама, монтажні навантаження, моделювання.

Keywords: reinforced concrete frame, installation loads, simulation.

Будівництво житла для конкретного споживача спричинило численні посилення архітектурних вимог, а, отже, і зміни підходів до проектування та конструювання житлових будівель.

На сьогодні замість стандартного типового будівництва проглядається перехід до персональних архітектурних рішень житлових будинків. У таких будинках виникла необхідність надавати просторі та трансформовані планувальні рішення, що виключають монотонність та одноманітність. Разом з цим, нинішній комфорт, властивий сучасним будинкам та зручність проживання, повинні поєднуватися з мінімальними витратами на їх будівництво та подальшу експлуатацію.

Саме тому виникла необхідність у чисельному дослідженні напружено-деформівного стану збірно-монолітної рами, що сприймає монтажні та експлуатаційні навантаження на різних стадіях монтажу і включають спільну роботу збірну та монолітну частину ригеля.

Для чисельного моделювання застосовувався програмний комплекс «Ліра». У цьому програмному комплексі (ПК) реалізовано чисельний метод дискретизації – метод скінченних елементів (МСЕ). ПК «Ліра» дозволяє розраховувати моделі з кількістю скінченних елементів до кількох десятків тисяч.

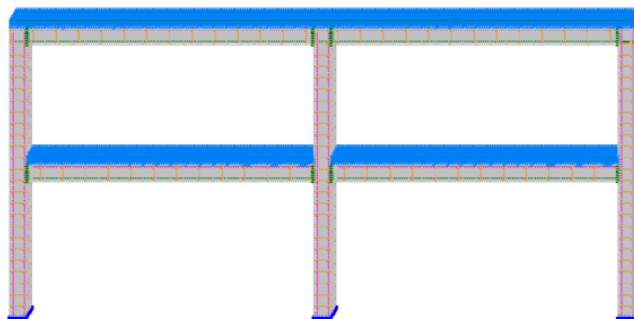


Рис. 1. Розрахункова схема рами

### **Література.**

1. Гудь М. Фактори впливу на міцність та ефективність бетону / М. Гудь М., Г.М. Крамар, І. Гудь // Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій: матеріали Міжнар. науково-техн. конф. до 100 річчя з дня заснування НАН України та на вшанування пам'яті Івана Пулюя (100 річчя з дня смерті), 2018. - С. 44-45.

УДК 691

Лопаський В. - ст. гр МБмн-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ВЕРМИКУЛІТУ В БУДІВНИЦТВІ**

Науковий керівний: к.т.н., професор, Бодрова Л.Г.

Lopatskyi V.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **APPLICATION OF VERMICULITE IN CIVIL ENGINEERING**

Supervisor: Bodrova L.

Ключові слова: утеплювач, вермикуліт.

Keywords: heat insulation, vermiculite.

На сьогодні в будівництві присутня одна з акцентованих проблем як для новобудов, так і для експлуатованих будівель і споруд - це їхнє утеплення.

Застосовуючи спучений вермикуліт, можна домогтися розв'язання цієї проблеми зі значним економічним ефектом. Одночасно зі зменшенням витрат на збереження тепла в будівлях і спорудах розв'язуються такі проблеми, як їхній вогнезахист, шумовипромінювання і звукопоглинання внутрішніх приміщень, а також низка інших проблемних питань, що виникають при облаштуванні будинків і споруд.

Серед величезної кількості видів мінеральної сировини найбільш прийнятними є силікати та їхні різновиди, що являють собою складні композиції, які містять оксид. До них належить сировина як природного, так і техногенного походження. А серед природних мінералів найбільш затребуваними є перліт і вермикуліт. Ці мінерали після теплової обробки знайшли широке застосування у складі композиційних матеріалів і як основа в теплоізоляційних матеріалах і конструкціях. [1]



Рис. 1. Загальний вигляд плити із вермикуліту

Оштукатурювання стін бетоно-вермикулітовими сумішами зовні захищає їх від негоди і різких температурних перепадів, перешкоджає ураженню пліснявою і комахами, а також штукатурні утеплювальні суміші актуальні і для внутрішнього оздоблення: їхні шари наносять звичними інструментами, їх легко затирають, вони набувають естетичного зовнішнього вигляду. "Теплі штукатурки" на основі вермикуліту мають високу паропроникність, що сприяє нормальній саморегуляції температурно-вологісного режиму. Застосування "теплих штукатурок" дає змогу зменшити товщину багат шарової огорожувальної конструкції без втрат теплоізоляційних якостей.

### **Література.**

1. Бурак М. П., Рищенко Т. Д. Будівельне матеріалознавство. Харків : Харківська національна академія міського господарства, 2007. 126 с.
2. Кривенко П. В. та ін. Будівельне матеріалознавство. Київ : Ліра-2, 2012. 624 с.

УДК 624, 540, 691

Стельмах Р. - ст. гр. МБнм-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **КАРБОНОВЕ ВОЛОКНО В БУДІВНИЦТВІ**

Наукові керівники: к.т.н., доцент Коваль І., ст. викладач Грицеляк Р.

Stelmakh R.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **CARBON FIBER IN CONSTRUCTION**

Supervisors: PhD Associate professor Koval I., Senior lecturer Grytseliak R.

Ключові слова: карбонове волокно, будівництво, інновації

Keywords: carbon fiber, construction, innovation

Тенденції в галузі будівельних матеріалів свідчать про зростаючу перевагу інноваційного карбонового волокна в будівельних матеріалах різного призначення. Карбонове волокно - це полімер, що складається з довгих тонких ниток атомів карбону, з'єднаних у кристалічну структуру. Для заданого поперечного перерізу цей матеріал у п'ять разів міцніший за сталь, набагато легший і вдвічі жорсткіший.

### **Карбонове волокно в будівництві**

Використання карбонового волокна в якості будівельного матеріалу набуває все більшого визнання. Один з його різновидів, пултудоване карбонове волокно (виготовлене шляхом протягування покритих смолою скляних волокон через нагріту фільтру), має кілька характеристик, які роблять його придатним для використання в будівництві житлових і комерційних будівель з наступних причин:

- Це міцний і довговічний матеріал.
- Стійкість до втоми і гнучкість роблять його більш стійким до тріщин, ніж традиційні матеріали, такі як сталь і бетон, особливо при багаторазовому впливі навантаження.
- Він має більшу міцність на стиск і може витримувати більший тиск. Завдяки вищій стійкості до вологості, дощу, радіації та хімічних речовин, конструкції, покриті карбоновим волокном, ефективно працюють за будь-яких умов навколишнього середовища.

### **Застосування карбонового волокна в будівельній галузі**

Сприятливі властивості карбонового волокна зумовили його широке використання в будівельній галузі. До типових застосувань відносяться

- **Збірне залізобетонне будівництво:** Традиційно в зовнішніх внутрішніх частинах збірних залізобетонних конструкцій використовується арматура зі сталеві сітки. Ці сталеві елементи все частіше замінюються листами і сітками з карбонового волокна. Зварна сталева сітка, яка зазвичай використовується в будівництві бетонних перекриттів, може бути замінена сіткою з карбонового волокна, щоб зменшити вагу і досягти бажаної хімічної інертності. У випадку сендвіч-панелей карбонове волокно може використовуватися як зсувна сітка або ферма. У армованому фібробетоні карбонове волокно є вигідною заміною сталі, оскільки волокно виготовляється з поліакрилонітрилу. Крім того, заміна азбесту на карбонове волокно при приготуванні фіброцементу покращує якість повітря.

- **Армування:** Карбонове волокно все частіше використовується для зовнішнього зміцнення конструкцій, наприклад, у бетонних колонах. Це усуває потребу в додатковому анкеруванні, заощаджуючи таким чином час і кошти.
- **Будівництво мостів:** Карбонове волокно широко застосовується в будівництві несучих конструкцій мостів, кабелів, настилів і опор з карбонового волокна. Зазвичай для армування та попереднього напруження бетону для мостів використовується сталь. Однак у ряді застосувань замість неї використовується карбонове волокно, оскільки цей матеріал стійкий до корозії, має довший термін служби і є більш стійким до перепадів температур, вологи та хімічних впливів.
- **Ремонт напружених конструкцій:** Конструкції з армованого або попередньо напруженого бетону зазвичай ремонтують за допомогою армованих волокнами полімерних (FRP) ламінатів. FRP-ламінат прикріплюється до конструкції, що ремонтується, за допомогою смоли. Ця технологія покращує здатність балок і плит до зсуву та згинання, а також підвищує міцність колон і вимагає мінімальної додаткової уваги.

#### **Недоліки карбонового волокна в будівництві**

Карбонове волокно дорожче за інші матеріали. Однак, хоча сталь і алюміній дешевші, вони вимагають більше робочої сили для обробки матеріалу.

#### **Карбонове волокно та сталий розвиток**

Карбонове волокно набуло широкого поширення в будівельній галузі завдяки своїй міцності, легкій вазі та економічній ефективності. Однак це викликало занепокоєння щодо його сталості.

Виробництво карбонового волокна є енергоємним процесом, особливо для окислення та карбонізації. Щоб підвищити загальну стійкість і зменшити карбоновий слід, багато виробників використовують "зелену" енергію (вітер / сонце). Безсумнівно, як і будь-який інший матеріал, що передбачає тривалий і енергоємний процес виробництва, виробництво карбонового волокна потенційно загрожує навколишньому середовищу.

Однак цей вплив можна пом'якшити завдяки відповідальному виробництву та використанню "зеленої" енергії для живлення процесу.

#### **Приклади використання карбонового волокна в будівництві.**

Відомим прикладом застосування карбонового волокна в будівельній індустрії є плаваючий дах з карбонового волокна, який розроблений компанією Apple, щоб споживати менше енергії та бути екологічно стійким.

Ще один приклад першого у своєму роді застосування армованого волокном пластику можна знайти в кампусі Дрезденського технічного університету, Німеччина. Будівля університету, Карбонхаус, є першою в світі, яка була укріплена за допомогою карбонового волокна, щоб замінити більш традиційні матеріали, такі як бетон і сталь.

#### **Висновок**

Перспективи широкомасштабного використання карбонового волокна в будівництві є дуже багатообіцяючими. Карбонове волокно допомагає будівельникам задовольнити жорсткі вимоги до допусків, забезпечує легкий і швидкий монтаж і допомагає знизити витрати на обслуговування. Враховуючи різноманітні переваги, які воно може запропонувати, карбонове волокно, безумовно, є матеріалом майбутнього. Темпи його ширшого застосування в нових сферах будуть залежати, головним чином, від потужності існуючих виробничих потужностей. Отже, виробники повинні взяти на себе зобов'язання щодо збільшення потужностей і докласти зусиль, щоб стимулювати його впровадження.



УДК 621.326

Тучак І. - ст. гр. МБнм-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПЛИВ ЯЄЧНОЇ ШКАРАЛУПИ НА ВЛАСТИВОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ**

Науковий керівник: к.т.н, доцент Ковальчук Я.О.

Tuchak I.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **THE EFFECT OF EGGSHELL ON THE PROPERTIES OF BUILDING MATERIALS**

Supervisor: Assoc.Prof., Ph.D., Kovalchuk Y.O.

Ключові слова: міцність, яєчна шкаралупа, теплопровідність.

Keywords: strenght, eggshell, thermal conductivity

Яєчна шкаралупа є одним із варіантів екологічної складової виробу. Цю сировину приймають за відходи, близько 26,3 % відправляється на звалища, замість того, щоб використати в інноваційному будівництві. Також їй знайшли застосування в якості сполучних речовин, наповнювачів та дрібнодисперсних заповнювачів [1]. Попередні дослідження в яких використовували цю сировину, як доповнювач в бетоні, були результативні з точки зору фізико-механічних властивостей .

Метою роботи є виявлення яєчної шкаралупи на властивості будівельних матеріалів .

Завданням є дослідження впливу яєчної шкаралупи в різних пропорціях і з різними в'язучими речовина на міцність і теплопровідність отриманих результатів.

Дослідження на міцність виконано на зразках у вигляді кубиків 100x100x100 мм стисканням їх за стандартизованими методиками для бетонів [2]. Для розрахунку теплопровідності обрали зразок, як у типової керамічної цегли (250x120x65 мм) за використовуваними іншими дослідниками методиками [3].

Досліди проводилися на базі науково-дослідницької лабораторії ТНТУ в нормальних умовах низької вологості та стабільної температури 20 °С. Для того, щоб перевірити міцність, експерименти проводилися на чотирьох суцільних зразках з додавання різного співвідношення яєчної шкаралупи до піску 100%, 50 % та 10 %. Для перевірки теплопровідності було використано три типи в'язучих: цемент, рідке скло і рідке скло з додаванням  $\text{CH}_3\text{COOH}$  та  $\text{NaHCO}_3$ .

Перед дослідження було проведено усі необхідні заміри для контролю результатів. Якщо при перевірці на теплопровідність маса зразка зменшується більше ніж на 10%, то дослід проводиться ще раз при зниженні температури зразка до температури навколишнього середовища.

Виконавши дослідження, було знайдено зразок з найбільшим часом теплопередачі, а також оптимальну кількість яєчної шкаралупи для досягнення міцності. Для удосконалення ефективності вимірювання теплопровідності було виготовлено зразок із двома внутрішніми отворами розмірами 80x80 мм і ще раз проведено експеримент.

Отже, зробивши дослідження, було встановлено зміни у властивості будівельних матеріалів. Провівши випробування міцності, виявлено, що вміст яєчної шкаралупи в кількості 10% збільшив зусилля руйнування зразка на 2,7 %, а в

кількості 50 % на 3,2 %, в порівнянні зі зразками без її вмісту. За результатами дослідження теплопровідності виявлено, що додавши 10% дослідної сировини, теплопровідність зразків зменшилася на 4,6 %, а при додаванні 20% на 5,8% у порівнянні зі зразками без використання ячної шкаралупи. Зразки, що були найбільш вдалимими потребують продовження дослідження на теплопровідність, фізико-механічні властивості та вплив навколишнього середовища.

#### Література:

1. Eggshell powder as partial cement replacement and its effect on workability and compressive strength of concrete [Електронний ресурс] / А.А.Jhatial, S.Sohu, M.J.Memon, N.-u-K.Bhatti, D.Memon, 2019. –71р. Режим доступу: <https://science/article/pii/S2214509523000219>
2. ДСТУ Б В.2.7-214:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками
3. ДСТУ Б В.2.7-182:2009 Будівельні матеріали. Методи визначення терміну ефективної експлуатації та теплопровідності будівельних ізоляційних матеріалів у розрахункових та стандартних.

УДК 534.134.

Баб'як Д. – аспірант

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОТРИМАННЯ ТВЕРДИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ ВИХІДНИХ КОМПОНЕНТІВ НАНОРОЗМІШВ**

Науковий керівник : к.т.н., доц. Крамар Г.М.

Babiak D.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **TECHNOLOGICAL ASPECTS OF MANUFACTURING HARD ALLOYS BASED ON NANO-SIZED INITIAL COMPONENTS**

Supervisor: Kramar H.M. PhD, Assoc.Prof.

Ключові слова: тверді сплави, нанопорошки, технологія.

Keywords: hard alloys, nanopowders, technology.

Відомо [1], що використання вихідних матеріалів нанорозмірів спричиняє зміну основних властивостей матеріалів – механічних, електричних, магнітних тощо. Особливі перспективи має розроблення твердих сплавів на основі карбіду титану з легуючими карбідами та металами зв'язки нанорозмірів. Додавання до складу нано-WC з розміром зерен 150-200 нм змінює хімічний склад металевої зв'язки, підвищує розчинність W в TiC [2] і сприяє отриманню більш дрібнозернистої структури [3]. При цьому зростає не лише твердість, але й в'язкість сплавів [4]. Використання нано Ni розміром 70 нм стимулює зміцнення зв'язки за рахунок дифузії металів карбідів та утворення як гомогенних карбідних зерен, так і зерен з кільцевою структурою [5]. Крім того, суттєвий вплив на мікроструктуру і властивості твердих сплавів мають

технологічні параметри процесу на всіх стадіях виготовлення сплавів методом порошкової металургії. Однак, широке використання нанотехнологій обмежується схильністю до утворення агломератів і низькою здатністю до пресування нанопорошків, їх високою реакційною взаємодією з киснем, труднощами збереження розмірів при спіканні.

Метою даної роботи є розроблення технології виготовлення твердих сплавів на основі карбиду титану, легованих компонентами нанорозмірів.

На етапі отримання гомогенної суміші, враховуючи те, що до складу сплавів входять як дрібнодисперсні, так і нанопорошки, а також для запобігання забруднення сплавів матеріалом тіл, що розмелюють, важливо скорочувати час механічного подрібнення. З різних типів млинів доцільно використовувати планетарний, який забезпечує інтенсивний помол за короткий час. Стадія пресування порошків теж має свої особливості. При двосторонньому пресуванні і підвищеному питомому тиску пресування забезпечується зниження залишкової пористості і більш рівномірний розподіл зерен по об'єму заготовки. Використання порошків нанорозмірів приводить до підвищення поверхневої енергії, швидкості і величини усадки пресовок при спіканні, особливо на початковій стадії. Тому потрібно застосовувати пришвидшене нагрівання у вакуумі до температури спікання 1450°C, скорочувати час ізотермічного витримування до 20 хвилин. Після спікання доцільно використовувати термокомпресійну обробку.

1 Наноматеріали, нанотехнології, нанопристрої / Боровий М.О., Куницький Ю.А., Каленик О.О., Овсієнко І.В., Цареградська Т.Л. – Київ: «Інтерсервіс», 2015. – 350 с.

2. Influence of the nano-WC content and sintering temperature on the phase composition of hard alloys in the system TiC–WC–VC–NiCrS /Ya. Pukas, L.A. Zinko, N.V. German etc. // Physics and chemistry of solid state. -V. 21, No. 3 (2020) pp. 496-502.

3. Automated Method for the Evaluation of the Dimensional Characteristics of Microstructural Components of Hard Alloys Based on TiC–VC–Nano-WC / Yu. V. Obukh, L. H. Bodrova, B. P. Rusyn etc/ // Mater Sci 52, 222–226.

4. Relationship between the structure and properties of polycarbide based hard alloys with nano-WC addings / Bodrova, L., Kramar, H., Koval I. Mul, O., Marynenko, S.// Euro PM2014 Proceedings (Salzburg, Austria, 21-24 September, 2014) EPMA.- London, UK., 2014. Cermets-19\_P3\_EP140178.

5. Influence of nano-Ni on the microstructure of multcarbide-based alloys / I Koval, L Bodrova, H Kramar etc/ // Procedia Structural Integrity 36, 51-58.

УДК 624

Фуйчак В., Нижник С. - ст. гр. МБс-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ЕКОЛОГІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ БУДІВЕЛЬ**

Науковий керівник: ст. викладач Грицеляк Р.

Fuychak V., Nyzhnyk S.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **PRACTICAL APPROACHES TO ECOLOGICAL DESIGN OF BUILDINGS**

Supervisor: Senior lecturer Grytseliak R.

Ключові слова: екологія, будівництво, інновації

Keywords: ecology, construction, innovation

Слово «екологічний» сьогодні часто використовується. Здається, що кожен продукт, послуга та людина намагаються бути більш екологічними, і ми бачимо цю тенденцію в дизайні будівель навколо нас.

Житлові та комерційні об'єкти встановлюють сонячні батареї та шукають нові шляхи відповідального споживання енергії. Зрозуміло, що серед людства зростає зацікавлення до життя та роботи в екологічно чистих будівлях.

Але що насправді означає екологічний дизайн будівель? І які ключові практики сприяють розвитку сталого проектування будівель?

Екологічне проектування будівель — це цілісне застосування стійких технологій архітектури, будівництва, планування, дизайну інтер'єру та озеленення будівель для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Сталість будівництва спрямована на мінімізацію або усунення надмірного споживання енергії, зменшення відходів і створення балансу між штучним і природним.

### **Стратегії та цілі екологічного проектування будівель.**

Переваги впровадження екологічно безпечного дизайну величезні. Від економії коштів до зручності та комфорту, будинки, розроблені з використанням екологічно чистих елементів, можуть приносити задоволення.

Деякі типові стратегії, які використовуються для створення екологічно безпечної будівлі, включають:

**Пасивний екологічно чистий дизайн** – такі елементи дизайну, як природне освітлення, вентиляція та методи теплової маси.

**Активний екологічно чистий дизайн** – такі елементи дизайну, як енергозберігаючі системи опалення, вентиляції, кондиціонування повітря, електроприлади та освітлення, а також сантехніка.

**Відновлювані джерела енергії** – енергетичні системи, які використовують такі природні ресурси, як сонце та вітер, для забезпечення електроенергією будівлі.

Такі стратегії сталого розвитку, як ця, мають однакову мету: зменшити вплив на навколишнє середовище, одночасно створюючи функціональний красивий простір. Зокрема, екологічно чисте проектування будівель може мати кілька цілей:

**Будівля з нульовим балансом** – будівля, яка виробляє приблизно таку ж кількість енергії, яку споживає щорічно.

**Будівля з нейтральним викидом вуглецю** – будівля, яка не використовує викопне паливо та не сприяє викидам парникових газів.

**"Живі" будинки** – амбітна структура акредитації для будинків, які створюють власну енергію, збирають і обробляють всю воду, працюють з використанням нетоксичних відновлюваних ресурсів, прославляють дизайн що створює середовище, яке оптимізує фізичне та психологічне здоров'я та благополуччя, а також підтримці справедливого та рівноправного світу.

**Ключові приклади підходів до екологічного дизайну будівель.**

Є будь-яка кількість екологічно чистих елементів дизайну, які можна включити в будівлю. Не кожен із цих підходів потрібно включати в проект будівлі, щоб зробити його стійким. Але включення будь-якого з цих ключових прикладів екологічного дизайну будівель може значно підвищити фактор екологічності будинку.

**Використання природного освітлення** - створення оптимального сонячного освітлення – це чудовий спосіб забезпечити енергетичну незалежність і природним чином зіграти внутрішній простір.

**Природна вентиляція** - подібно до того, як надходження сонячного тепла через вікна може допомогти зменшити витрати на опалення, природна вентиляція допомагає охолоджувати внутрішні приміщення, не покладаючись на традиційне кондиціонування повітря. Вітрова вентиляція використовує вікна та вентиляційні отвори на даху для створення повітряного потоку.

**Ефективне використання простору** - це максимально використати простір. Завдяки продуманому дизайну можна усунути зайвий простір, що призводить до зменшення будівельних матеріалів і меншої площі для опалення чи охолодження.

**Екологічно свідоме управління дощовою та талою водою** - у природному світі дощова вода поглинається назад у землю. Але тротуар та інші тверді покриття перешкоджають природному поглинанню дощу та змушують дощову воду, намарно стікати по вулиці у зливові канали.

**Системи відновлюваних джерел енергії** - системи стають все більш популярними, оскільки технологічні інновації знижують витрати. У поєднанні зі стратегіями пасивного проектування, такими як добре ізольовані огорожувальні конструкції, природне освітлення та вентиляція, системи відновлюваної енергії можуть значно допомогти у забезпеченні надійної та економічної енергоефективності.

**Якісні будівельні матеріали та конструкції** - зрештою, надійна будівля настільки хороша, наскільки хороші професіонали з проектування та будівництва, які стоять за нею. Перероблені матеріали також можуть бути використані в проекті будівлі з величезним успіхом. Крім того, важливо пам'ятати, що робота з компетентними професіоналами-будівельниками призведе до структурно надійної будівлі з меншими втратами енергії та більшої довговічності протягом життєвого циклу будівлі.

**Збереження зв'язку з природою** - розумний енергетичний та екологічний дизайн може використовувати природний ландшафт, щоб допомогти з використанням енергії та потребами зрощення. Завдяки стратегічному використанню місцевих рослин, дерев і трав можна покращити якість ґрунту та утримання води. Не кажучи вже про те, що навмисне розміщення дерев може створити тінь для пом'якшення сонячного тепла в найспекотніший час доби.

**Повторне адаптивне використання** - існуючі будівлі можна модернізувати, щоб вони стали більш енергоефективними за рахунок утеплення, кращих вікон і ефективніших приладів та систем опалення чи кондиціонування.

УДК 69.07

Чевелюк А. - ст. гр МБмн-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСОБЛИВОСТІ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕРЕВИНИ**

Науковий керівний: к.т.н. Баран Д.Я.

Cheveliuk A.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **FEATURES OF WOOD DURABILITY**

Supervisor: Baran D.

Ключові слова: дерев'яні конструкції, довговічність.

Keywords: wooden structures, durability.

Сучасне містобудування стикається з проблемами, пов'язаними з реконструкцією та ремонтом існуючих будівель, а також з пошуком способів подовження терміну їх експлуатації на етапі будівництва. У будівництві дерево завжди було популярним матеріалом для несучих та огорожувальних конструкцій. Більшість дерев'яних конструкцій може експлуатуватись протягом понад 60 років, що перевищує рекомендований технічною літературою термін.

Діючі нормативно-технічні документи передбачають забезпечення достатньої несучої здатності дерев'яних конструкцій на усьому періоді їх експлуатації. Вони враховують особливості роботи деревини як конструкційного матеріалу, зокрема її анізотропію фізико-механічних властивостей, зміну міцності в залежності від температурно-вологісних умов експлуатації, часу дії навантажень та інших факторів.

Дерев'яні конструкції, які експлуатуються, довгий час перебувають під дією навантажень при змінних температурі та вологості. Тривалість навантаження має значний вплив на міцність деревини, завдяки її реологічним властивостям. Тривалий опір деревини є показником її дійсної міцності, що відрізняється від межі міцності, визначеної за допомогою прискорених випробувань.

Випробування показують, що при циклічних змінах вологості конструкцій під навантаженням відбувається зниження міцності та жорсткості деревини, викликане гігровтомою. Найбільш значущі зміни відбуваються на початкових циклах сорбції-десорбції. При тривалій експлуатації (коли число циклів  $N$  стає нескінченним) амплітуда коливань вологості та навантаженість зразка мають найбільший вплив на міцність деревини. При розтягуванні впоперек волокон зміна амплітуди коливань вологості на 4-8% призводить до зниження модуля пружності зразка на 0,06%, а збільшення навантаження на 10% - на 0,15%. Деревину сосни піддали випробуванню на стиск уздовж волокон для зразків, які були взяті з різних місць балки з різною висотою та довжиною, при експлуатаційних навантаженнях, що викликали нормальні напруження в 10,0 МПа. Максимальне зниження міцності спостерігалось у зразках з максимальними стискаючими напруженнями - 12,7% та розтягуючими напруженнями - 10,3%, які виникали у центрі прольоту. Однак, при стискаючих напруженнях в 2,2 МПа в тому ж перерізі по довжині спостерігалось збільшення міцності на 1,53%.

Незважаючи на різноманітні дослідження змін фізико-механічних властивостей деревини при тривалій експлуатації, залишається недостатньо вивченим питання про вплив виду напружено-деформованого стану конструкцій, які тривало експлуатуються, на міцність та модуль пружності деревини.

УДК 624.528

Череп'юк В. - ст.гр.МБс-21, Цимбровський В.-ст.гр.МБ-21

*Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя*

## **ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ПРИ ВЛАШТУВАННІ ФУНДАМЕНТІВ**

Науковий керівник: ст. викл. Данильченко С.М.

к.т.н. ст. викл Чорномаз Н.Ю.

Cherepiuk V.,Tymbrovsky V.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **GEODESIC WORKS WHEN FIXING THE FOUNDATIONS OF BUILDINGS AND STRUCTURES**

Supervisor: Danylchenko S., Chornomaz N.

Ключові слова: фундаменти, геодезія, монтаж

Keywords: foundations, geodesy, installation

Дуже відповідальний характер мають роботи при влаштуванні фундаменту. Помилки, допущені на цьому етапі зведення споруди, можуть призвести до порушення стійкості його та утруднення виконання наступних монтажних робіт. Об'єм, точність і послідовність ведення розбивочних робіт залежать від конструктивних і технологічних особливостей будівництва. Величини допустимих відхилень елементів фундаменту від проектного положення встановлюються будівельними нормами.

По формі фундаменти поділяються на стрічкові, стовпчасті і суцільні, а за способом виготовлення на монолітні та збірні. Фундаменти будують переважно з бутового каменю, бутової плити, бутобетону, залізобетону.

Розбивки бутових фундаментів виконують так, щоби відхилення від проектних розмірів не перевищували 1 см. Більш точно проводиться розбивка бетонних і залізобетонних фундаментів. Для їх пристрою виготовляється опалубка – тимчасова споруда з дощатих або металічних щитів – для надання бетону необхідної форми. Необхідна точність установки опалубки та контроль за незмінністю її під час заповнення бетоном досягається шляхом виконання геодезичних спостережень.

При розбивці опалубки в плані зміщення осей фундаментів не повинно перевищувати 15-20 мм. Зменшення поперечних розмірів опалубки проти проектних не допускається, а збільшення допускається не більше чим на 5 мм. Розбивають опалубку в плані при допомозі сталеві рулетки, а вертикальність стінок перевіряють виском. Відхилення від прямої лінії не повинно перевищувати 2 мм на 1 м висоти опалубки. На стіни опалубки наносять відмітки, які вказують верхній обріз фундаменту, і закріплюють їх цвяхом, рисою або зарубкою. Передача відміток ведеться нівеліром від будівельних робочих реперів. У ряді випадків складається виконавча схема встановлення опалубки.

При влаштуванні фундаментів під сталі конструкції або обладнанні розбивочні осі фіксують рисками на металічних плитах, забетонуваних в тіло опори, або на металічних скобах, спеціально для цього встановлених по краях фундаменту. В фундаментах каркасних залізобетонних будівель розбивочні осі фіксують краскою на обідку стакану під колону. При бетонуванні особливо перевіряється відмітка дна стакану. У масовому будівництві найбільш часто застосовують збірні фундаменти.

Блоки збірних фундаментів треба вклати точно на заданих проектом відмітках і на ретельно підготовленій основі. При розробці ґрунту котловану горизонт екскавації задається на 10 -20 см. вище відмітки основи. Після екскавації ґрунту виконують

нівелювання дна котловану, знову визначають робочі відмітки і по них зачищають дно основи бульдозером або вручну. Зачистку основи контролюють при допомозі нівеліра.

Монтаж фундаменту починають з укладання блоків по кутам будівлі, таке укладання виконується по дротах, натягнутих на обносці, або при допомозі теодоліта. Проміжні блоки встановлюються по створу, що визначається натягнутим дротом з підвішаним виском. Для підвищення точності монтажу фундаментних блоків можна використати П-подібний косинець, що накладається на блок. На косинці позначається маркою вісь блоку, яка спостерігається теодолітом, який встановлений на осі фундаменту. Горизонтальність укладання блоків перевіряють нівеліром.

При будівництві цивільних будівель, що мають несучі стіни, влаштовують стрічкові фундаменти, що набираються з трапецієдальних блоків-подушок і блоків стін підвалу. Положення стрічкових фундаментів позначається дротами, натягнутими на обноски. Щоби дроти не заважали укладці блоків краном, на основу виносять межі стрічок фундаменту, які закріплюють шпильками. Між шпильками натягується дріт або тросик. Після зведення стін підвалу до початку монтажу збірного залізобетонного перекриття нівелюванням контролюють горизонтальність верхньої поверхні стін підвалу; у випадку необхідності поверхню вирівнюють. Також при допомозі нівеліра, перевіряють укладку панелей перекриття.

При влаштуванні свайних фундаментів проводиться планова розбивка кожного ряду свай або кожної сваї окремо. В процесі забивки контролюють можливе планове зміщення, вертикальність і глибину заглиблення. Після доведення сваї до заданого (проектного) рівня на її поверхню переносять відмітку верхнього зрізу і після підготовки ряду свай фіксують осі фундаментальної плити.

Найбільш складний характер мають розбивочні роботи при спорудженні фундаментів багатоповерхових будівель. При цьому зачищають основу котловану фундаменту і проводять бетонну підготовку його. Відхилення фактичної відмітки фундаментальної плити від проектною не повинно перевищувати  $\pm 10$  мм. На бетонну підготовку наносять всі будівельні осі споруди, які закріплюють керном на металічних пластинах, зароблених у поверхню бетонної підготовки. Користуючись цими осями, проводять розбивку фундаменту споруди.

При будівництві коробчатого фундаменту, який складається з нижньої залізобетонної плити, стін і верхньої плити, будівельні осі використовують для укладання арматури, встановлення опалубки і розбивки комунікаційних отворів в стінах фундаментів. Вертикальне положення цих елементів перевіряють при допомозі нівеліра, а потім вносять відповідні виправлення. До бетонування проводять виконавче знімання всіх заставних частин; результати зйомок показують на кресленнях, які являють собою розгортку стін. Після бетонування стін до рівня нижньої площини верхньої плити фундаменту ведеться розбивка верхньої плити фундаменту. Поздовжні і поперечні осі будівлі фіксують на металічних стержнях, приварених до вертикальних випусків арматури стін. На вертикальні випуски виносять відростки верхньої плити фундаменту. За даними розбивки встановлюють каркас верхньої плити, що складається з арматури, що горизонтально укладається і розташованих вертикально анкерних болтів, на яких після бетонування верхньої плити монтують опорні плити колон каркасу будівлі. По осям анкерних болтів, фіксованих на верхніх стержнях арматури, проводиться розбивка опалубки. Проектні відмітки верхньої плити фундаменту виносять на вертикальні щити опалубки. Після бетонування верхньої плити проводять виконавчу зйомку фундаменту.

Для виконання подальших розбивочних робіт будівельні осі будівлі виносять на верхню плиту фундаменту. Основні осі (поздовжню і поперечну) переносять на фундамент при допомозі теодоліта, який послідовно встановлюється на зовнішніх осьових знаках. Позначають основні осі рисками на металічних марках, які мають вигляд пластинок розміром 100 100 мм з привареним якорем. Марки закладають на кінцях осей і на перетині їх. Умова перпендикулярності винесені основних осей спостерігається з високою точністю.



УДК 69.07

Чубков М. - ст. гр МБМН-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСОБЛИВОСТІ CLT-ПАНЕЛЕЙ**

Науковий керівний: к.т.н. Черномаз Н.Ю.

Chubkov M.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **CLT-PANELS FEATURES**

Supervisor: Chornomaz N.

Ключові слова: дерев'яні конструкції, CLT-панелі.

Keywords: wooden structures, CLT panels.

Світовий досвід показує, що дерев'яне домобудівництво є дешевою, швидко споруджуваною, екологічною і зручною технологією будівництва. Найбільше використання деревини як основи при будівництві будинків відзначається в США (95%), Фінляндії (90%), Канаді (83%), Швеції (78%).

Чинна нормативна та методична література з розрахунку та проектування дерев'яних багатоповерхових будівель з різними типами конструктивних схем ще перебувають на стадії опрацювання, а такі питання, як врахування ортотропної структури CLT багатоповерхових будівель та їх розрахунок на сейсмічні впливи недостатньо вивчені. У зв'язку з цим, виникає необхідність проведення розрахунків, аналізу та дослідження НДС багатоповерхових будівель із CLT панелей на статичні та сейсмічні впливи різної інтенсивності.

CLT панель містить щонайменше три шари клеєних дощок або дощок, виготовлених із хвойної або листяної деревини. Кожен шар розташований під кутом 90 градусів до наступного. Панелі CLT складаються з дощок товщиною від 20 до 60 мм, а сировиною слугує деревина.

Дерев'яні конструкції вже зараз можуть скласти серйозну конкуренцію залізобетону і металу. Це можна підтвердити перевагами дерева як будівельного матеріалу:

- можливість комбінованого оздоблення внутрішніх і зовнішніх стін без підготовчих робіт;
- допустимість використання крос-брус панелей у міжповерхових перекриттях;
- можливість реалізації будь-якого архітектурного стилю;
- стабільність розмірів і статична міцність у всіх напрямках;
- можливість 100% оздоблення та розведення мереж на заводі-виробнику;
- низька теплопровідність (0,13 Вт/мК) і висока питома теплоємність (2,10 кДж/кг);
- зниження термінів будівництва вдвічі. Дерев'яна монолітна плита, склеєна в заводських умовах з висушеної деревини, не вимагає штукатурки, тим самим даючи змогу скоротити час оздоблювальних робіт і строки введення будівлі в експлуатацію;
- можливість підбору на заводі лицьових ламелей за породами і сортами для фінішного оздоблення;
- збільшення внутрішнього простору за рахунок зменшення товщини стін (на 1/3 порівняно з бетоном і клеєним брусом).

Секція:

**Виробництво та технології**

УДК 664.661

Адамішин О.- ст. гр. МХМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАСТОСУВАННЯ АВОКАДО В РЕЦЕПТУРІ БУЛОЧНИХ ВИРОБІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Карпик Г.В.

Adamishyn O.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

### **USING AVOCADO IN THE RECIPE OF BAKERY PRODUCTS**

Supervisor: Ph.D., Associate Professor Karpik G.V.

Ключові слова: авокадо, жири, булочка

Keywords: avocado, fat, bun

Провідну роль у харчуванні населення різного віку займають хлібобулочні вироби. Однак асортимент українських булочних виробів функціонального призначення, що пропонується споживачам, дещо обмежений.

Актуальність даної проблеми спонукає технологів, науковців створювати нові належні технології. Ми працюємо над технологією булочки яка б не містила в своєму складі тваринних жирів. Для цього пропонуємо розглянути плоди авокадо як сировину для виробництва булочки. Авокадо є джерелом здорових жирів, які можуть замінити тваринні в булочних виробках. Заміна тваринного жиру на рослинний, який міститься в плоді, зменшить ризик розвитку хвороб серця та інших захворювань. Дієтологи рекомендують додавати авокадо в свій раціон регулярно, щоб збільшити рівень одиничних ненасичених жирів й знизити рівень холестерину в крові.

Окрім того, в 100 г плоду містяться 14 % калію, 20 % фолієвої кислоти, вітаміни: Е – 10 %, В<sub>5</sub> – 13 %, В<sub>6</sub> – 14 % , К – 26 %. Великий вміст калію допомагає тримати в нормі артеріальний тиск і підтримувати здоров'я серцево-судинної системи. Жиророзчинний вітамін Е є потужним антиоксидантом і допомагає захищати клітини від пошкоджень вільними радикалами. Авокадо містить багато фолатів, які необхідні для правильного розвитку плоду в часи вагітності. Наявність розчинних і нерозчинних волокон позитивно впливає на роботу шлунково-кишкового тракту.

М'якоть авокадо при дозріванні стає маслянистою і м'якою, а смак віддалено нагадує волоський горіх і вершкове масло. Плід має нейтральний смак і аромат, що дозволяє його використовувати у різних рецептах для заміни тваринного жиру.

Цей фрукт має місце у раціоні людей, які дотримуються правил здорового харчування і у багатьох дієтах. Використання авокадо у булочних виробках може підвищити їх привабливість для вегетаріанців і людей, які дотримуються здорового способу життя. Завдяки присутності у тісті жирів авокадо можна покращити поживну цінність та корисність булочних виробів. Булочні вироби із застосуванням авокадо здобувають більш кремової та ніжної текстури.

Отже, доцільно використовувати авокадо для заміни тваринних жирів у булочних виробках, щоб зменшити кількість насичених жирів у раціоні людей. Адже харчування повинно бути не тільки поживним, а ще й корисним і різноманітним.

УДК 621.326

Блаженко М., Бабій Т. – ст. гр. МОм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПЛУНЖЕРНОГО БЛОКУ ГОМОГЕНІЗАТОРА ДЛЯ МОЛОКА**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Кравець О.І.

Blazhenko M., Babii T.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **STUDY OF THE PLUNGER UNIT OF A HOMOGENIZER FOR MILK**

Supervisor: Ph.D. Kravets O.I.

Ключові слова: гомогенізація, плунжер, клапан

Key words: homogenization, plunger, valve

Дослідження процесів, що мають місце в плунжерному блоці клапанного гомогенізатора при обробленні у ньому молока проводили на базі гомогенізатора марки BLUE-TOP63.79. Даний гомогенізатор призначений для дроблення жирових кульок в молоці.

Для дослідження роботи машини знімали універсальну робочу та кавітаційну характеристики гомогенізатора. З цією метою значення потужності визначали виходячи із показників амперметра, що входив у комплектацію гомогенізатора.

Про значення продуктивності судили по заповненості мірної ємкості молоком за визначений час. Також отримання кавітаційної характеристики передбачало обладнання апарата мановакуумметром. Про виникнення явища кавітації судили по початку падіння подачі гомогенізатора більш ніж на 2%.

Також досліджували роботу плунжерного блоку при різних значеннях швидкості проходження продукту крізь клапанну щілину. Для цього виконували випробування машини при різній кількості обертів колінчастого вала гомогенізатора, а отже, і різній продуктивності.

Отримані експериментальні дані роботи плунжерного блоку дозволили побудувати осцилограму переміщення всмоктувального і нагнітального клапанів.

Відповідно до отриманої осцилограми подача молока у кожную камеру плунжерного блоку гомогенізатора при ході плунжера змінюється так само як і зміна його швидкості – за синусоїдним законом. На осцилограмі представлено рух плунжера по синусоїді, тиск в робочій камері та положення клапанів.

Встановили характер відриву всмоктуючого клапана – він відбувається не одразу на ділянці всмоктуючого ходу плунжера, а по закінченні деякого часу після зменшення тиску в робочій камері.

Відхід клапана проходить при повороті колінвала на 14-15°.

Рух всмоктувального клапана в сідло розпочинається ще до закінчення процесу всмоктування, тоді коли кількість молока наближається до максимального значення при повороті колінвала на 135°, і закінчується цей процес після часу початку нагнітання. При цьому кут становить 190°. В цей момент відбувається стрімке зростання тиску у камері плуежера.

Таким чином, можна зробити висновок, що висота підйому всмоктувального клапана має мати оптимальні значення, для того щоб уникнути зайвого удару клапанів.

УДК 664.66

Груб'як Л. – ст. гр. МХ-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **БОРОШНЯНИ ВИРОБИ У СВІТОВІЙ ІСТОРІЇ**

Науковий керівник: к.т.н., асистент Лялик А.Т.

Hrubiak L.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **FLOUR PRODUCTS IN WORLD HISTORY**

Supervisor: A. Lialyk, Ph.D, assistant

Ключові слова: борошно, хліб, виробництво хліба, історія.

Keywords: flour, bread, bread production, history.

Наші предки виробляли борошно ще з незапам'ятних часів. Тоді головною їх турботою було добування їжі. Стародавні люди помітили, що зерно, яке кинули на вологу землю може дати більше зерен. Певний час наші предки їли сирі зерна, пізніше навчились розтирати їх між каменями. Так і з'явилися перші жорна, а з ними й перше борошно та перший хліб, що був схожий на рідку кашу.[1].

З давніх часів борошно виготовляли шляхом помелу зерна. Вперше хліб з'явився на Землі ще понад 15 тисяч років тому [2]. Єгиптяни та греки використовували ручні млини для виробництва борошна, а римляни - млини, що приводилися в дію водою. У давнину борошно було цінним товаром і часто використовувалося як форма платежу чи данини.

У середньовічній Європі виробництво борошна контролювалося лордами, які володіли млинами та стягували плату за помел зерна. Незважаючи на труднощі виробництва та розповсюдження борошна, воно залишалося основним продуктом харчування для людей протягом усієї історії. Еволюція виробництва борошна віддзеркалювала розвиток людської цивілізації.

У середні віки борошно було цінним товаром. Феодальна система покладалася на володарів лордів млинами, які мололи зерно для своїх орендарів. Ціни на борошно регулювалися законом, і мірошники могли бути покарані за надміру.

У багатьох поселеннях на теренах сучасної України були спеціальні хати, пристосовані для випічки хліба. В цих стародавніх пекарнях хліб виготовляли шановані майстри-хлібники. Крім того, хліб випікали також і господині для власних потреб.

В XI столітті на Поліссі, Галичині, Наддніпрянщині випікали здебільшого кислий, тобто зброджених хліб з житнього борошна. Виробництво житнього хліба було великим мистецтвом, що ґрунтувалося на застосуванні спеціальних заквасок, секрет приготування яких тримався в суворій таємниці й передавався з покоління в покоління. Закваскою називали частину заквашеного тіста, що залишилося від попередньої випічки. Саме від якості закваски залежали смак і аромат хліба.

Крім житнього хліба, наші предки випікали також і безліч виробів з пшеничного борошна, починаючи від монастирських просфор і закінчуючи славетними короваями та пасками.[3]

Виробництво хліба та борошна є дуже важливим для сучасного світу, оскільки ці продукти становлять основну складову харчування багатьох людей.

По-перше, виробництво хліба та борошна має значний вплив на економіку багатьох країн, оскільки це є важливою галуззю зайнятості. Виробництво хліба та борошна може забезпечувати роботу для багатьох людей, від фермерів, які вирощують зерно, до робітників на млинах та пекарнях.

По-друге, виробництво хліба та борошна має великий вплив на здоров'я людей. Хліб та інші продукти, що виготовляються з борошна, є важливими джерелами вуглеводів та інших поживних речовин, необхідних для забезпечення енергії та здорового функціонування організму.

Як війна в Україні вплинула на світовий ринок хліба?

Війна в Україні вже вплинула на близько 25% світової торгівлі зерновими та призвела до зростання світових цін, продовольчої інфляції. У вирішенні ситуації зацікавлений весь світ, оскільки постачання пшениці з України – це понад 10% річного споживання пшениці для 15 країн світу. Для прикладу, це 28% потреб Індонезії, 21% — Бангладеша, а Єгипет імпортує майже 80% своєї пшениці України.[4] Зараз Україна намагається вирішити це питання за допомогою альтернативних методів експорту зерна.

Підсумовуючи все вищесказане, хочу наголосити, що хліб – один із найдавніших продуктів харчування. За еволюцією розвитку технологій виробництва хліба можна прослідкувати історію розвитку наукового прогресу. Борошномельне та хлібопекарське виробництво впродовж всієї історії відігравали важливу роль для економіки кожної країни. Нестача хліба стала причиною багатьох повстань та воєн.

#### Література:

1. Борошно: історія, користь та шкода. Post.Factum: веб-сайт (публікація 25.02.2023) URL: <https://postfactum.info/ua/health/hlib-nash-nasuschniy-istoriya-boroshna-4111.html#>

2. Ірина Тимчишин. Хліб: історія і сучасність. *Галицький кореспондент*: веб-сайт (публікація 17.11.2014) URL: <https://gk-press.if.ua/x16217/>

3. Історія хліба в Україні та світі - хлібні традиції та Музей хліба. *Просто добрий хліб*: веб-сайт URL: <https://hlib.ua/info/statti/14-hlib-istoriya>

4. Ілля Колдомасов. Війна в Україні вже вплинула на 25% світової торгівлі зерновими. *Українська правда*: веб-сайт (публікація 23.04.2022) URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2022/04/23/686154/>

УДК 664.66

Домитраш П. – ст. гр. МХМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ТРАДИЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ В ХЛІБОПЕКАРСЬКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Науковий керівник: к.т.н., асистент Лялик А.Т.

Domytrash P.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **TRADITIONS AND TECHNOLOGIES IN THE BAKING INDUSTRY**

Supervisor: A. Lialyk PhD, assistant

Ключові слова: виробництво, традиції, хлібопечення.

Key words: production, tradition, bread baking.

Величезну роль у житті населення відіграють продукти хлібопекарської та кондитерської промисловості. З давніми традиціями пов'язане у нас хлібопечення. Хліб ще здавна славився багатим смаком, поживністю, та чималим асортиментом. Нові тенденції харчових технологій змінили промисловість виробництва харчових продуктів і напоїв і пов'язані з нею підприємства зсередини, що призвело до корисних змін і вдосконалень у всіх напрямках. Однак не всі ці тенденції є технологічними в традиційному розумінні.

Продукція хлібопекарських підприємств має ряд особливостей. Асортимент основної продукції – хлібобулочних виробів – налічує близько 700 найменувань. У межах одного виду й сорту хлібобулочні вироби мають подібне функціональне призначення і розрізняються переважно ціною.

Варто зазначити, що для функціонування нервової системи людини багато необхідних вітамінів групи В міститься саме в хлібі.

Технологічний процес виробництва трудомісткий і складний. Аби отримати свіжовипечений буханець хліба, треба щоб він пройшов через безліч технологічних агрегатів і машин, а сам процес може тривати понад 12 годин.

Виробництво хлібних виробів проходить в основному на потоково – механізованих лініях, які складаються з комплексу апаратів та машин. Хлібопекарний процес виробництва є взаємодійною сукупністю операцій і перетворень, вони призначені для переробки сировини в готові вироби. Його можна охарактеризувати великою кількістю потоків продуктів, що розгалужуються і з'єднуються в структурі. Тобто, в принципі його можна визначити як багатовимірну систему, яка взаємозв'язана і взаємозалежна.

Виробництво характеризується постійністю структури процесу праці, бо носить масовий безперервний характер. Воно оснащено сучасним устаткуванням, новітніми технологіями. При цьому значна частина хліба виробляється малими підприємствами.

Основним обладнанням кожного хлібопекарського підприємства є печі. Від їх роботи залежить не лише якість та асортимент продукції, значною мірою вони впливають і на економічні показники підприємства в цілому. Виробництво хліба, збереження традиційних технологій з використанням сучасного обладнання є доволі перспективним напрямом, оскільки забезпечує швидкий обіг капіталу.

УДК 664

Кравченко Р. – ст. гр. МХм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ЖИТНЬОГО ХЛІБА**

Науковий керівник: к.т.н., асистент Кравченко Х.Ю.

Kravcheniuk R.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **FORMATION OF THE QUALITY OF RYE BREAD**

Supervisor: Ph.D., assistant Kravcheniuk K.Y.

Ключові слова: дріжджі, закваска, борошно

Key words: yeast, sourdough, flour

До чинників, що впливають на формування якості хліба відносять: вид сировини та її якість, стан матеріально-технічної бази хлібопекарського підприємства, технологія виготовлення виробів.

Виробництво хліба з пшеничного та житнього борошна має суттєві відмінності, які обумовлені особливостями їх хлібопекарських властивостей.

Житнє борошно має особливості хімічного складу, які впливають на його хлібопекарські властивості. Крохмаль житнього борошна більше піддається дії амілолітичних ферментів, ніж крохмаль пшеничного борошна.

В житньому борошні завжди є деяка кількість  $\alpha$ -амілази у активному стані, тоді як в пшеничному борошні (із непорощеного зерна) знаходиться практично тільки активна Р-амілаза. Клейстеризація житнього крохмалю проходить при нижчій температурі, ніж пшеничного. В житньому борошні міститься 2-3 % дуже набряклих високомолекулярних пентозанів — слизів. Білково-протеїназний комплекс житнього борошна також специфічний. Білки житнього борошна в тісті здатні в значній мірі пептизуватися, переходячи у в'язкий колоїдний розчин. Вказані особливості житнього борошна обумовлюють і суттєву різницю у властивостях і способах приготування житнього і пшеничного тіста.

Структура і структурно-механічні властивості житнього тіста характеризуються відсутністю в ньому губчатого клейковинного каркасу, який надає пшеничному тісту властивості щільності і еластичності. Значна частина білків житнього борошна в тісті необмежено набрякає, пептизується і переходить у стан в'язкого колоїдного розчину. Тому для житнього тіста характерна висока в'язкість, пластичність і невелика здатність до розтягування, низька щільність. Крім того, активність амілази приводить до накопичення в м'якушці хліба декстринів, надає йому підвищену липкість. Така м'якушка за станом нагадує м'якушку невипеченого хліба або хліба із борошна, змеленого із пророслого зерна.

Приготування хліба з житнього та житньо-пшеничного борошна багатостадійне (2, 3 і більше стадій). Тісто готують на заквасках, куди входять молочнокислі бактерії і дріжджі. Тривалість випікання виробів з житнього борошна більша порівняно з пшеничними.

УДК 664.66

Михайлюк С. - ст. гр. МХ-31

*Тернопільський національний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНИХ ВИДІВ БОРОШНА У ХЛІБОПЕКАРСЬКІЙ ГАЛУЗІ**

Науковий керівник: к.т.н., асистент Лялик А.Т.

Mykhailiuk S.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **USE OF NON-TRADITIONAL TYPES OF FLOUR IN THE BAKERY INDUSTRY**

Supervisor: Lialyk A., Ph.D, assistant

Ключові слова: нетрадиційне борошно, хліб, амарантове, волоського горіха, кіноа

Keywords: non-traditional flour, bread, amaranth, walnut, quinoa

Приготування та споживання хліба, різноманітних хлібобулочних виробів датується ще до нашої ери. Людство звикло до традиційної сировини, наприклад пшеничне та житнє борошно. Але з плином часу виникли деякі зміни в харчуванні людей, таким чином і змінилися потреби у харчовій цінності хліба.

В Україні великий відсоток використання пшеничного, житнього борошна; житньо – пшеничне і пшенично-житнє оббивне борошно. Також в незначній кількості виробляють борошно кукурудзяне, ячмінне, горохове, соєве, гречане, рисове, вівсяне.

У кожній країні, регіону, місцевості є свої характерні продукти, яких є в достатку. До прикладу, в тропіках, Філіппіні, Шрі-Ланка, Південній Америці, найпоширенішою нетрадиційною сировиною для борошна є кокос. В Каліфорнії, Італії, Сицилії найбільша частка вирощування мигдалю. Тому в них популярні різні вироби із додаванням мигдалевого борошна.

Пшеничне борошно має глікемічний індекс - 69, який близький до високого. Це означає що даний продукт викликає підвищення цукру в крові, оскільки в складі є велика кількість простих вуглеводів (моносахариди). Пшеничні вироби є основним продуктом поширеної проблеми - ожиріння. Також недоліком пшениці, пшеничного борошна є можливість спровокувати алергічні реакції та індивідуальна непереносимість - целіакію. Особливістю є широке розповсюдження пшениці та продуктів її переробки (борошно, крохмаль, висівки, здоба, макарони, кондитерські вироби, пиво тощо). Алергічна реакція на пшеницю може виникнути при вживанні пшеничних зерен і борошна, а також при їх вдиханні. Алергенні властивості пшеничного борошна в основному пов'язані з білковою фракцією злаків (глютенін, альбумін, глобулін клейковини злаків). Імунна відповідь на глютен, що входить до складу пшениці може бути причиною целіакії.

В сучасному світі новітніх технологій, ми намагаємося створити нові інноваційні продукти – замінивши звичні традиційні складники на інші, які збагачують продукт корисними поживними властивостями. З огляду на наслідки, які можуть виникати - алергія, ожиріння, стрімко зросла цікавість до нетрадиційних сортів борошна.

Амарантове борошно отримують шляхом перемелювання на жорнах насіння білого амаранту (псевдозлаку). Борошно з амаранту має в складі білок, який легко засвоюється. Завдяки амінокислотам і поліненасиченим жирним кислотам, кальцію і



білку цей продукт сприяє виробленню гормонів і ферментів, необхідних для нормального обміну речовин, позитивно впливає на опорно-руховий апарат, зміцнює м'язову тканину. Колаген необхідний для еластичності шкіри і прискорює процес регенерації після травм. Арахісове борошно калорійне і багате поживними речовинами, оскільки містить до 20% жиру. [1]

Борошно волоського горіха містить більше 40% протеїну, 10% жирів, 50% вуглеводи та більше 10% харчових волокон. Також містить у 2 - 8 рази більше цукрів ніж борошно житнє обдирне. Як свідчать результати експериментальних досліджень, для збагачення есенціальними речовинами макухи олійного насіння хліба із житнього борошна та зниження вмісту цукрів крохмалю з високим глікемічним показником, ідеально підходить борошно з волоських горіхів. [2]

Борошно кіноа досить новий та не до кінця досліджений продукт. Кіноа являє собою природне безглютенове зерно з високим рівнем поживності та низьким глікемічним індексом, та є альтернативою для покращення поживних властивостей продуктів. В останні роки розробка нових безглютенових хлібобулочних виробів на основі борошна кіноа стала одним із головних трендів у харчовій промисловості. Цей продукт підходить для споживачів, таких як люди з целиакією та чутливих до глютену. Проведені дослідження показали, що борошно кіноа містить 13,5 % чистого протеїну, 9,5 % сирої клітковини та 58,3 % вуглеводів. [3] Відсоток вмісту клітковини значно більший а ніж в пшеничному борошні, що робить даний продукт цінним для хлібопекарського виробництва. Кіноа має велику кількість технологічних властивостей, таких як розчинність, водоутримуюча здатність (147,0 %), гелеутворення (16 % мас./об.), емульгування та низьке піноутворення. Володіє корисним впливом на організм людини: покращення метаболізму, зниження рівня холестерину та цукру в крові, прискорення росту та здорового розвитку кісток і зубів, м'язових тканин, профілактика остеопорозу й артриту. [4]

#### **Література:**

1. Gluten-Free Ancient Grains Cereals, Pseudocereals, and Legumes: Sustainable, Nutritious, and Health-Promoting Foods for the 21st Century Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition 2017, Pages 131-159

2. Волошук, Г., Пашова, Н., Стадник, С., & Науменко, О. (2021). ВПЛИВ БОРОШНА З МАКУХИ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР НА ВМІСТ ЦУКРІВ У ЖИТНЬОМУ ХЛІБІ. ПРОДОВОЛЬЧІ РЕСУРСИ, 9(16), 57-68. <https://doi.org/10.31073/foodresources2021-16-06>

3. Nutritional evaluation and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour

4. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional, and functional properties

УДК 621.326

Стадницький М., Стасишин А. – ст. гр. МОм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ПОРИСТОСТІ КАЗЕЇНУ В ПРОЦЕСІ ЙОГО ВІДТИСКУ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Кравець О.І.

Stadnytskyi M., Stasyshyn A.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

## STUDY OF CHANGES IN THE POROSITY OF CASEIN DURING ITS DEFORMATION

Supervisor: Ph.D. Kravets O.I.

Ключові слова: зневоднення, казеїн, пористість

Key words: dehydration, casein, porosity

У процесі зневоднення молочно-білкових згустків здійснюється відтиск сироватки, формування пласту та забезпечення необхідної вологості кінцевого продукту. Аналітичні та експериментальні дослідження, проведені цілим рядом дослідників показали можливість і доцільність використання основних положень теорії фільтраційної консолідації, що була розроблена в сфері механіки ґрунтів, для дослідження процесу зневоднення молочно-білкових згустків. Важливою реологічною характеристикою молочно-білкових згустків є їх пористість, що визначається як відношення об'єму пори до загального об'єму матеріалу. Від пористості залежать пружні властивості згустку. Отримали графічну залежність пористості шару казеїну від тиску та її відповідне математичне рівняння (рис.).

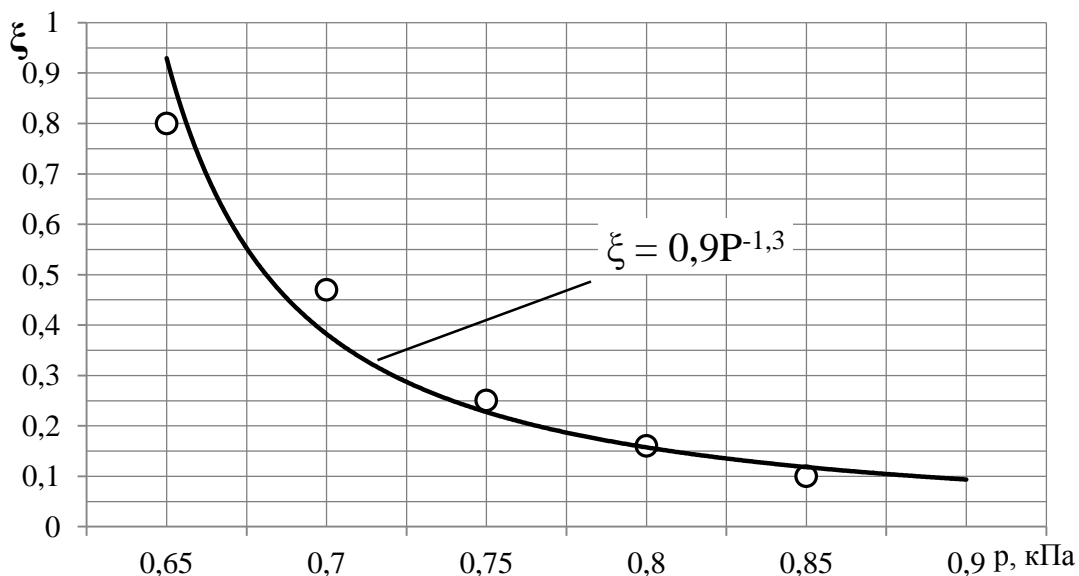


Рисунок. Залежність пористості казеїну від величини зовнішнього тиску

Встановили, що при тиску понад 0,8 кПа починається стрімке зниження пористості, тобто можна зробити висновок, що подальшому зростанні тиску матиме місце запресовування частини рідини в порах казеїну.

УДК 664.66

Чубик В. – ст. гр. МХМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ІННОВАЦІЇ У ВИГОТОВЛЕННЯ ЖИТНЬО-ПШЕНИЧНИХ ВИРОБІВ**

Науковий керівник: к.т.н., асистент Лялик А.Т.

Chubyk V.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **INNOVATIONS IN THE PRODUCTION OF RYE AND WHEAT PRODUCTS**

Supervisor: A. Lialyk PhD, assistant

Ключові слова: інновації, промисловість, хліб

Key words: innovations, industry, bread.

Не абияке місце в економічній системі України займає хлібопекарська галузь. Від рівня її ефективності залежить стан продовольчого забезпечення населення країни. Однією з особливостей хлібопекарської галузі є постійний попит споживачів на хліб та хлібобулочну продукцію. Хліб є обов'язковою складовою харчування, а не доповненням до їжі. Причиною цього є історично сформована специфіка харчування населення України. У нас виробляють досить широкий асортимент хлібобулочних виробів, які відрізняються за складом сировини, формою, масою, способом приготування та способом випікання.

Варто зазначити, що останнім часом споживацькі інтереси і бажання, пов'язані з продуктами харчування, змінились, що є беззаперечним фактом. Споживачі шукають можливості реалізувати свої потреби, коли йдеться про здоров'я та хороше самопочуття. Сьогодні люди прагнуть отримувати продукти, виготовлені за простими і знайомими рецептурами із знайомих для них інгредієнтів. В такому випадку виробники хліба, звертаються до традиційних технологій, зокрема, з використанням натуральних заквасок. Тенденція на повернення хлібів на заквасках невинно росте. Хліби в рецептурі яких є житнє борошно за технологічними параметрами варто готувати на заквасках. Внесення в тісто заквасок забезпечує високу кислотність тіста.

На заквасках можна виготовляти житньо-пшеничний і пшеничний хліб. Закваски забезпечують: розпушення тіста; підвищення кислотності; надання еластичності м'якшці; створення вираженого молочнокислого смаку й аромату хліба; продовження терміну збереження свіжості виробів.

Сировиною що заслуговує на увагу є борошно зеленої гречки, воно є джерелом білка повноцінного(13-15 %), антиоксидантів (близько 155 мг/100г), харчових волокон (11-13 %). Крім того, гречане борошно у своєму складі не містить глютену і може використовуватись в безглютеновому харчуванні. Також відсутність термообробки забезпечує збереження всього комплексу нутрієнтів. При дискретному виробництві, на протипагу традиційним закваскам на чистих культурах молочнокислих бактерій (ЧМКБ), доволі ефективно використовуються закваски спонтанного бродіння (ЗСБ), головними перевагами яких є спрощення процесу введення та його періодичність.

УДК 621.326

Чижевська М.– ст..гр. МЛМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННИХ НАПОВНЮВАЧІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ НАПОЇВ НА ОСНОВІ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ**

Науковий керівник : к.т.н., доцент Дацишин К.Є.

Chyzhevskaya M.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **USE OF VEGETABLE FILLERS IN THE PRODUCTION OF BEVERAGES BASED ON MILK WHEY**

Supervisor: PhD, Datsyshun K. Ye.

Ключові слова: напій сироватковий, рослинні екстракти

Keywords: whey drink, plant extracts

Молочна сироватка – це харчовий продукт який є важливий для людського організму, як енергетична складова, потрібна для нормального біохімічного та мікробіологічного процесу в організмі. Біологічна цінність представлена білковими азотистими, мінеральними компонентами, вітамінами, вуглеводами, кислотами, ензимами, мікроелементами. Нітрогенна білкова складова сироватки представлена лактоальбумінами, лактоглобулінами, та протеозопептонною часткою. Кількість цих нітрогенних сполук залежить від методу згортання білків. Сироватка це цінний побічний продукт виробництва сирів, молочно-білкових концентратів та кисломолочних сирів, також сироватку можна віднести до вторинних ресурсів молочного комплексу. Сироватка включає у себе до 52 % сухих речовин молока і включає практично всі складові частини молока. Напої на молочній сироватці виготовляють з освітленої молочної сироватки з додаванням заквашувальних препаратів. У якості смакових та ароматичних наповнювачів додають рослинні екстракти: шипшини, ехінацеї, меліси; та різноманітні соки.

З метою отримання продуктів з лікувально-профілактичними властивостями застосовують різноманітну рослинну сировину.

Метою роботи було розробити технологію напою на основі рослинної сироватки, які будуть збагачені екстрактом ехінацеї. Екстракт ехінацеї містить в собі такі біологічно активні речовини, як: алкаміди (мають антибактеріальні властивості), полісахариди (підвищують імунітет), флавоноїди та кумарини (діють як антиоксиданти та знижують рівень, олігометиленові етери (мають антибактеріальні властивості). Крім того, екстракт може містити вітаміни та мінерали, такі як вітамін С, цинк, селен та, які сприяють зміцненню імунної системи та покращенню здоров'я.

У готовому продукті було охарактеризовано органолептичні та фізико хімічні показники, що відповідали вимогам нормативних документів на виготовлення продуктів даної групи. Використавши екстракт ехінацеї, це дозволило розширити асортимент напоїв на основі сироватки та отримати продукт з функціональною дією на організм.

УДК 355.4+681.3+004

Солтис М. – ст. гр. СП-32

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДРОНИ КАМІКАДЗЕ, ЇХ МОЖЛИВОСТІ ТА ФУНКЦІОНАЛ**

Науковий керівник: к. ф. н., доцент Плавуцька І.Р.

Soltys M.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **SUICIDE DRONES, THEIR CAPABILITIES AND FUNCTIONALITY**

Supervisor: Ph. D., Ass. Pr. Plavutska I.

Ключові слова: дрони, квадрокоптери, технології

Keywords: drones, quadcopters, technologies

In recent years, unmanned aircraft and drones have become increasingly popular technological solutions used in various industries from military operations and scientific research to commercial and entertainment purposes. Over the past few years, the development of drone technology has significantly increased their capabilities and opened up new perspectives in their use.

Undoubtedly, one of the most powerful drivers of the rapid development of unmanned aviation is military drones. Fast and maneuverable battles during the conflicts of the last decade dictate new conditions of warfare and requirements for equipment and equipment. Kamikaze drones, or as they are also known as loitering munitions or suicide drones, became one of the solutions to this problem. The production of one drone of this type costs approximately tens of thousands of dollars, but it is capable of destroying a target worth several million dollars. This makes this type of weapon extremely effective.

Modern suicide drones are designed to attack concentrations of infantry, transport, armor vehicles and important infrastructure. Typically, loitering munition is quite lightweight, so it can be launched by an ordinary infantryman using special equipment or adapted transport for such operations. After launch, it flies to a designated point where the target should be. On-site, a drone hovers in the air and scans the area, waiting for the moment to strike the target. When it detects the object, it literally rushes towards the target, and detonation occurs upon impact.

Usually, kamikaze drones are equipped with a military version of a GPS module that allows them to quickly obtain accurate data on their location and adjust their route to the designated area. In addition, the engines of most suicide drones are powered by a battery, which allows them to stay in the air for a quiet long time while waiting for the target. This also reduces the engine noise level and makes the drone less visible.

The war in Ukraine is making adjustments to the tactics of fighting, the tactics of using unmanned aircraft, and the need for new types of weapons. FPV suicide drones have recently become especially popular and in demand.

FPV (First-Person View) drones are equipped with video cameras and image transmitters, which allows the pilot to see what is happening in front of the drone in real time. The operator controlling the aircraft model sees the image received from the video camera using display devices: monitors, televisions, video glasses, video helmets. The drone can be operated by a remote control. All of these technologies allow the pilot to control the flying machine and perform maneuvers more accurately and quickly than is possible with a conventional view from the ground. Almost any drone aircraft can be adapted for FPV, from a

glider to multi-rotor systems. For the manufacture of this type of drone, the last option is most often used, because multi-rotor systems are usually more maneuverable and easier to control.

An important feature of the FPV carrier is the presence of an on-board transmitter. Often, FPV carriers install an additional power battery that ensures the operation of the FPV onboard complex. The minimum set consists of a camera connected to a video signal transmitter installed on a conventional radio-controlled model with a signal receiver from the drone operator and several control elements. Usually, such devices are equipped with 85 mm warheads from the RPG-7. The production of one FPV complex costs several hundred dollars. This makes it extremely cost-effective and effective, as it can easily destroy enemy infantry, vehicles, and light armored vehicles such as IFVs, APCs, and MRAPs. At the moment, these drones are manufactured in Ukraine by amateur engineers and the Hero of Ukraine charitable foundation.

Suicide drones are becoming more and more common and soon will become an integral part of the arsenal of every army. Their development is at its peak due to the great interest of the military and large investments in this domain.

**Literature and sources:**

1. mil.in.ua
2. thedefensepost.com
3. YouTube channel "Militarnyi"

Секція:

Гуманітарні науки

УДК 802.373

Білий О. - ст. гр. ТТ-311

*Відокремлений структурний підрозділ «Тернопільський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»*

## ЛОГІСТИЧНА ТЕРМІНОЛОГІЯ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Науковий керівник: викладач-методист, спеціаліст вищої категорії  
Літвінюк О. В.

Bilyi O.

*Separate Structural Subdivision "Ternopil Professional College of Ternopil Ivan Puluj National Technical University"*

## LOGISTICS TERMINOLOGY NOWADAYS

Supervisor: teacher-methodologist, specialist of the highest category  
Litviniuk O. V.

Ключові слова: логістична термінологія, військова логістика.

Keywords: logistics terminology, military logistics.

У наш час неможливо уявити роботу будь-якої галузі без логістики. Перевезення вантажів чи пасажирів тривають безперервно, експортуючи/імпортуючи корисні копалини, сировину чи готову продукцію. Кожна людина на планеті використовує перевезення для того, аби вчасно прибути до місця навчання чи роботи. Неможливо уявити сферу туризму без того чи іншого виду транспорту. Тому зараз логістика посідає чільне місце у світі серед різних галузей економіки. Відповідно розвивається, вдосконалюється і логістична термінологія.

**Логістика** – це галузь, завданням якої є забезпечення переміщення та зберігання продукції та сировини для забезпечення виробництва та продажу. Перевезення вантажів та пасажирів можуть здійснюватися **наземним (залізничним і автомобільним), повітряним і водним (річковим та морським) транспортом**. Сьогодні найпопулярніший вид транспорту в Україні – автомобільний. Для його функціонування потрібні дороги, пункти навантаження/розвантаження, автопарки, пункти технічного обслуговування та заправні станції. Якщо мова йде про залізничні перевезення, то вони не можливі без наявності мережі залізничних колій, водні – річок та інших водних шляхів, повітряні - повітряних коридорів для авіатранспорту

**Вантажі є прості та специфічні**, котрі потребують додаткових спеціальних умов перевезення чи зберігання. Наприклад, **швидкопсувні**, для яких потрібні ті чи інші умови зберігання, коротші терміни доставки, з використанням **автомобілів-рефрижераторів чи ізометричних автомобілів**. Так, для перевезення зерна залізничним транспортом використовуються **спеціалізовані зерновози**, водним чи повітряним – **спеціалізовані контейнери**. Транспортування небезпечних вантажів, таких як інфекційні, легкозаймисті, радіоактивні, вибухонебезпечні, горючі, гази, токсичні, речовини, які окислюються, вимагають спеціальних умов перевезення і, головне, - зберігання та завантаження/розвантаження. Наприклад, рідину чи газ можуть перевозити в спеціальних **контейнерах (цистернах)**, якщо ж це бетон, то

використовується **спеціалізований транспорт (бетоновоз, обладнаний барабаном, який постійно крутиться і перемішує розчин).**

**Логістика** – це галузь економіки, яка має велику кількість дефініцій. Тому, щоб розуміти всі етапи роботи з транспортування чогось, треба оперувати різними термінами. Першочерговими визначеннями є ті, на які направлена логістика:

**вантаж** – будь-який товар чи предмет, прийнятий до перевезення;

**пасажир** – особа, яка користується транспортним засобом і знаходиться в ньому, але не причетна до керування ним.

Це є об'єкти, якими займається логістика. У перевезеннях беруть участь переважно 3 особи: вантажовідправник, вантажоодержувач та перевізник. **Вантажовідправник** – особа (фізична чи юридична) або компанія, яка передає вантажі у відання інших осіб чи компаній (агент-експедитор/експедитор, перевізник/оператор перевезення) для його доставки одержувачу. **Вантажоодержувач** – особа (фізична чи юридична) або компанія, котра має право отримати доставлені вантажі. **Перевізник** – надавач послуг з перевезення пасажирів чи (та) вантажів різними видами транспорту. Найважливіша роль в організації перевезень належить логісту. **Диспетчер** (в побуті – логіст) – це людина, яка професійно займається доставкою товарів, їхнім сортуванням, а також розробляє найбільш вигідну схему поставок.

Сучасна військова логістика має свої особливості. Наприклад, перевезення боєприпасів на фронт вирізняється набагато вищою складністю, ніж, припустимо, продукції на підприємство. Так, при перевезенні будь-чого на фронт немає впевненості у наявності доріг чи місця, куди необхідно транспортувати вантаж, оскільки тактична обстановка, ситуація на фронті може змінюватися кожної миті. Здійснюючи звичайні перевезення, водій зв'язується з диспетчером лише при виникненні проблем, а у військовій логістиці 24/7 він здійснює контроль ситуації на маршруті і в пунктах призначення, направляє автомобіль, отримуючи весь час нову інформацію з поля бою від контррозвідки, оскільки він може застрягнути, і тим самим втратиться дорогоцінний час, чи наражається на небезпеку бути захопленим разом зі спорядженням, яке потім використовуватиме ворог. Також важливою навичкою є вміння розраховувати кількість потрібного спорядження, оскільки якщо привезти більше, ніж треба, то воно може бути втраченим, у той час як в іншій локації може бути його дефіцит. Коли замало, то без оснащення війська не зможуть здійснювати напад і захист з максимальною ефективністю. Також потрібно розуміти, що наступне транспортування в це місце може бути неможливим, тому треба все перевозити за мінімальну кількість разів. Якщо під час звичайних перевезень стежать за розходом пального з метою раціонального використання, то у військовій логістиці пальне є дуже важливим стратегічним ресурсом, котре часто ще й є обмеженим.

Новими термінами у військовій логістиці є «туман війни», взаємосумісність та діапазон військових операцій. **«Туман війни»** – це територія, про яку не має достовірної інформації. Кожен військовий логіст прокладає маршрут, намагаючись уникнути території, яка отримала статус «туман війни». **Взаємосумісність** – здатність діяти спільно, ефективно і продуктивно для досягнення тактичних, оперативних і стратегічних спільних цілей. Саме завдяки цьому є розуміння, які типи військ чи дії взаємодіють з максимальною ефективністю. **Діапазон військових операцій** – фундаментальна структура, яка допомагає співвідносити військові дії та операції за обсягом та призначенням. Завдяки цьому стає зрозуміло, на яку відстань можуть здійснюватися ті чи інші операції і яких ресурсів потребують.

Як казав колишній головнокомандувач морських сил США Роберт Бероу, «любителі обговорюють тактику, професіонали вивчають логістику».



УДК 378.14(477)

Кохман І.Б. – ст. гр. Дк-21

Синицька С. В.– ст. гр. Дк-21

*Українська академія друкарства*

## **ЧИ ДОСЯЖНОЮ Є МІСІЯ: ПІДВИЩЕННЯ АКАДЕМІЧНОЇ ЧЕСНОСТІ В УКРАЇНСЬКІЙ ОСВІТІ?**

Науковий керівник: канд. філол. наук, доцент Ткач Л.М.

Kohman I.

Synytka S.

*Ukrainian Academy of Printing*

## **IS THE MISSION ACHIEVABLE: INCREASING ACADEMIC HONESTY IN UKRAINIAN EDUCATION?**

Supervisor: C. of Ph. S., Associate Professor, Tkach L.M.

Ключові слова: академічна чесність, плагіат, якість освіти.

Keywords: academic honesty, plagiarism, quality of education.

Згідно із Законом України «Про освіту», академічна доброчесність – це сукупність етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової (творчої) діяльності з метою забезпечення довіри до результатів навчання та/або наукових (творчих) досягнень [1, ст. 42]. Академічною доброчесністю є академічна етика та інформаційна грамотність, які застосовуються в навчально-освітньому процесі з метою забезпечення довіри до результатів навчання. Набір етичних правил, що окреслює основні позиції етично прийнятної поведінки в зазначеній академічній спільноті є академічним кодексом честі. В академічному контексті – це сукупність норм того, що є чесним та етичним усередині академічної спільноти. Це поняття виникло 1736 року в коледжі Вільяма та Мері, штат Вірджинія, США.

Серед усіх принципів академічної доброчесності заслуговує на увагу поширене поняття «плагіат», яке досить часто і подекуди некоректно ототожнюють з шахрайством, крадіжкою чи порушенням авторського права.

Науковець Тедді Фішмен виділив п'ять складових плагіату: «дехто використовує слова, ідеї чи результати праці; що належать іншому визначеному джерелу чи конкретній людині; без зазначення належності цієї праці джерелу, з якого вона була запозичена; у ситуації, в якій правомірно очікується вказування авторства оригіналу; з метою отримати якусь користь, вигоду, яка не обов'язково має бути матеріальною» [2, с.5].

Плагіат залишається ключовою проблемою якості освіти в Україні. Найбільш поширеними типами і видами плагіату є: ненавмисний і навмисний; прямий (відкритий) і завуальований та ін.

Водночас чимало навчальних закладів використовує інформаційні продукти для виявлення плагіату, беручи до уваги той факт, що студенти свідомо копіюють чужі тексти й змінюють порядок слів у реченні, завантажують чужу роботу, а потім видають її за свою, не залишають посилання на справжнього автора роботи. Це є грубим порушенням, про наслідки якого навіть не всі знають, хоча це стабільно робить кожен

третій (за статистикою). Причин є безліч: відсутність вивчення цього явища в навчальних закладах; брак часу або ж великий обсяг письмових робіт; неактуальні та нудні теми для написання роботи; відсутність або низька мотивація і зацікавленість викладачів, що дуже сильно відштовхує студентів від чесного вивчення предмету. Ці та інші причини сприяють поширенню плагіату. Студентів в академічному середовищі потрібно навчати ключовим етичним цінностям з першого курсу, адже з перших днів навчання студенти повинні розуміти цінність і якість інформації, вміння працювати чесно, створювати ефективні пошуки, а також вміння її використовувати.

Чи можна подолати і змінити цю ситуацію? Одним із ефективних засобів є перевірка текстів на плагіат у формі звіту та індексу унікальності тексту. В українській практиці немає жорстких вимог щодо оцінювання робіт із різним рівнем унікальності. Із практики закордонних навчальних закладів роботи, унікальність яких складає менше 50 % навіть за умови правильних посилань і відсутності плагіату, не можуть бути оцінені позитивно, оскільки носять компіляційний характер і мають низьку академічну цінність. Роботи із індексом унікальності нижче 75 % не можуть бути оцінені високими балами і заслуговувати на оцінки «А» або «В» [3, с.16].

Визнано, що робота часто передбачає посилання на ідеї, дані та висновки інших науковців, інтелектуальна чесність вимагає, щоб такі посилання були чітко зазначені. Плагіат є правопорушенням і формою крадіжки. Така академічна нечесність може мати негативні наслідки для студента: повторне проходження оцінювання чи проходження навчального курсу; відрахування із закладу освіти; низька оцінка.

Чи реально подолати таку проблему сьогодні, чи можна змінити ситуацію із плагіатом і порушенням авторського права? Це питання залишається відкритим. Але якщо теоретичні знання про академічну чесність поєднувати з практичними завданнями, буде встановлена відповідальність за недотримання правил, не буде з боку керівництва байдужості щодо створення або вдосконалення вже наявних практик боротьби з плагіатом, то можна говорити про існування академічної культури, яка базуватиметься на довірі, чесності, прозорості, якісному навчанні тощо. Це означатиме, що місія щодо підвищення академічної чесності в освіті є досяжною.

#### **Список використаних джерел:**

1. Академічна доброчесність: Закон України від 20.03.2022. № 2145- VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>
2. Teddi Fishman. We know it when we see it” is not good enough: toward a standard definition of plagiarism that transcends theft, fraud, and copyright. USA. URL: <https://www.bmartin.cc/pubs/09-4apcei/4apcei-Fishman.pdf>
3. Лисиченко М.Л., Жила В.І., Левкін А.В. Методичні рекомендації щодо механізму перевірки письмових робіт на плагіат. URL: <http://internal.khntusg.com.ua/fulltext/PAZK/UCHEBNIKI/38130.pdf>

УДК 621.326

Коцур О.–ст. гр. КН-121

ВСП «Тернопільський фаховий коледж ТНТУ імені Івана Пулюя»

## **ПРАВОВИЙ СТАТУС ТА ПОВНОВАЖЕННЯ ПРЕЗИДЕНТА УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ**

Науковий керівник: викл. Черниш Н.А.

Kotsur O.

*SSU «Ternopil professional college Ternopil Ivan Puluj National Technical University»*

## **LEGAL STATUS AND POWERS OF THE PRESIDENT OF UKRAINE UNDER MARTIAL LAW**

Ключові слова: Президент, воєнний стан, повноваження

Keywords: President, martial law, powers



Правовий статус та повноваження Президента у мирний час визначені Розділом V Ст. 102, 106, 107 Конституції України. Президент - глава держави, гарант державного суверенітету, територіальної цілісності, додержання Конституції, прав і свобод людини; забезпечує незалежність, національну безпеку, правонаступництво. Користується правом недоторканності. За посягання на честь і гідність Президента винні особи притягаються до відповідальності. Звання Президента охороняється законом і зберігається за ним довічно, якщо тільки він не був усунутий в порядку імпичменту. Президент видає укази і розпорядження, які є обов'язковими для виконання.

Представницькі повноваження визначені Ст.106 п.2.3. Конституції України: представляє державу в міжнародних відносинах, здійснює керівництво зовнішньополітичною діяльністю держави, укладає міжнародні договори та багато ін.

Повноваження, пов'язані з призначенням і звільненням з посад. За Ст.106 п.5.9.11 у нас існує подвійність джерел формування уряду - Кабінету Міністрів. Президент призначає і звільняє за згодою Верховної Ради України Прем'єр-міністра України. Вносить подання до ВРУ про призначення Міністра оборони України, Міністра закордонних справ України, Голови Служби безпеки України. Призначає за поданням Прем'єр-міністра України членів Кабінету Міністрів України, керівників

інших центральних органів виконавчої влади, а також голів місцевих державних адміністрацій та припиняє їхні повноваження.

Повноваження у сфері національної безпеки і охорони - за Ст.107 Конституції України. Президент, як Верховний Головнокомандувач Збройних сил України, призначає на посади та звільняє з посад вище командування Збройних сил, інших військових формувань; присвоює вищі військові звання; здійснює керівництво у сферах національної безпеки та оборони; очолює Раду Національної безпеки та оборони; вносить до Верховної Ради подання про оголошення стану війни.

Президент України в умовах воєнного стану також виконує свої повноваження за ЗУ «Про правовий режим воєнного стану», керуючись Статтею 11. Діяльність Президента України в умовах воєнного стану. Глава держави здійснює загальне керівництво запровадженням та виконанням заходів правового режиму воєнного стану. Приймає рішення щодо залучення Збройних Сил України, інших військових формувань та правоохоронних органів до здійснення заходів правового режиму воєнного стану. Здійснює керівництво Збройними Силами України, іншими військовими формуваннями та правоохоронними органами через Генеральний штаб Збройних Сил України. Визначає порядок проходження військової служби. Приймає рішення про відсторонення від займаної посади посадової особи, призначає на посаду та звільняє з посади особу, яка віднесено до його повноважень. У разі закінчення строку повноважень Президента України під час дії воєнного стану його повноваження продовжуються до вступу на пост новообраного Президента України, обраного після скасування воєнного стану. Повноваження Президента України, передбачені Конституцією України, в умовах воєнного стану не можуть бути обмежені.

Повноваження Президента у сфері законодавства - за Ст.106 п. 6.7. Конституції України. Він володіє правом класичного, відкладального вето. Має право законодавчої ініціативи, підписує закони, прийняті Верховною Радою. Має право на дострокове припинення повноважень Верховної Ради та ряд інших. Повноваження у сфері правосуддя здійснює за Ст.106 п.20.21. Призначає третину складу Конституційного Суду, суддів судів загальної юрисдикції вперше на 5 років, здійснює помилування. Україна сьогодні також проходить складний процес судової реформи та переатестації суддів. За сприяння Президента Зеленського НАЗК заклало нові норми у Державну антикорупційну програму. У сфері щодо громадянства глава держави видає укази про прийняття і про припинення громадянства України. У березні 2023 р. були прийняті зміни до законодавства України для отримання громадянства: запроваджено складання іспитів зі знання Конституції, історії України та державної мови.

Припинення повноваження Президента України відбувається у разі: відставки за Ст.109; неможливості виконувати свої повноваження за станом здоров'я; усунення з посади в порядку імпічменту за Ст.111; смерті. Процедура усунення Президента з поста ВРУ передбачається і чітко виписана в Конституції Ст.111 та у ЗУ «Про особливу процедуру усунення Президента України з поста (імпічмент)» від 10.09.2019 р.

Висновки. Президент однозначно відіграє ключову та керівну роль серед трьох гілок влади у парламентсько-президентській формі правління нашої України. Бере участь у подвійному формуванні Кабінету міністрів. Має гнучке право на звільнення з посад окремих міністрів. Призначає вище командування Збройних сил України та за згодою парламенту інші ключові посади у центральній владі. Контролює за виконавчими структурами на місцях. Для забезпечення здійснення своїх повноважень Президент використовує постійно діючий орган - Офіс Президента України. Він - Верховний Головнокомандувач Збройних сил України. Сьогодні Президент здійснює загальне керівництво правовим режимом воєнного стану в Україні.

УДК 821.161.2

Олійник К. — ст. гр. КІ-106

*Відокремлений структурний підрозділ «Тернопільський фаховий коледж  
Тернопільського національного технічного університету імені Івана  
Пулюя»*

## **ТЕМА ВІЙНИ У ТВОРЧОСТІ СУЧАСНИХ ПИСЬМЕННИКІВ**

Науковий керівник: викладач-методист Бойчук Т. В.

Oliinyk K.

*Separate Structural Subdivision «Ternopil Professional College of Ternopil Ivan  
Puluj National Technical University»*

## **THE TOPIC OF WAR IN THE WORKS OF MODERN WRITERS**

Supervisor: lecturer-methodologist Boichuk T.

Ключові слова: тема війни, сучасна українська література.

Keywords: topic of war, modern Ukrainian literature.

Повномасштабне вторгнення рашистів 24 лютого 2022 року змінило нашу реальність. І саме ця нова реальність породила нову творчість – творчість, яка стала не лише способом відрефлексувати події, що відбуваються, а й показати світові важливість боротьби українців за свій дім, свою землю, свою незалежність. Літературний контекст також змінився, відображаючи сучасні реалії. Тепер все більше українських захисників вкладають свої переживання у щемливі тексти, а письменники рефлексують на суспільні події звичним для себе способом – крізь слова на сторінках нових книг.

Василь Махно зауважив: «Тема війни для української літератури буде визначальною ще багато десятиліть, бо це тема людської екзистенції, тобто життя та смерті». І далі: «Я почав писати вірші про війну, починаючи з 24 лютого. Пригадую, що інформація про брутальний напад Росії на Україну мене просто шокувала. Чомусь мені видавалося, що війна і поезія не будуть більше взаємопов'язані. Я помилявся. Війна ввійшла в наше щоденне життя, де хто б не мешкав. Від початку війни я написав два десятки віршів. Тепер вони уклалися у своєрідний цикл або невелику збірку під назвою «Псальма», за назвою однойменного вірша, що присвячений Бучі. Планується видання перекладу «Псалми» в Польщі» [4].

Серед художніх книг про війну, які вийшли у 2022-2023 роках, варто назвати такі:

- «Війна 2022: щоденники, есеї, поезія». В антології, яку впорядкував Володимир Рафеєнко, зібрано фрагменти щоденників, есеї та вірші понад 40 сучасних українських письменників, зокрема В. Амеліної, С. Андрухович, Ю. Андруховича, К. Бабкіної, Ю. Винничука, П. Вишебаби, С. Жадана, О. Ірванця, Л.Костенко, В. Махна, І. Цілик та ін.;

- збірка новел Ірини Феофанової «Чужа – своя – рідна» про звичайних українських жінок, життя яких перевернулося догори дригом із початком повномасштабного вторгнення росії на територію України. Ірпінь, Буча, Ізюм, Херсон, Маріуполь — це міста, звідки героїні — самі, з малими дітьми або й цілими родинами — утікають у пошуках притулку й спокою. Про їхні переживання — часто затаєні для

найближчих — авторка розповідає щиро і співчутливо, часом з нотками легкого гумору й суму;

- «24.02. Щоденник війни» Андрія Мероника – історії у форматі щоденника кількох молодих людей, які опинилися в реаліях жорстокого нападу росії;
- книжка для дітей Мар'яни Савки «Залізницею додому» – про Єву, яка з мамою і новими друзями нарешті повертається додому з найдовшої своєї мандрівки. У часі повномасштабної війни дівчинці, як і дуже багатьом українським діткам, довелося сісти в евакуаційний потяг, щоб утекти від танків, ракет і бомб. Це чуйна оповідь про любов до Батьківщини і дому, дружбу та родину і про непересічну роль українських залізничників у новітній історії нашої країни;
- «Абрикоси зацвітають уночі» Олі Русіної – це історія про життя поблизу окупованих територій у 2015 році та надію на те, що абрикоси неодмінно зацвітуть;
- «Котик, Півник, Шафка» Олександра Михеда про символи незламності в цій війні. Котик, Півник і Шафка з Бородянки на Київщині вціліли під нещадними ворожими обстрілами й тепер фігурують у казці, присвяченій історії звичайної родини, яка потрапили в окупацію на Київщині;
- «24.02» Марії Міняйло – це «Оповідки з війни», «Вкрадена весна», «Квітники Пані Савенко» — три повісті про різних людей, різні обставини та різні долі, поєднанні спільним горем, — війною [1, 3, 5];
- збірка Павла Вишебаби «Тільки не пиши мені про війну», у якій, на думку автора передмови Любка Дереша, «звучить спільний голос країни – його не можна зімітувати, він лунає у тобі сам» [2, с. 10].

Про війну пишуть і сучасні письменники за кордоном. Ірина Шувалова, поетка, перекладачка та дослідниця, лауреатка премії «Смолоскип» та інших відзнак, яка зараз мешкає в Нанкіні, створила цикли «Київ — Нанкін» та «Писати про війну», у яких запитує себе про роль поетки в ландшафті катастрофи. Оксана Куценко, поетка, перекладачка, авторка дитячих книжок, українська дипломатка у складі Посольства України в Південно-Африканській Республіці, у «Першому вірші про війну» наголошує, що «ми змушені відкладати на потім важливу частину свого життя, поки всередині нас лунає наш крик про біль, але цей крик відкладати навряд вийшло би» [4].

Отже, тема війни в Україні вже знайшла відображення у творчості багатьох сучасних письменників. Її масштабне осмислення ще попереду.

#### Список використаних джерел

1. Важливі книги Старого Лева за рік війни. URL: <https://starylev.com.ua/blogs/vazlyvi-knygy-starogo-leva-za-rik-viyny> (дата звернення: 10.04.2023).
2. Вишебаба П. Тільки не пиши мені про війну. Київ: Видавництво Однієї Книги, 2023. 120 с.
3. Курінна І. Книги про війну в Україні. 10 видань, які побачили світ у 2022 році. URL: <https://svoi.city/articles/263038/knigi-pro-vijnu> (дата звернення: 13.04.2023).
4. Толокольнікова Т., Блindюк М. Культурний фронт. Війна очима наших письменників за кордоном. URL: <https://suspilne.media/247485-kulturnij-front-vijna-ocima-nasih-pismennikiv-za-kordonom/> (дата звернення: 10.04.2023).
5. Хоменко М. Війна в книжках: 7 книг, які варто прочитати. URL: <https://starylev.com.ua/blogs/viyna-v-knyzках-7-knyg-yaki-var-to-procytaty> (дата звернення: 10.04.2023).

УДК 811

Стельмашук Ю. – ст. гр. ПФ-21

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **УКРАЇНСЬКА МОВА ПІД ЧАС ВІЙНИ: КЛЮЧОВІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ**

Науковий керівник: канд. наук із соц. ком., доцент Мацюк Г. Р.

Stelmashchuk Y. M.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **UKRAINIAN LANGUAGE DURING THE WAR: KEY TRENDS IN DEVELOPMENT**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Prof. Matsiuk H. R.

Ключові слова: українська мова, війна, мовна ситуація.

Keywords: Ukrainian language, war, language situation.

Розв'язана росією повномасштабна війна, злочини, терористичні акти та знущання окупантської армії над Україною підштовхнули значну кількість російськомовного населення розмовляти, навчатись українською мовою, мовою землі, де народились, вирости та проживають. Цей процес набув масового характеру на всій території нашої країни.

Можна відзначити декілька ключових аспектів, що характеризують сучасну мовну ситуацію: зростання популярності української мови та інтересу до її вивчення; розширення українськомовної аудиторії; громадський захист української мови.

Розглянувши питання зростання популярності української мови та інтересу до її вивчення, можна впевнено стверджувати, що цей процес на однаковому рівні триває як в Україні, так і за її межами. Як відомо, унаслідок збройної агресії, відбулось масштабне переміщення населення із Східної України в західні, центральні області. У більшості випадків переселенці – російськомовні, а таким чином склалися хороші та сприятливі умови для опанування ними державної мови. З цією метою реалізовано проєкт «Єдині» – це 28 днів підтримки у переході на українську мову. Станом на квітень 2023 р., проведено вже 9 таких курсів, а опісля восьми реалізованих курсів перейти на українську вдалося майже 50 тис. людей [1, 2]. Проєкт триває й далі. Долучитися до нього може кожний охочий, цілком безплатно та з будь-якої локації світу. Важливо відзначити те, що попит на вивчення української мови в Ірландії підвищився на 2229% проти минулого року, у Німеччині – на 1651%, Польщі – на 1615%, Нідерландах – на 1590%, Чехії – на 1513%. У 2022 році понад 1,3 млн користувачів у світі почали вивчати українську мову на знак солідарності. Окрім того, українська мова здійнялася на 20 позицій у рейтингу мовної популярності – з 37-ї позиції у 2021 р. на 17-ту у 2022 р. У Німеччині аналогічний стрибок популярності стосувався переміщення української мови з 36-го місця на 15-те, а в США – з 36-го місця на 22-ге за один рік [3].

Тенденцію розширення мовної аудиторію засвідчують дані різних соціологічних досліджень. Цікаве опитування «Мова та ідентичність в Україні на кінець 2022-го» провів у грудні минулого року Київський міжнародний інститут соціології. Воно зафіксувало кілька вагомих зрушень у мовній ситуації, а саме:

– збільшення в повсякденному житті частки респондентів, які спілкуються українською мовою, та зменшення частки російськомовних. У грудні 2022 р. 41%

опитаних зазначили, що спілкуються винятково українською, ще 17 % указали, що переважно використовують українську. Проте тих, хто розмовляє тільки російською, виявилось 6%, переважно російською – 9%. Проти 2017 р. частка українськомовних зросла на 8%, а російськомовних зменшилася на 11%;

– у колі сім'ї тільки або переважно українською спілкуються 52% респондентів, тільки або переважно російською – 16%. Це істотна зміна проти 2017 р., адже тоді тільки або переважно українською спілкувалися 51 %, а тільки або переважно російською – 25%;

– у галузі навчання чи роботи українською спілкуються навіть трохи більше, ніж удома: про вживання тільки або переважно української заявили 68% тих, хто працює, а російської – 11%;

– різке та, по суті, зрозуміле збільшення у 2022 р. частки людей, які вважають російську мову взагалі неважливою. Таких виявилось 58% – у 2014 р. їх було всього 9%. Важливо зауважити, що навіть у традиційно російськомовних регіонах, південних та східних, такої думки дотримується 46% мешканців;

– разюче зростання на Півдні й Сході України кількості громадян, котрі пов'язують себе з українською національністю. Якщо 2017 р. таких було 64%, то у кінці 2022 р. – 90% [4].

Не варто забувати про те, що важливе значення для визначення місця мови мають не лише заходи, що проводяться державою, а й громадська думка, ініціативи. Говорячи про це, доречно вказати на кроки, які вже реалізувались через рік від повномасштабного вторгнення: на початку 2023 р. два українські ЗВО – Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна та Національний університет «Києво-Могилянська академія» розпочали проводити заходи та ухвалювати рішення щодо мовного питання. Так, в січні цього року ректорат харківського вишу ухвалив рішення запровадити на добровільних засадах посаду омбудсмена з-поміж представників професорсько- викладацького складу. Університетським уповноваженим із захисту державної мови став завідувач кафедри української мови М. Філон. Він має контролювати дотримання мовного законодавства та сприяти популяризації української мови. Згодом, академічна конференція Києво-Могилянської академії затвердила нові правила внутрішнього розпорядку. Вони рекомендують і водночас вимагають уникати в університеті спілкування російською мовою як мовою країни-агресора. Важливо те, що таке рішення стосується розмов на перервах, у їдальні, коридорах, бібліотеці, на території НаУКМА, тобто про комунікацію в позанавчальний час і в позааудиторному просторі [5].

Підводячи підсумки, варто зазначити, що популяризація та потреба у знанні й вивченні української мови доволі зросла, про що свідчать численні дослідження. Кожен охочий має можливість за доволі короткий термін вивчити та отримати навички у спілкуванні державною мовою. На жаль, лише в умовах війни, громадяни зрозуміли наскільки важливо володіти рідною мовою, плекати її, адже саме вона – наша зброя.

#### **Список використаних джерел:**

1. Мовний курс «ЄДИНИ». URL: <https://yedyni.org/> (дата звернення: 01.04.2023).
2. У січні стартує дев'ятий безкоштовний онлайн курс вивчення української мови. *Вечірній Київ*. 2022. 26 груд. URL: <http://surl.li/fzzzx> (дата звернення 01.04.2023).
3. 1,3 млн людей почали вчити українську: які мови були популярні в Duolingo цього річ. *Українська правда*. URL: <http://surl.li/fzzxb> (дата звернення: 01.04.2023).
4. Володимир Кулик. Мова та ідентичність в Україні на кінець 2022-го. URL: <http://surl.li/gaaby> (дата звернення 01.04.2023).
5. Києво-Могилянська академія заборонила російську мову. Як це працюватиме і чи каратимуть. *BBC NEWS Україна*. URL: <http://surl.li/gaacv> (дата звернення 01.04.2023).



УДК 002

Якуб'як О. - ст. гр. БМ-21

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЧИ ЗАМІНЯТЬ ЕЛЕКТРОННІ КНИГИ ПАПЕРОВІ**

Науковий керівник: канд. наук соц. ком., доцент Мацюк Г. Р.

Yakubiak O.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **WILL ELECTRONIC BOOKS REPLACE PAPER BOOKS**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Prof. Matsiuk H. R.

Ключові слова: електронні книги, паперові книги

Keywords: electronic books, paper books

З розвитком технологій змін зазнали безліч речей та процесів. Замість вистав у театрі люди почали дивитися фільми, серіали та різні передачі по телебаченню, а зараз, завдяки всесвітній мережі «Інтернет», це все і навіть більше можна побачити на екрані маленького смартфона, ноутбука чи комп'ютера. Так само, на заміну паперовим книгам були створенні їхні електронні версії, щоб полегшити життя та покращити доступ до інформації. Проте, незважаючи на такі вдосконалення, люди продовжують ходити в театри та на оперу, і, звичайно, вони й далі читають ті книжки, які можуть тримати в руках, оскільки інтернет-видання ніколи не зможуть повністю їх замінити. Щоб зрозуміти причини цього, потрібно проаналізувати основні переваги та недоліки як паперових публікацій, так і їхніх заміників онлайн. Насамперед варто зрозуміти, чому електронні книги користуються популярністю в одних людей і не подобаються іншим, тобто оцінити їхні плюси та мінуси.

До переваг електронних книг можна віднести те, що для читання не потрібно вирубувати ліси та нищити природу; в одному пристрої може зберігатися велика кількість книжок; пристрої є легкими та не займають багато місця; можна використовувати швидкий пошук для знаходження певного фрагменту в тексті; іноді в таких книгах є гіперпосилання на інформації чи незнайомі слова, які використовуються в тексті. Крім того, існує можливість змінювати розмір шрифту, освітлення букв чи фону; витрачається менше коштів задля можливості щось прочитати; на певних пристроях існує можливість включити підсвічування, з яким буде зручно читати в темряві та не завдавати шкоди своєму здоров'ю; окремий вид електронних книг – аудіокниги, які можна слухати практично в будь-якому місці.

Недоліками цих книг вважається те, що від екрану гаджета швидше втомлюються очі, або з'являється дискомфорт під час читання; не всі книги мають видання онлайн; може витрачатися час на перегортання віртуальних сторінок чи розділів; пристрій може розрядитися під час читання, тому варто завжди носити з собою або мати під рукою зарядне; якщо пристрій загубиться чи поламається, зникнуть усі завантажені книги. До того ж, читаючи електронне видання, немає відчуття єдності з книгою та затишної атмосфери; для такого читання необхідні працюючі електростанції, які виділяють різні шкідливі речовини в атмосферу; необхідно витратити певну суму грошей задля покупки пристрою для читання книг онлайн, а також для забезпечення певного захисту від пошкоджень; текст книги може завантажуватися з низькою якістю, через що будуть помилки чи невідомі символи.

Електронні книги були створені, щоб забезпечити всі потреби людей в цифрову епоху, проте, незважаючи на всю їхню користь, вони не зможуть замінити для людства паперові примірники, як і роботи не зможуть замінити людей. Далі варто зрозуміти чим друковані книги привертають до себе увагу і чим її відштовхують.

Паперові книги мають безліч плюсів: в них є цікавий дизайн, який буде приваблювати до себе увагу та підіймати настрій; інформація, отримана з паперової книги, сприймається та запам'ятовується краще порівняно з електронним варіантом; друковані видання можуть збиратися в колекції та передаватися з покоління в покоління як пам'ять про минулі часи; якщо у книзі є малюнки – на папері вони будуть краще виглядати. Крім того, паперову книгу можна читати будь-де і будь-коли довгий час, не перериваючись на її підзарядку; читаючи друковану публікацію, очі зазнають менше шкідливого впливу; кожна така книга є окремою історією в житті читача, і перечитуючи її, можна згадувати себе в минулому. Перевагами також є те, що паперові книги швидше привернуть до себе увагу та зацікавлять дітей до читання; такі видання не містять реклами, що може відволікати від читання; паперова книга не потребує додаткових знань про користування певними гаджетами; читання друкованої книги допомагає мозку розслабитися та зняти напругу з організму (особливо звук перегорнутих сторінок чи запах книг).

А от мінусами цих книг є те, що вони можуть бути доволі важкими та великими за розміром; для того, щоб тримати їх вдома потрібно багато місця; в паперових книгах з часом заводяться кліщі чи інші мікроорганізми, що можуть шкодити здоров'ю читачів. Також, для створення однієї книги потрібно близько 5 кг дерева [1]; щоб читати папері книги потрібне гарне освітлення, оскільки дуже легко зіпсувати зір; на покупку книг витрачається значна сума коштів; книги потребують ретельного догляду, щоб їх і в подальшому можна було читати.

Паперові книги завжди будуть мати для людей особливий шарм, з яким ніколи не зрівняється екран смартфона. Це довело й дослідження Statista's Advertising & Media Outlook [2], яке було проведене під час пандемії. Результати опитування показують, що в більшості країнах світу, навіть не зважаючи на закриття книжкових магазинів, люди набагато частіше купували саме друковані видання. Тобто, навіть маючи можливість зайти у всесвітню мережу та прочитати щось онлайн, вони прагнули провести час в приємній компанії з паперовою книгою.

Отже, хоча електронні видання і мають безліч переваг, вони ніколи не зможуть повністю замінити собою друковані, оскільки їм важко буде пробудити ті самі емоції, які здебільшого викликають в людей бажання читати.

#### **Список використаних джерел:**

1. Скільки треба дерев на один лист. URL: <https://zapisi.biz.ua/skilki-treba-derev-na-odin-list/> (дата звернення: 19.03.2023).
2. Паперові книги залишаються популярнішими за електронні навіть під час пандемії – дослідження. URL: <http://surl.li/fpapn> (дата звернення: 19.03.2023).

УДК 614.8

Ковалишин Я. – ст. гр. МП-41

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## БЕЗПЕКА ЛЮДИНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Гурик О.Я.

Kovalyshyn Ya.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

### HUMAN SECURITE IN THE CONDITIONS OF MARTIAL LAW

Ключові слова: безпека, людина, воєнний стан

Keywords: lite safety, man, martial, law

В умовах воєнного стану - важливо мати перевірене зручне сховище, де треба перебувати в оголошений період. Що необхідно робити у разі радіаційної небезпеки?

Якщо у вашій місцевості трапиться радіаційна надзвичайна ситуація, вам необхідно залишатися в приміщенні або негайно зайти до нього, якщо ви перебуваєте на вулиці. Це найбезпечніша дія, яку ви можете зробити:

- зайдіть в укриття, підвал або в середину будівлі. Радіоактивний матеріал осідає на зовнішній стороні будівель, тому найкраще триматися якомога далі від стін і даху будівлі;
- закрийте та заблокуйте всі вікна та двері в приміщенні;
- слідкуйте за повідомленнями від рятувальників ДСНС, поліції, місцевої влади.

Коли ви перебували на вулиці то необхідно знезаразити себе:

- зніміть верхній шар одягу, так ви позбудетеся до 90% радіоактивного матеріалу. Робіть це обережно, аби не розтрусити радіоактивний пил. Помістіть одяг у пластиковий пакет або герметичний контейнер і тримайте його подалі від людей і домашніх тварин;
- помийтесь. Якщо така можливість є, прийміть душ з милом, голову помийте шампунем. Не тріть і не подряпайте шкіру, аби радіоактивний матеріал не потрапив у відкриті рани. Якщо доступу до води немає, скористайтеся вологими серветками, вологою тканиною. Зверніть особливу увагу на ваші руки й обличчя протріть повіки, вії, вуха;
- одягніть чистий одяг;
- допоможіть вашим рідним і близьким. За можливості робіть це в рукавичках і масці чи респіраторі.

### **Безпека харчових продуктів та питної води в радіаційній надзвичайній ситуації.**

Безпечною є їжа з герметичних контейнерів (консерви, банки, пляшки, коробки тощо). Також безпечною є їжа, яка зберігалася у холодильнику або морозильній камері. Перед відкриттям протріть харчові контейнери вологою тканиною або чистим рушником. Перед використанням протріть кухонне приладдя вологою тканиною або чистим рушником. Використану тканину чи рушник покладіть у поліетиленовий пакет або герметичний контейнер і залиште у недоступному місці, подалі від людей і тварин.

**Безпека води.** Допоки рятувальники чи влада не повідомляють про безпеку водопровідної води, доти лише вода в пляшках залишатиметься не забрудненою. Упаковка захищає рідину всередині від радіоактивних речовин. Кип'ятіння водопровідної води не позбавляє від радіоактивних речовин. Тож майте запас води у пляшках чи інших герметичних контейнерах. Напої у холодильнику теж безпечні для вживання. Якщо водопровідна вода забруднена, ви все одно можете використовувати її

для знезараження. Будь-який радіоактивний матеріал, який потрапляє в поверхневі або підземні води, буде розбавлятися водою до дуже низького рівня і буде безпечним для миття шкіри, волосся та одягу.

Що робити у разі хімічного ураження?

Хімічні сполуки, можуть подразнювати очі, слизові оболонки, шкіру та дихальні шляхи, може виникати утруднення дихання — кашель, виділення мокротиння, іноді і з домішками крові, нежить, відчуття сухості в горлі, осиплість голосу, нежить, носова кровотеча, біль у грудях. При гострих отруєннях — головний біль, запаморочення, загальна слабкість. Хімічне забруднення також може ускладнити хронічні захворювання легенів, такі як астма та емфізема. **Як захиститися?**

**В приміщеннях:**

- провести герметизацію приміщення: щільно закрити вікна і двері, димоходи, вентиляційні люки;
- заклеїти щілини у вікнах і стиках рам плівкою, лейкопластиром;
- при появі запаху використовувати засоби захисту органів дихання - можна використати ватно-марлеву пов'язку змочену 2%-м розчином питної соди.

**Поза приміщенням:**

- при необхідності (наявність запаху) захистити органи дихання засобами індивідуального захисту;
- не перебувати в понижених ділянках місцевості - долинах, ярах, тощо;
- не перебувати довго в підвалах і в напівпідвальних приміщеннях;
- намагатись знаходитись на підвищеннях;
- слідкувати за напрямком вітру. При ускладнені ситуації (при зміні напрямку вітру) визначити маршрут виходу із зони потенційної хімічної небезпеки (виходити в сторону, перпендикулярну напрямку вітру) та якнайшвидше покинути цю зону.

Що робити, якщо виявили підозрілий предмет?

**У разі виявлення підозрілого предмета, схожого на вибуховий пристрій, рекомендується:**

- негайно припинити роботи у місці (районі) його виявлення;
- проінформувати про знахідку інших осіб, які знаходяться поруч, у разі можливості забезпечити їх евакуацію з небезпечної території;
- не підходити, не торкатися та не пересувати підозрілий предмет;
- знаходячись поблизу нього, утриматися від куріння, користування засобами радіозв'язку (у тому числі мобільним телефоном);
- по можливості позначити або огородити місце знахідки (для огорожі можна використати різні підручні матеріали: дошки, жердини, гілки, мотузки, шматки яскравої матерії тощо);
- забезпечити охорону виявленого підозрілого предмета та вести спостереження за ним;
- повідомити про знахідку у будь-який місцевий орган виконавчої влади або чергову службу правоохоронних органів за номером 102, надавши необхідну інформацію (місце розташування підозрілого предмету, дату і час його виявлення);
- у разі залишення підозрілого предмета невідомою особою, свідком чого ви стали, максимально запам'ятати її зовнішність, одяг, автотранспорт та його номерні знаки;
- обов'язково дочекатися прибуття представників правоохоронних органів, знаходячись на безпечній відстані від місця знахідки.

Література.

1. Методичні рекомендації щодо поведінки людей в умовах воєнного стану.

УДК 159.9

Приступа А. – гр. БПм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ КОНФЛІКТУ ПОКОЛІНЬ**

Науковий керівник: Сівчук П.І.

Prystupa A.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **SOCIO-PSYCHOLOGICAL PROBLEMS OF INTERGENERATIONAL CONFLICT**

Supervisor: Sivchuk P.I.

Ключові слова: покоління, конфлікт, суспільство

Keywords: generation, conflict, society

Конфлікти є невід'ємною частиною нашого суспільного життя. Конфлікт поколінь існував і буде існувати, оскільки суспільство змінюється та шукає нові можливості для розвитку. Але кожен такий конфлікт впливає на нове покоління, правда не можна сказати, що тільки негативно, іноді він є рушійною силою для розвитку людини чи суспільства.

Для покоління минулого основними компонентами їхнього життя були сім'я, колектив та дотримання правил та законів. Тобто переважаючими цінностями були вірність сім'ї та її традиціям, повага до статусу і посади та колективний дух. Можна сказати, що людина не враховувала себе як окрему одиницю суспільства, тобто як незалежну особистість. Вона більше задумувалася про майбутнє ніж про сьогоднішній день.

Сучасне молоде покоління дуже критично ставиться до цих правил і традицій. Цьому «повстанню» сприяв стрімкий розвиток цифрових технологій, комп'ютеризація та розвиток мережі Internet. Це покоління почало більше звертати увагу на себе, свої потреби та бажання. Молоді люди живуть тут і зараз, в своє задоволення, ні на кого не рівняються, покладаються лише на себе.

Ось тут і постає одна з основних причин конфліктів, а саме різне середовище виховання та самовиховання. Якщо перших виховували жити для інших та передбачати майбутнє, то другі навчилися насолоджуватися сьогоднішнім і бути для себе. Молодь не має уявлення, яким було життя старшого покоління, тому створює різні стереотипи, що впливають на їхню взаємодію. В свою чергу старші вважають, що знають як краще жити, оскільки прожили більше, та не враховують те, що світ змінився, змінилися умови життя, соціальні переконання та можливості.

Також у сучасному суспільстві склалася така тенденція, що серед молоді знецінюється старість і посилюється геронтофобія, тобто вони всіляко стараються «відтермінувати» старість. Наприклад, пізно створюють сім'ю, народжують дітей, для того, щоб пожити для себе, реалізуватися або просто відпочити. А старше покоління хоче довести, що старість, то ще не кінець життя, що вони також можуть працювати на рівні з молодими.

Якщо колись «батьки» працювали, а «прабатьки» виховували «дітей», то тепер і ті, і другі можна сказати, конкурують один з одним, на кшталт, хто є кориснішим для суспільства, а вихованням «дітей» в цей момент займатися ніколи і нікому.

На фоні різного середовища виховання, через те, що хтось комусь хоче щось довести і виникає конфлікт поколінь. І поки він триває чомусь забувають про молоде покоління, яке тільки починає своє життя і розвиток. Звичайно, у цих дітей є хороша інформаційно-технологічна база від батьків і дідів, але вони не вміють нею правильно користуватися, не знають з чого почати свій соціальний шлях. Тому вони все більше заглиблюються у віртуальний світ і перестають жити і взаємодіяти з людьми в реальності, тобто не соціалізуються.

Отже, досить важливо і необхідно:

- 1) гармонізувати стосунки між старшими і молодими, тому що тільки так можна буде виростити «здорове нове покоління»;
- 2) молоді навчитися менше щось доводити старшому поколінню, а краще зосередитися на майбутньому;
- 3) навчитися поважати і старість, і молодість, тобто не потрібно доводити, що кращою є тільки одна.

Секція:

**Електрична інженерія**

УДК 621.311

Бартошевський Р.–ст. гр. ЕТ-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

**ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ «АСТОР»  
ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ  
ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Сисак І.М., к.т.н., доцент Оробчук Б.Я.

Bartoshevskiy R.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

**USING THE "ASTOR" SOFTWARE COMPLEX TO INCREASE  
THE EFFICIENCY OF ELECTRICAL NETWORKS OPERATION**

Supervisor: Ph.D., assoc. prof. Sysak I., Ph.D., assoc. prof. Orobchuk B.

Ключові слова: програмний комплекс, ефективність, електрична мережа.

Keywords: software complex, efficiency, electrical network

Програмний комплекс «АСТОР» - це комплексне прикладне програмне забезпечення для підвищення ефективності експлуатації електричних мереж (ЕМ) енергопостачальних компаній з автоматизацією процесів керування технічним обслуговуванням та ремонтами. Програмний комплекс «АСТОР» призначений для:

- Формування попорних схем повітряних ліній електропередач, схем підстанцій, схем кабельних ліній усіх класів напруг, схем ліній зв'язку, схем кіл релейного захисту та автоматики;
- Проведення кількісного аналізу по обладнанню та елементах об'єктів ЕМ з можливістю самостійного формування запитів до бази даних АСТОР та друку отриманих результатів у необхідній формі;
- Формування баз даних про щоденні ремонтні роботи та технічне обслуговування об'єктів ЕМ з фіксацією матеріальних та людських затрат на основі норм часу та розцінок на ремонт та технічне обслуговування, з подальшою можливістю, на їх основі, калькуляції актів виконаних робіт.
- Складання планів та план-графіків капітальних ремонтів та технічного обслуговування об'єктів ЕМ на наступні роки з можливістю формування кошторисів запланованих робіт, а також переліку необхідних для цього матеріалів;
- Формування баз даних про огляди та перевірки об'єктів ЕМ, ведення історії дефектів та їх ліквідації, реєстрації пошкоджень на КЛ та аналізу причин їх пошкоджувальності, реєстрації випробувань на КЛ, а також ведення обліку та накопичення інформації про випробування (протоколи випробувань) проведені на обладнанні ПС, ТП, КЛ, ПЛ;
- Формування баз даних про рух силових трансформаторів в межах енергокомпанії;
- Проведення розрахунку якісної та кількісної оцінки технічного стану об'єктів та сукупності об'єктів електричних мереж напругою 0,38-20 кВ згідно нормативного документу[1], з можливістю проводити розрахунок у автоматизованому режимі на

основі інформації внесеної в схеми об'єктів ЕМ та інформації про дефекти на елементах об'єктів ЕМ; проведення оцінки технічного стану ПЛі напругою 35-750 кВ на основі документів [2], [3];

- Формування необхідної звітної документації по структурах підприємства та підприємству в цілому.

На рисунку 1 представлено фрагмент поопорної схеми ПЛі-0.4 кВ програмному комплексу «АСТОР». На рисунку 2 зображено фрагмент цієї ж схеми з прив'язкою до Google maps.

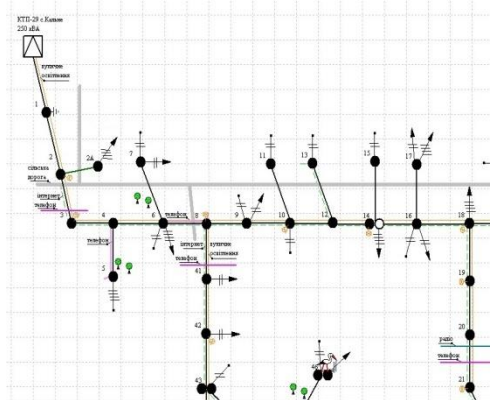


Рисунок 1 - Фрагмент поопорної схеми ПЛі-0.4 кВ, зображеної в «АСТОР»

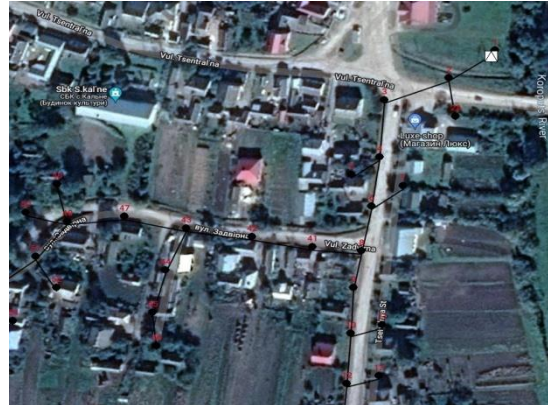


Рисунок 2 - Фрагмент поопорної схеми ПЛі-0.4 кВ з прив'язкою до Google maps.

На рисунку 3 представлено приклад заявки на вивід обладнання в ремонт. На рисунку 4 показано фрагмент ПС-110 Ланівці, зображеної в програмному комплексі «АСТОР».

№	Шифр	Назва
1	T	T-1
2	СШ	ТС-0-4
3	В	АВ-0-4 Ф-2
4	В	АВ-0-4 Ф-1

Рисунок 3 – Заявка на вивід обладнання в ремонт

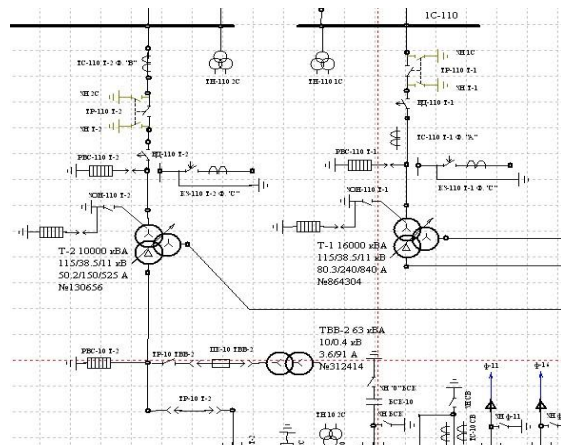


Рисунок 4 - Фрагмент ПС-110 Ланівці, зображеної в «АСТОР»

### Література

1. Методичні вказівки з обліку та аналізу в енергосистемах «Технічний стану розподільчих мереж напругою 0,38-20 кВ з повітряними лініями електропередачі» СОУ- Н МПЕ 40.1.20.576:2005.
2. Методичні вказівки. Оцінка технічного стану повітряних ліній електропередач напругою від 35 кВ до 750 кВ. Частина 1 Металеві та залізобетонні опори. Паспортизація ліній СОУ-Н ЕЕ 20.571: 2007.
3. Методичні вказівки Оцінка технічного стану повітряних ліній електропередач напругою від 35 кВ до 750 кВ. Частина 2. Конструктивні елементи ліній СОУ-Н ЕЕ 20.571: 2007.



УДК 628.9

Білик М. –ст. гр. ЕТ-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИМОГИ ЩОДО СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Осадца Я.М.

Bilyk M.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **REQUIREMENTS FOR LIGHTING SYSTEMS IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS**

Supervisor: Osadtsa Y.M.

Ключові слова: природне освітлення, штучне освітлення, люмінесцентна лампа.

Keywords: natural lighting, artificial lighting, fluorescent lamp.

Навчальні приміщення та робочі місця максимально сприятливо освітлюють, що має велике значення для забезпечення працездатності вчителів та учнів. Недостатнє освітлення пригнічує психіку і знижує гостроту зору, а отже, працездатність і якість навчальної діяльності. Для освітлення шкільних приміщень використовують природне та штучне освітлення. Вікна навчальних приміщень обладнуються: регульованими сонцезахисними пристроями типу жалюзі, тканинними шторами світлих тонів, що поєднуються з кольором стін, меблів. Штори з полівінілхлоридної плівки не використовуються. У неробочому стані штори необхідно розміщувати в простінках між вікнами. Для обробки навчальних приміщень використовуються оздоблювальні матеріали та фарби, що створюють матову поверхню. За необхідності природне та штучне освітлення використовують одночасно. При цьому ряди ламп біля вікна і протилежної стіни вмикають залежно від інтенсивності природного освітлення. Використання відкритих ламп (без світильників) заборонено.

Природне освітлення є найкращим за біологічними властивостями для очей людини, однак для створення оптимальних умов навчання і праці природне освітлення теж нормують, дотримуючись таких вимог:

- вікна класів, кабінетів і лабораторій (крім кабінетів креслення та малювання) орієнтують на південь, південний схід чи схід, за необхідності застосовують сонцезахисні пристрої. Рекомендовано двохстороннє освітлення гімнастичного залу із заходу та сходу;
- для максимально тривалого проникнення сонячних променів у приміщення вікна мають бути витягнутими в горизонтальному напрямку і розташованими якнайближче до стелі, а від підлоги — на висоті 75–80 см;
- вікна повинні мати достатні розміри та якісне скло (показник світлопропускання не менше 80%), а міжвіконні проміжки не мають перевищувати 30–50 см.

Штучне освітленням користуються для освітлення шкільних приміщень у похмурі дні та темний час доби. Штучне освітлення має недоліки порівняно з природним, наприклад, позбавлене ультрафіолетової та деяких інших складових спектра

У навчальних приміщеннях рекомендовано використовувати люмінесцентні лампи, мінімальна санітарна норма освітлення звичайного навчального місця яких становить 300 люкс, а у кабінетах креслення та малювання — 400 люкс.

Із люмінесцентних світильників для навчальних приміщень можна використовувати серії ЛСО-02 (підвісний світильник розсіяного світла) і ЛПО-23 (стелевий для громадських приміщень). Для освітлення класних дошок слід використовувати люмінесцентні світильники серії ЛПО-12 несиметричного розподілу світла з люмінесцентними лампами 40 Вт і 80 Вт.

Рекомендується використовувати, зокрема, штучні випромінювачі з 3500 град. К незалежно від принципу генерування видимої радіації. У класних приміщеннях можуть використовуватися люмінесцентні лампи типу ЛН (люмінесцентні лампи натурального кольору), освітлення ЛБ (білого кольору), ЛХБ (холодно білого кольору), ЛТПЦ (тепlobілого кольору), МОД (2 x 40 Вт), ШПД (2 x 40 Вт). Для ламп розжарювання найбільш раціональні світильники переважно відбитого світлорозподілу. У навчальних приміщеннях світильники слід розміщувати в 2 ряди паралельно до лінії вікон на відстані 1,5 м від зовнішньої і внутрішньої стін, 1,2 м - від класної дошки, 1,6 м - від задньої стіни. Відстань між рядами світильників повинна бути 2,5-2,65 м. Питома потужність люмінесцентного освітлення повинна бути 24-28 Вт/кв. м, при лампах розжарювання - 48 Вт/кв. м.

При освітленні приміщення люмінесцентними лампами повинно бути передбачено додаткове освітлення класної дошки спеціальними лампами із світильниками несиметричного світлорозповсюдження; при освітленні лампами розжарювання - додаткові лампи. У приміщеннях для трудового навчання встановлюються пилевологозахисні світильники ПВЛ - 2 x 40, ЛСО - 8, ЛВВО - 1. При збільшенні глибини навчальних приміщень необхідно використовувати комбіноване освітлення (штучне і природне). Рівень комбінованого освітлення на робочих місцях повинен складати 600 лк з перевагою природного освітлення. Раціональне співвідношення між світловими потоками від вікна і штучного освітлення повинно бути 2:1. У навчальних майстернях, крім загального освітлення, слід передбачити місцеве біля верстатів та станків. У майстернях з обробки дерева і металу з метою дотримання правил техніки безпеки, профілактики травм слід передбачати подвійне включення електрообладнання в електромережу. Оптимальний рівень штучного освітлення спортивного залу складає 400 лк на рівні підлоги. Загальна потужність усіх люмінесцентних ламп у класі має бути не менше 1200 Вт. З метою продовження терміну придатності люмінесцентних ламп не рекомендовано вимикати їх під час перерв, тому що часте вимикання та вмикання призводить до пошкоджень.

Освітлювальна арматура, вікна та опалювальні прилади у спортивному залі повинні бути закриті металевими сітками. Світильники мийуться не рідше 1 разу на три місяці, вікна - 1 раз у півріччя.

### **Література**

1. Управління Держпраці
2. ДСанПіН 5.5.2.008-01 «Державні санітарні правила і норми влаштування, утримання загальноосвітніх навчальних закладів та організації навчально-виховного процесу»
3. СНиП 11-4-79 " Природне та штучне освітлення ".

УДК 621.311

Головко А. – ст. гр. ЕТ-31

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ЖИВЛЕННЯ ПЕРИФЕРІЙНИХ ПОСТІВ ТЕЛЕМЕТРИЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ

Науковий керівник: к.т.н., доцент, Оробчук Б.Я.

Holovko A.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

## POWER SUPPLY OF PERIPHERAL POSTS OF TELEMOMETRY POWER TRANSMISSION LINE MONITORING SYSTEMS

Supervisor: B. Orobchuk - Ph.D., Assoc., Prof.

Ключові слова: відбір потужності, трансформатор струму, лінія електропередачі  
Keywords: power take-off, current transformer, power line

Втрати електроенергії внаслідок аварій через сильні вітри та ожеледь в деяких регіонах держави може становити 70-від 80% загальної річної втрати через відмову по всій країні. Для аналізу та контролю впливів вітру та ожеледі на проводи повітряних ліній електропередачі застосовуються спеціальні системи моніторингу [1]. Для живлення кіл керування периферійного посту телеметрії пропонується використовувати спеціальний одновитковий трансформатор струму (ТС) відбору потужності спеціальної конструкції, що складається з роз'ємного кільцевого сердечника, на якому розташовується вторинна багатовиткова обмотка. Такий трансформатор закріплюється навколо фазного дроту повітряної лінії, що є одночасно первинною обмоткою, і стягується болтами для забезпечення щільного контакту. Використання трансформатора струму для відбору потужності дозволить розширити функціональні можливості систем моніторингу за рахунок можливості локального вимірювання температури дроту [2].

Таким чином, метою роботи є дослідження та розробка моделі трансформатора відбору потужності, що дозволяє використовувати в якості живлення периферійних постів телеметрії систем моніторингу робочий струм контрольованої повітряної лінії електропередачі шляхом відбору потужності від робочої фази лінії.

Принцип дії трансформатора струму відбору потужності наступний: первинний струм у фазному дроті створює на його магнітопроводі магнітний потік, який при взаємодії зі вторинною обмоткою наводить в ній ЕРС, що викликає появу струму у вторинному колі. Для визначення необхідних параметрів ТС в залежності від потужності, що отримується від нього, необхідно математично описати взаємозв'язок між струмом проводу лінії та створюваним ним магнітним полем у вторинному колі ТС. ЕРС замкнутого контуру, яка обумовлена зміною магнітного потоку, що наводиться в цьому контурі, можна визначити за формулою:

$$E_1 = 2\pi f w_1 \Phi, \quad (1)$$

де  $f$  – частота змінного струму;  $w_1$  - число витків первинної обмотки ТС.

Величина магнітного потоку  $\Phi$  у магнітопроводі буде рівною:

$$\Phi = \mu \mu_0 \frac{S}{l} l_1 w_1, \quad (2)$$

де  $\mu \neq const$  - відносна магнітна проникність матеріалу сердечника;  $\mu_0 = 4\pi 10^{-7}$  Гн/м – магнітна постійна;  $S$  - площа поперечного перерізу магнітопроводу.

Тоді, враховуючи (1) та (2), можна визначити ЕРС первинного контуру:

$$E_1 = 2\pi f \mu \mu_0 \frac{S}{l} l_1 w_1^2. \quad (3)$$

Первинна напруга відповідно до другого закону Кірхгофа буде становити

$$U_1 = -E_1 + l_1(r_1 + jX_1), \quad (4)$$

де  $r_1$  і  $X_1$  - активний і реактивний опір первинної обмотки.

Індуктивний опір первинної обмотки можна визначити наступним чином:

$$X_1 = \frac{S}{l} = \mu \mu_0 \frac{S}{l} w_1^2. \quad (5)$$

Відповідно до явища взаємної індукції ЕРС, що наводиться у вторинному колі і обумовлена первинним струмом, визначається наступним чином:

$$E_2 = U_1 \frac{w_2}{w_1}, \quad (6)$$

де  $w_2$  - число витків вторинної обмотки ТС.

Напруга на вторинній обмотці відповідно до другого закону Кірхгофа рівна:

$$U_2 = -E_2 - l_2(r_2 + jX_2), \quad (7)$$

де  $r_2$  і  $X_2$  - активний і реактивний опір вторинної обмотки.

Вторинний струм згідно із законом Ома можна визначити за формулою:

$$I_2 = U_1 \frac{E_2}{Z_2 + Z_H} - I_0, \quad (8)$$

де  $I_0$  - струм намагнічування

Для підвищення вихідної потужності ТС можна встановити допоміжний ТС для додаткового підмагнічування. За допомогою додаткової вторинної обмотки створюється допоміжний магнітний потік, що дозволяє ТС працювати з найбільшою потужністю. Так як первинна обмотка складається з одного витка, то обумовлена первинним струмом магніторушійна сила є малою і наведена нею у вторинній обмотці ЕРС є також малою. Підмагнічування створює додаткову магніторушійну силу, що переміщає робочу точку характеристики намагнічування трансформатора струму в область найбільшої крутизни, обумовлюючи тим самим появу до додаткової ЕРС підмагнічування. Це дозволяє значно збільшити вихідне значення ЕРС вторинної обмотки і відповідно збільшити вторинний струм при тому ж значенні первинного струму. Для виключення трансформаторного зв'язку між обмоткою підмагнічування і вторинною обмоткою магнітопровід ТС слід секціонувати на два однакові сердечники, а обмотку підмагнічування і вторинну обмотку з'єднати між собою паралельно. При цьому у вторинному колі виникає додаткова струмова складова від підмагнічування.

Висновок. Значення вихідної потужності насамперед визначається величиною та характером навантаження. Умовою отримання максимальної величини вихідної потужності є рівність опору навантаження опору вторинної обмотки трансформатора відбору потужності.

1. Журахівський А.В., Казанський С.В., Матеєнко Ю.П., Пастух О.Р. Надійність електроенергетичних систем і електричних мереж: підручник – Київ.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – 456 с.

2. Оробчук Б.Я, Бартошевський Р.В. Інтелектуальна система управління та контролю параметрів електричної мережі // Міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій». М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]: ТНТУ, 2022. – С. 82-83.

УДК 621.31

Горват М. – ст. гр. ЕТ – 11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ВОДНЕВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Коваль В.П.

Gorvat M.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **MAIN CHALLENGES OF HYDROGEN ENERGY**

Supervisor: Phd. Koval V.P.

На даний час уряди і компанії вкладають десятки мільярдів доларів у водневі енергетичні технології. Водень має великі перспективи як екологічно чиста альтернатива викопним видам палива. Водень - це найпоширеніший хімічний елемент, на нього припадає 74 % усієї речовини у Всесвіті. Сьогодні воднева галузь перебуває на стадії становлення. Більшість авторів публікацій у сфері водневої енергетики звертають увагу на наступні її основні проблеми.

Першочергово це значна текучість водню. Молекули водню крихітні тому вони здатні проходити через перешкоди, які не пропустили б природний газ. Ця властивість може спричинити витік цього газу. Коли водень потрапляє в атмосферу, він вступає в реакцію з іншими хімічними речовинами і нагріває її. Дослідження вчених EDF показало, що в часових масштабах десятиліття-два потепління від водню є набагато більшим, ніж вважалося раніше. І чим далі потрібно транспортувати водень, тим існує більший ризик витоків, тому має сенс виробляти водень поблизу місця його використання. Саме тому мінімізація витоків має бути пріоритетом для кожного водневого проекту.

Водень не зустрічається в природі сам по собі, його потрібно відділяти від інших елементів. Водень можна виробляти з відновлюваних джерел енергії за допомогою сонячної або вітрової енергії, розщеплення води та газифікації біомаси/біопалива. Найбільше водню видобувається на даний час з вугілля - близько 21,5 млрд. тонн на рік. Цей процес є енергоємним і спричиняє значне забруднення клімату. Тому його потрібно замінювати відновлюваними джерелами енергії. В залежності від технології виробництва розрізняють два види водню: "зелений" і "блакитний". "Зелений" водень можна виробляти, використовуючи відновлювані джерела енергії, а "блакитний" - видобуваючи його з природного газу, який видобувається в умовах, що різко мінімізують викиди метану і CO<sub>2</sub>. Якщо процес виробництва і транспортування водню має низький рівень витоків, то дослідники заявляють, що "зелений" водень, і - меншою мірою "блакитний" водень значно зменшують глобальне потепління порівняно з використанням викопного палива.

У майбутньому воднева енергетика може стати сталою енергією, яку можна буде використовувати в усіх сферах завдяки її екологічно чистому характеру. Однак виробництво водню з таких джерел, як викопне паливо, буде небезпечним для навколишнього середовища. Тому для виробництва водню слід зосередитися на відновлюваних джерелах енергії та ядерній енергетиці, щоб захистити навколишнє середовище від викидів. Також в майбутньому слід дослідити різні методи виробництва водню з різних відновлюваних джерел, щоб встановити їх ефективність та екологічність.

УДК 621.365

Дільний І. –ст. гр. ЕТ-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСНОВНІ ПЕРЕВАГИ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ SMART GRID**

Dilnyi I.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **THE MAIN ADVANTAGES OF IMPLEMENTING SMART GRID TECHNOLOGY**

Ключові слова: енергосистема, електропостачання, моніторинг

Keywords: power system, power supply, monitoring

Сучасний розвиток паливно-енергетичного комплексу у глобальному та національному масштабах має відповідати новим цілям і тенденціям розвитку економіки країни. Поступова децентралізація виробництва електроенергії, поряд з фізичним та моральним зношенням електроенергетичного обладнання електростанцій, мереж, та трансформаторних підстанцій, та відсутністю можливості отримання в реальному часі диспетчерської інформації про стан справ в ОЕСУ, приводить до того, що з кожним роком стан мережі погіршується. Провідні світові країни знайшли інструмент вирішення цих проблем в своїх електроенергетичних системах – впровадження «Інтелектуальних мереж», або Smart Grid

Smart Grid - це модернізовані мережі електропостачання, які використовують інформаційні і комунікаційні технології для збору інформації про виробництво електроенергії і енергоспоживання, що дозволяє автоматично підвищувати ефективність, надійність, економічну вигоду, а також стійкість виробництва і розподілу електроенергії. У рамках концепції Smart Grid інтелектуальна електроенергетична система розглядається як єдина мережа інформаційно-керуючих систем, що забезпечує:

- інтеграцію всіх видів генерації (у тому числі малої генерації) і будь-які типи споживачів (від домашніх господарств до великої промисловості) для ситуаційного керування попитом на їхні послуги та забезпечення активної їх участі у роботі енергосистеми;
- зміну в режимі реального часу параметрів і топології мережі за поточними режимними умовами, виключаючи виникнення та розвиток аварій;
- розширення ринкових можливостей інфраструктури шляхом взаємного надання широкого спектру послуг суб'єктами ринку та інфраструктурою;
- мінімізацію втрат, розширення самодіагностики і самовідновлення при дотриманні умов надійності та якості електроенергії; інтеграцію електромережевої та інформаційної інфраструктури для створення всережимної системи керування з повномасштабним інформаційним забезпеченням.

УДК 628.94

Завацький Н.– ст. гр. ЕТ-21

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАМІНИ ЛАМП РОЗЖАРЕННЯ НА СВІТЛОДІОДНІ ЛАМПИ**

Науковий керівник: к. т. н., доцент Белякова І. В.

Zavatskyi N.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **ENERGY EFFICIENCY OF REPLACING INCANDESCENT LAMPS WITH LED LAMPS**

Supervisor: Associate Professor, Ph.D., Iryna Beliakova

Ключові слова: LED лампи, енергоефективність, освітленість

Keywords: LED lamps, energy efficiency, illuminance

Протягом останніх років досягнення в області світлодіодної технології зробили освітлювальні прилади з використанням світлодіодів кращим рішенням для повсякденного освітлення в різних сферах діяльності людини. Їх використання є рентабельним рішенням, незважаючи на немалу вартість, оскільки вкладення окупляться швидко.

Використання світлодіодних джерел світла в якості альтернативи традиційним обумовлено рядом переваг світлодіодних систем: високою якістю випромінюваного світла, суттєво більшим терміном служби; забезпеченням екологічної і протипожежної безпеки; відсутністю спеціальної утилізації та втрат світлового потоку тощо.

30 січня, офіційно стартувала програма ЄС та Уряду України для населення з обміну ламп розжарення на світлодіодні лампи. Метою всеукраїнської програми є зменшення навантаження на енергосистему, що дозволить знизити споживання електроенергії на 7-10% в моменти пікового навантаження на українську енергосистему.

Головною перевагою LED ламп є їх висока енергоефективність, тобто низьке споживання електроенергії за високого рівня освітленості. Розрахувавши енергоекономічність LED лампи потужністю 10 Вт, з такими характеристиками  $F=840\text{лм}$ ,  $T_k=4200\text{К}$ ,  $\tau=50000\text{ год}$ , яка за величиною світлового потоку є аналогом до лампи розжарення 90 Вт та порівнявши з аналогічними розрахунками для звичайної лампи розжарення потужність 100 Вт з характеристиками:  $F=1000\text{лм}$ ,  $T_k=2800\text{К}$ ,  $\tau=1000\text{ год}$  при роботі 12 год/день з урахуванням витрат на електроенергію (1,44 грн за кВт•год – до 250 кВт•год і 1,68 за кВт•год грн – більше 250 кВт•год) та витрат на придбання двох видів ламп: лампи розжарення (10,35 грн/шт) і LED лампи (81 грн/шт). Згідно розрахунків LED лампа споживає в 10 разів менше електроенергії за рік, ніж лампа розжарення (43,8 кВт•год та 438 кВт•год); вартість споживаної енергії 63,072 грн та 630,72 грн (при споживанні до 250 кВт на місяць) і 73,584 грн та 735,84 (при споживанні до 100 кВт на місяць) відповідно. Оскільки середній строк служби світлодіодної лампи 50000 год, лампи розжарення – 1000 год, то при щоденному використанні LED лампи протягом 12 годин, отримуємо більше 10 років роботи. За цей час нам доведеться замінити близько 50 звичайних ламп розжарення.

УДК 62.501.52

Іващук Р.-ст. гр. ЕТс-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИЗНАЧЕННЯ ОБЛАСТІ СТІЙКОСТІ В ПЛОЩИНІ ПАРАМЕТРІВ ТА ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЛІНІЙНИХ НЕПЕРЕРВНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Мовчан Л.Т., к.т.н., доцент Буняк О.А.

Ivashchuk R.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **DETERMINATION OF THE REGION OF STABILITY IN THE PLANE OF PARAMETERS AND QUALITY INDICATORS OF LINEAR CONTINUOUS AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS**

Supervisor: Ph.D., assoc. prof. Movchan L., Ph.D., assoc. prof. Buniak O.

Ключові слова: D-розбиття, межа області стійкості в просторі параметрів, рівняння межі D-розбиття в площині параметрів, показники якості перехідного процесу

Keywords: D-partition, boundary of the stability region in the parameter space, D-partition boundary equation in the parameters plane, indicators of the quality of the transition process

Розглянуто питання побудови межі області стійкості (МОС) неперервних лінійних систем автоматичного керування (САК) в площині параметрів коефіцієнтів характеристичного рівняння та показників якості перехідного процесу (ступеня стійкості  $\eta$  та ступеня коливності  $\mu$ ) методом D-розбиття. Представлено конкретні вирази коефіцієнтів зміщених характеристичних рівнянь для ступеня стійкості  $\eta$  та ступеня коливності  $\mu$ . Показано, що показники якості нелінійно входять в коефіцієнти зміщених рівнянь, тому побудова МОС класичним методом D-розбиття є проблемою. Розглянуто приклад побудови МОС в площині параметра системи та ступеня стійкості  $\eta$ . МОС отримано за допомогою запропонованої авторами методики побудови області стійкості в площині двох параметрів, один з яких нелінійно входить у рівняння системи. При цьому виключаються побудова всієї кривої D-розбиття та особливих прямих і використання штриховки по Неймарку, а також забезпечується машинна реалізація МОС. Отримане сімейство МОС в площині параметра та при різних значеннях іншого параметра коефіцієнтів зміщеного характеристичного рівняння дозволяє оцінити, а для значень параметрів на сімействі МОС визначити ступінь стійкості  $\eta$ .

### **Література**

1. Л.Т. Мовчан. Визначення області стійкості в площині параметрів та показників якості лінійних неперервних систем автоматичного керування методом D-розбиття. Міжнародний науково-технічний журнал Проблеми керування та інформатики, 2023, № 1. С. 23-29.



УДК 621.326

Новаківський А.-ст. гр.ЕА-124

ВСП" ТФК ТНТУ ім. І. Пулюя"

## ТЕХНОЛОГІЇ ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ БЕЗПЕКУ НА ДОРОЗІ

Науковий керівник: Недошитко Л.М. викладач методист

Novakivskii A.

*Separate structural unit "Ternopil Vocational College" Ternopil Ivan Puluj*

*National Technical University*

## TECHNOLOGIES ENSURE SAFETY ON THE ROAD

Supervisor: Nedoshytko L.M.

Можливо, те, на що сьогодні найбільше чекає автомобільна промисловість, це масовий випуск безпілотних автомобілів. Вони не вперше про це говорять, і навіть Ілон Маск пообіцяв, що через п'ять років ми будемо їздити на безпілотних автомобілях вже в 2014 році.

В ОАЕ вже можна побачити безпілотні автомобілі. Отже, зараз ми знаходимося на початку транспортної революції, яка зробить непотрібними водіння та водій, а водіння автомобіля стане дешевшим і безпечнішим. Адже 9 з 10 ДТП стаються з вини людей, а безпілотні автомобілі мають виключати людський фактор. Технічні проблеми на дорозі практично вирішено, але висока вартість систем автономного керування, проблеми із законодавством у цій галузі та небажання багатьох довіряти машині без водія — чистий страх перед новим.

Основні цілі – підвищення безпеки та запобігання ДТП, а також оптимізація маршрутів. Ідея connected car автомобіля полягає в тому, що автомобілі повинні підключатися до бездротової мережі та обмінюватися інформацією один з одним про швидкість, напрямок руху, затори, роботи з технічного обслуговування тощо, щоб попередити водія та допомогти йому уникнути аварій. Довгий час не існувало технічних перешкод для впровадження таких систем, а широке розповсюдження гальмувалося в основному відсутністю єдиного стандарту та необхідністю виділення радіочастотних діапазонів організаціям для бездротових мереж обміну даними.

Автовиробники 21 століття роблять революцію, доводячи, що безпілотні автомобілі можливі. Людство досягло такого рівня розвитку, коли воно може бути популярним і демократизованим, а автопілот можна випустити на дороги -- і він працюватиме.

Ще в минулому столітті намагалися зробити автомобіль з функціями автономного керування. У 1977 році Японія випробувала напівавтономний автомобіль, оснащений двома камерами та аналоговим комп'ютером, здатний розвивати максимальну швидкість 30 кілометрів на годину.

З 1977 року до того моменту, коли був створений і «повернений природі» справді самокерований автомобіль, пройшло чимало часу. Іноді цілі галузі зараз асоціюються з брэндами, які здатні створити першу робочу модель. Однак це не означає, що їхня система найкраща.

Виробники оснащують свої транспортні засоби програмним забезпеченням, яке допомагає водієві різними способами:

- Підтримання уваги
- Зупинка автомобіля
- утримання в правильній смугі руху,

- прокладати найзручніший маршрут тощо.

Багато сучасних систем автоматизованого водіння пов'язані з інфраструктурою, такою як знаки, розмітка та інтелектуальні пристрої на дорозі, які взаємодіють з програмним забезпеченням автомобіля, щоб допомогти у прийнятті рішень.

Ключові розробки на світовому ринку мінімізують людські помилки і роблять водіння безпечнішим:

- driver monitoring system - системи, що використовують камери для контролю уваги водія;

- collision avoidance - системи, які запобігають зіткненням за допомогою рульового управління, гальмування та прискорення;

- Highway Pilot - автоматизоване водіння на певних ділянках автомагістралі;

- Connected Road View - оцінює дорожні умови, будує найбільш вигідні маршрути та обмінюється інформацією з іншими транспортними засобами в режимі реального часу;

- driver support - системи, які надають інформацію щодо підтримання необхідної швидкості, дотримання необхідної дистанції між транспортними засобами, підказки щодо паркування тощо;

- infotainment - інтегровані мультимедійні системи, що поєднують розважальні та інформаційні функції;

- telematics - запис і передача даних у разі аварії.

Це звучить приголомшливо, але питання зникає, коли ви уявляєте, скільки інформації водій повинен обробляти під час їзди містом, і скільки рішень він повинен приймати щосекунди. Зараз технології можуть допомогти нам у цьому. Вони оточують нас набагато тісніше, ніж здається.

Для цього ми використовуємо кілька технологій:

- камери та комп'ютерний зір, який базується на глибокому машинному навчанні. Ця технологія дозволяє нам розпізнавати інші транспортні засоби, пішоходів, дороги, знаки та розмітку;

- Об'єднання датчиків - ще один спосіб відстежувати рухомі об'єкти поблизу автомобіля, такі як пішоходи, тварини, велосипедисти та інші транспортні засоби;

- Локалізація поєднує дані датчиків у реальному часі з картами високої чіткості. Це дозволяє відстежувати транспортний засіб у просторі та надає інформацію про точну геометрію дороги та дорожні умови поза зоною дії датчиків;

- Контроль руху транспортного засобу базується на двох попередніх технологіях для створення моделей навколишнього середовища і прокладання маршруту, а також може реагувати на раптові аварії.

За оцінками, широке використання автоматизованих транспортних засобів може зменшити кількість дорожньо-транспортних пригод з вини людини на 85% і врятувати приблизно 50 000 життів на рік. Тому розвиток "розумних" автомобілів в автомобільній промисловості, безсумнівно, є корисною тенденцією.

Вони вже допомагають підвищити безпеку дорожнього руху, і ця тенденція буде набирати обертів у майбутньому.

### Список використаної літератури:

1. Розумне авто: які технології забезпечують безпеку на дорозі— [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://mind.ua/openmind/20249742-rozumne-avto-yaki-tehnologiyi-zabezpechuyut-bezpeku-na-dorozi>
2. Машини часу: 7 інновацій, які з'являться в авто протягом 5 років-[Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://top-people.com.ua/articles/mashini-chasu-7-innovaciy-yaki-zyavlyatsya-v-avto-protyagom-5-rokiv>

УДК 621.311

Оболонін О.–ст. гр. ЕТ-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ПРИ НЕСИМЕТРІЇ НАПРУГИ МЕРЕЖІ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Буняк О.А., к.т.н., доцент Мовчан Л.Т.

Obolonin O.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **MODELING THE OPERATION MODES OF ASYNCHRONOUS MOTOR AT ASYMMETRY OF THE NETWORK VOLTAGE**

Supervisor: Buniak O., Movchan L.

Ключові слова: математична модель, асинхронний двигун, несиметрія мережі.

Keywords: mathematical model, asynchronous motor, network asymmetry.

Сучасне виробництво використовує безліч електричних пристроїв різного технологічного призначення. Більшість цих пристроїв для динамічного руху використовують асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором, які характеризуються можливістю працювати з різними навантаженнями [1].

Асинхронні двигуни (АД) загального призначення працюють у трифазній системі електропостачання. Більшість електричного обладнання використовуються в сільському господарстві, мережі 0,38/0,22 кВ яких характеризуються великою довжиною ланок та змішаними схемами підключення однофазних та трифазних споживачів [2].

Експертні оцінки експлуатації АД як основного елементу електроприводу показали, що реальний термін їх безвідмовної роботи не перевищує 50 % від часу, який встановлений заводом-виготовлювачем. До однієї з причин аварійності АД відносять низьку якість напруги, зокрема, її несиметрію [2].

Тому, запропоновано дослідити зміну режимних параметрів асинхронного двигуна на експериментальній установці лабораторії електричних машин кафедри електричної інженерії ТНТУ в умовах постійної несиметрії напруги мережі.

Несиметрії напруги трифазної мережі характеризується присутністю напруги оберненої та нульової послідовностей. Аналіз показав [1, 3], що в АД напруга оберненої послідовності негативно впливає на складову основного моменту двигуна, а струм нульової послідовності призводить до надлишкового нагрівання статора двигунів, та, відповідно, швидкого старіння ізоляції й скорочення терміну використання двигунів. Крім цього, наявність несиметричних навантажень зумовлює додаткові втрати потужності двигуна, збільшуються втрати напруги на фазі, що призводить до зниження механічних і регулювальних характеристик АД [2].

Для здійснення досліджень мною проведено моделювання режимних параметрів АД з врахуванням несиметрії напруги мережі. У відповідності з теорією електричних машин [1, 4] електромеханічні характеристики є залежними від величини ковзання  $s$ . Залежність величини ковзання від несиметрії напруг з найбільшою достовірністю можна представляти рівнянням:

$$M_0 + (k_3 \cdot M_n - M_0) \left( \frac{1-s}{1-s_n} \right)^x = M_1 - M_2, \quad (1)$$

де  $s_n$  – номінальне значення ковзання;  $M_n$  – номінальний момент АД,  $H \cdot m$ ;  $M_0$  – момент холостого ходу АД,  $H \cdot m$ ;  $k_3$  – коефіцієнт завантаження;  $x$  – механічний характеристичний коефіцієнт АД.

В загальному випадку для проведення досліджень справедливою буде залежність:

$$s = f(U_1, U_2, M_0, M_n, s_n, x), \quad (2)$$

тобто, доцільно знати величини: симетричні складові прямої й зворотної послідовностей та значення фазних струмів. Ділянки механічних характеристик будемо визначати за моментами  $M_1$  та  $M_2$ :

$$M_1 = \frac{s}{s_n} \left( \frac{U_1'}{U_{ном}} \right)^2 \cdot M_n; \quad (3)$$

$$M_2 = M_{П2} \cdot (\omega_0 - \omega) / \omega_0 = M_{П2} \cdot s, \quad (4)$$

де  $M_{П2} = \left( \frac{U_2'}{U_{ном}} \right)^2 \cdot M_{П}$ .

Моделювання несиметрії напруги трифазної мережі при проведенні досліджень будемо проводити за двома варіантами: за першим: в межах нормально допустимого значення відхилення напруги за зворотною та нульовою послідовностями (2 %); за другим: в межах аварійно допустимого значення відхилення напруги за зворотною та нульовою послідовностями (4 %).

Експериментальні дослідження зміни режимних параметрів АД при несиметрії напруги мережі за прийнятими залежностями дозволять вибирати оптимальні схеми для забезпечення струмового захисту АД.

### Література

1. Лаврінченко Ю.М., Савченко П.І., Синявський О.Ю., Войтюк Д.Г., Савченко В.В., Голодний І.М. Основи електропривода: підручник / Ю.М. Лаврінченко, П.І. Савченко, О.Ю. Синявський, Д.Г. Войтюк, В.В. Савченко, І.М. Голодний. – К.: Видавництво Ліра. – 2017. – 524 с.

2. Попова І. О. Контроль режимів роботи асинхронних двигунів при несиметрії напруг мережі: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. техн. наук: спец. 05.09.16 "Електротехнології та електрообладнання в агропромисловому комплексі" / І. О. Попова. – Мелітополь, 2003. – 20 с.

3. Черкашин В.П. Дослідження впливу несиметричного навантаження на режим системи електропостачання / В.П.Черкашин // Матеріали XII Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції «Сталий розвиток міст» (84-я студентська науково-технічна конференція ХНУМГ ім. О. М. Бекетова) 23-25 квітня 2019 р. – Ч.2. – С. 23-25.

4. Закладний О. М. Захист як складник системи функціонального діагностування асинхронних електродвигунів / О. М. Закладний, В. В. Прокопенко, О. О. Закладний // Промелектро. – 2010. – № 4. – С.36- 40.

УДК 621.316.13

Теравський П., Невідомський М. - ст. гр. ЕТ-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ ІЗОЛЯТОРІВ НА ВИСОКОВОЛЬТНИХ ЛІНІЯХ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ**

Науковий керівник: Вакуленко О. О.

Teravskiy P., Nevidomskiy M.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **APPLICATION OF POLYMERIC INSULATORS ON HIGH-VOLTAGE ELECTRICAL TRANSMISSION LINES**

Supervisor: Vakulenko O.

Ключові слова: високовольтні полімерні ізолятори

Keywords: high-voltage polymeric insulators

Високовольтні ізолятори – необхідні елементи для побудови високоефективної та безпечної енергетичної системи. Ізолятор електричний надійно фіксує проводи ліній електропередачі (ЛЕП) та створює сприятливі умови експлуатації енергомережі.

Полімерні ізолятори – сучасні та витривалі ізолятори ЛЕП, які виготовляються зі спеціальних композицій на основі силіконової гуми, стійких до вологи, природної ерозії та інших несприятливих факторів навколишнього середовища. Вони мають такі переваги: нижчу вагу у порівнянні з фарфоровими та скляними виробами; гідрофобну оболонку, що підвищує їх мокро-розрядні характеристики; полегшену процедуру монтажу; стійкість до проявів вандалізму; мінімальний рівень електрошуму.

Вулканізована силіконова композиція має високе заповнення гідратом алюмінію і обпаленим кремнеземом, внаслідок чого проявляє себе як найбільш надійний полімерний матеріал для зовнішньої ізоляції (особливо в якості підстанційних ізоляторів). На відміну від більшості інших полімерних ізоляційних матеріалів силіконові еластомери в експлуатації здатні зберігати свою низьку поверхневу енергію, що забезпечує їх відмінні гідрофобні поверхневі властивості. Крім того, силіконові еластомери стійкі до ультрафіолетових променів [1].

На багатьох конструкціях наконечників, що кріпляться до склопластикових стрижнів полімерних ізоляторів, встановлюють додаткові металеві диски (кільця), які оберігають наконечники від теплової енергії дуги. Ізолятори більш високих класів напруги оснащують захисною арматурою для вирівнювання розподілу напруги. Однак, в деяких випадках ця арматура може сильно пошкоджуватися від дії силової дуги. Виявлено, якщо наслідки дугового пошкодження захисної арматури ліквідовані досить швидко, механічна міцність ізоляторів не змінюється. Однак, якщо пошкодження відбуваються повторно на вже пошкодженій захисній арматурі, може відбутися розрив ізолятора.

Короткочасне горіння дуги не спричиняє пошкодження полімерного покриття ізолятора, а лише пошкодження арматури. Ізолятор потребує заміни в тому випадку, якщо на арматурі з'являється значна корозія (в результаті видалення оцинкованого шару). На рисунку 1 наведені приклади таких пошкоджень.



Рисунок 1 - Пошкодження наконечників ізолятора внаслідок горіння дуги

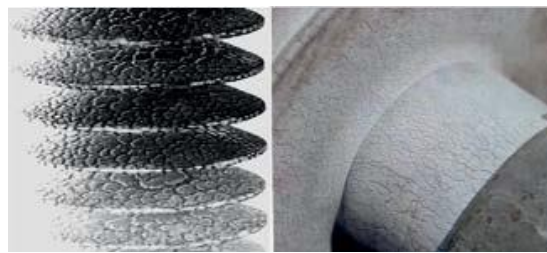


Рисунок 2 - Тріщини на поверхні ізолятора глибиною більше 0,1 мм

Поверхневі мікротріщини (див. рисунок 2) глибиною менше 0,1 мм утворюються в результаті електричної активності. Вони призводять до пошкодження поверхні ізолятора. негайної заміни такі пошкодження не вимагають, але потребують контролю, адже поступово можуть перерости в більш серйозні пошкодження.

На відміну від механічної руйнації ізолятора при електричному пробі, характерному, наприклад, для фарфору чи скла, електричним руйнуванням для полімерного ізолятора є утворення провідного каналу в діелектрику, що знаходиться між електродами в прикладеному електричному полі. Оскільки електричне руйнування має складний часовий характер, то його можна умовно розділити на два періоди часу. Перший з них – час від початку прикладення номінальної робочої напруги до зародження будь-яких первинних дефектів (для полімерів - це деревовидні канали, заповнені газом). В нормальних умовах експлуатації перший період руйнування діелектрика може сягати значень порядку багатьох років.

Другий період характеризується тривалістю від зародження дендритів до пробою. Дендрити виникають у місцях підвищеної локальної напруженості електричного поля. Тривалість цього періоду визначається низкою процесів: інтенсивністю інжектування електронів з електродів, формуванням та еволюцією об'ємних зарядів різних знаків, йонізацією полімерних процесів. В цілому, другий період руйнування діелектрика може змінюватись від 1 до сотень секунд і багато в чому визначається температурою, електричним полем та режимом роботи ізолятора в електромережі [2].

Зародження дендритів супроводжується порушенням суцільності матеріалу і характеризується електричними ("часткові розряди"), акустичними, тепловими та оптичними ефектами, що дозволяє за допомогою різних фізичних методів реєструвати початкову фазу зародження дендритів. Особливо важливим моментом є діагностування характеристик "часткових розрядів", оскільки в полімерах, на відміну від інших типів діелектриків, подальше зростання дендритів відбувається під їх дією на канали дендритів. Таким чином, зростання дендритів та параметри "часткових розрядів" (інтенсивність, частота повторення) є взаємопов'язаними процесами, що призводять до пробою ізоляції внаслідок перекриття міжелектродного проміжку дендритом.

Дослідженнями встановлено, що саме неоднорідність розподілу напруженості електричного поля спричиняє виникнення "часткових розрядів" і призводить до руйнування ізолятора. Це означає, що для вирішення завдання забезпечення максимальної електричної міцності ізоляційної конструкції необхідно оптимізувати напруженість електричного поля ізолятора.

#### Література

1. Шидловський А. К. Високовольтні полімерні ізолятори / А. К. Шидловський, Ю. М. Шумилов, А. А. Щерба. - К. : Видавнича група «Сучасність», 2008. - 253 с.
2. Кирик В. В. Особливості використання полімерної ізоляції в електричних мережах // Гідроенергетика України. - 2018. - Вип. 1 - 2. - С. 52–57.

УДК 621.31

Хариш П. – ст. гр. ЕТ-22

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Бабюк С. М.

Kharysh P.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **ANALYSIS AND MANAGEMENT OF ELECTRICAL ENERGY QUALITY**

Supervisor: Babiuk S.

Ключові слова: якість електроенергії, розподільні мережі.

Keywords: quality of electricity, distribution networks.

Сучасне суспільство тісно пов'язане з використанням електричної енергії, всі сфери життя залежать від цього, тому якість електроенергії суттєво впливає на споживачів.

Такі проблеми, як: нестабільність напруги, несинусоїдальність напруги, надмірне навантаження, відсутність заземлення, помилки в проектуванні та монтажі, можуть завдати чималих проблем як простим людям, так і великим підприємствам та корпораціям.

Для визначення якості електричної енергії користуються такими показниками:

- коефіцієнт спотворення синусоїдності кривої напруги
- відхилення частоти
- тривалість провалу напруги
- усталене відхилення напруги

На сьогоднішній день в світі активно займаються підвищенням якості електричної енергії такими засобами [1, 2]:

- Встановлення компенсуючих пристроїв: використовуються для компенсації реактивної потужності в електричних мережах.

- Використання схем з генерацією на базі інверторів: ці схеми дозволяють отримувати електроенергію від альтернативних джерел енергії, таких як сонячні панелі та вітрові турбіни.

- Застосування розумних мереж: розумні мережі використовуються для збору та обробки даних щодо споживання електроенергії.

- Також в даний час ведуться різноманітні дослідження для підвищення якості електроенергії, ось деякі з них:

- Дослідження матеріалів для обладнання електромереж: вивчення характеристик матеріалів, які використовуються для будівництва електричних мереж, зокрема, провідників, ізоляції та іншого обладнання.

- Дослідження нових технологій виробництва та передачі електроенергії: розробка нових методів забезпечення стабільності та якості електричної енергії, використання сучасних технологій зберігання та передачі енергії, розробка нових технологій управління мережами та підвищення ефективності виробництва.

- Дослідження впливу відновлюваної енергії на якість електричної енергії: вивчення впливу вітрових, сонячних та гідроелектростанцій на якість електричної

енергії та розробка нових методів регулювання роботи цих джерел енергії з метою підвищення якості електроенергії.

- Дослідження електронних систем керування: розробка нових методів управління електричними мережами та механізмів забезпечення стабільності та якості електричної енергії, включаючи розумні системи керування, мережі Інтернету.

В Україні [3, 4] дослідження нових технологій виробництва та передачі електроенергії займаються вчені з різних університетів та наукових установ, зокрема з ТНТУ [5-7], які працюють над вдосконаленням технологій виробництва, збереження та передачі енергії, у тому числі за допомогою відновлюваних джерел енергії, енергоефективності, систем моніторингу якості електричної енергії тощо.

В Україні для підвищення якості електричної енергії були впроваджені різні заходи, включаючи:

- Модернізацію енергосистеми: проводиться реконструкція та модернізація енергосистеми, що включає заміну застарілого обладнання та підвищення надійності електропостачання. Це може покращити надійність та ефективність електромереж та зменшити ризик виникнення аварій.

- Встановлення пристроїв захисту: для запобігання перенапруження у електричних мережах встановлюються пристрої захисту, такі як вимикачі, розрядники та інші.

- Використання сучасних технологій: в енергосистемі впроваджуються сучасні технології, такі як автоматизовані системи керування та моніторингу електромереж, що дозволяє оперативно виявляти та усувати проблеми з якістю електроенергії.

- Розвиток відновлюваної енергетики: в Україні активно розвивається відновлювана енергетика, зокрема сонячна та вітрова, що дозволяє знизити навантаження на традиційну енергетику та покращити якість електроенергії.

- Контроль якості: в Україні встановлені вимоги до якості електроенергії, які контролюються державними органами, такими як Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики та комунальних послуг.

Таким чином, якість електричної енергії є важливою проблемою для багатьох країн, включаючи Україну.

### **Література**

1. Ward, D. J. (2001). Power quality and the security of electricity supply. *Proceedings of the IEEE*, 89(12), 1830-1836.
2. Liang, Xiaodong. "Emerging power quality challenges due to integration of renewable energy sources." *IEEE Transactions on Industry Applications* 53.2 (2016): 855-866.
3. Олійник Ю. С. Якість електричної енергії / Ю. С. Олійник // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. - 2018. - Вип. 196. - С. 113-115. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdtusg\\_2018\\_196\\_42](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdtusg_2018_196_42)
4. Канабас, Д. С., & Тимохін, О. В. (2021). Якість електроенергії в електричних мережах України та світу. *Міжнародний науково-технічний журнал "Сучасні проблеми електроенергетичної та автоматики"*, 24-27.
5. Свтух П. С. Сучасні методи діагностування якості електроенергії та покращення її показників / П. С. Свтух, О. О. Вакуленко, В. Р. Щербатюк // Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 27-28 листопада 2019 року. — Т : ТНТУ, 2019.
6. Оробчук Б. Я. Система управління регулятором якості електроенергії / Б. Я. Оробчук, А. П. Веремейчик // Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 28-29 листопада 2018 року.
7. Решетник В. Схемо-технічні рішення покращення якості електроенергії в мережах промислових підприємств / Віктор Решетник, Олександр Вакуленко, Валентин Коркулов // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій“ 22-24 травня 2018. — Т. : ТНТУ, 2018. — С. 272–273.



УДК 621.3

Якимчук С. – ст. гр. ЕТ-22

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРИЧНОМУ КОЛІ З СВІТЛОДІОДОМ

Науковий керівник: д.т.н., професор Андрійчук В.А.

Yakymchuk S.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

## RESEARCH OF TRANSIENT PROCESSES IN AN ELECTRIC CIRCUIT WITH A LED

Supervisor: Ph.D., professor Andriyчук V.A.

Ключові слова: світлодіод, енергетична ефективність, коефіцієнт затухання

Keywords: : LED, energy efficiency, attenuation coefficient

Серед штучних джерел світла найбільшого поширення набувають світлодіодні джерела (СД). Імпульсне їх живлення з широтною модуляцією імпульсу ставить нові задачі, які пов'язані з дослідженнями перехідних процесів в електричних колах з СД. В [1] розглянута еквівалентна схема стенду для дослідження кінетики свічення діодів. Для проведення аналізу перехідних процесів в електричному колі з СД було взято лише ту його частину, що стосується саме світлодіодного джерела світла, і яка зображена на рисунку 1.

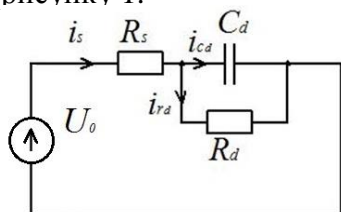


Рис.1 - еквівалентної схеми електричного кола СД

подібного імпульсу.

Тут СД представлений паралельною ланкою, що складається з опору  $R_d$ , який визначається опором активної області гетеропереходу, та конденсатора  $C_d$ , ємність якого дорівнює дифузній ємності переходу. Послідовно їм приєднаний опір  $R_s$ , що включає опір пасивних областей СД, а також опір провідникових елементів електричного кола живлення.

Для опису перехідного процесу було взято напругу  $U_{C_d}$  на конденсаторі  $C_d$  і розглянуто випадок коли на вхід кола подається напруга  $U_0$ , що дорівнює амплітуді П-

$$i_s = i_{C_d} + i_{R_d} = \frac{1}{C_d} \frac{dU_{C_d}}{dt} + \frac{U_{C_d}}{R_d}$$

Рівняння електричної рівноваги кола:

$$R_s \left( \frac{1}{C_d} \frac{dU_{C_d}}{dt} + \frac{U_{C_d}}{R_d} \right) + U_{C_d} = U_0$$

Усталена складова напруги на конденсаторі:

$$U_{C_d} = (U_0 R_d) / (R_d + R_s)$$

Вільну складову знайдемо з однорідного диференціального рівняння:

$$\frac{R_s}{C_d} \frac{dU_{C_d}}{dt} + \left( \frac{R_s}{R_d} + 1 \right) U_{C_d} = 0$$

Кінцевий вираз зміни напруги на конденсаторі  $C_d$  протягом перехідного процесу:

$$U_{C_d} = \frac{U_0 R_d}{R_d + R_s} \left( 1 - e^{-\frac{t R_d (R_s + R_d)}{C_d (R_d + R_s)}} \right)$$

1. Андрійчук В.А., Наконечний М.С., Осадца Я.М., Філюк Я.О. Дослідження світлодіодних джерел світла при імпульсному живленні. «Технічна електродинаміка» 2021, вип.1, с.68-72.

Секція:

**Електроніка та телекомунікації**

УДК 621.396

Хомишин М. – ст. гр. ЕТ-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

**СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ SDR РАДІОЗВ'ЯЗКУ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Козак К.М.

Khomyshyn M.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

**MODERN TECHNOLOGIES SDR RADIO COMMUNICATION**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Prof. Kozak K.M.

Розвиток технологій відбувається весь час і з кожним роком комп'ютер дедалі більше входить у наш побут. Використання комп'ютера у радіоаматорській практиці протягом останніх 15 років обмежувалося веденням апаратного журналу, керуванням трансивером по RIG-інтерфейсу та обробкою сигналу на цифрових видах зв'язку. Зі швидким збільшенням обчислювальних потужностей та мініатюризацією інтегральних схем почали вбудовувати мікрокомп'ютери в традиційні трансивери. Спочатку обробляли детектований низькочастотний сигнал, потім стали оцифровувати сигнал вже на низькій проміжній частоті – 12..48 кГц і вже програмно декодувати будь-які види модуляції. На цьому донедавна й зупинився розвиток усіх трансиверів.

У середині 2000-х почали застосувати принцип прямого перетворення сигналів. Він полягав у тому, що спектр сигналу з радіочастоти переносився відразу в низькочастотну область спектру й одразу оброблявся. Але тоді цей принцип не отримав широкого поширення. Пов'язано це було з тим, що потрібно мотати безліч котушок й точно налаштувати каскади фільтрації, щоб отримати високі характеристики трансивера. Було багато інших технологічно складних моментів.

З широким поширенням комп'ютерів стало можливим оцифрувати потрібну смугу спектру і вже в програмі фільтрувати та обробляти сигнали, що позбавило необхідності мотати котушки. Основною особливістю принципу прямого перетворення є наявність 2-х каналів обробки сигналу, зсунутих один відносно одного на кут  $90^0$  (метод квадратурної обробки сигналів). Тобто технологія прямого перетворення включає у себе два приймачі прямого перетворення в одному корпусі – вони й становлять основу даного методу.

Суть технології Software Defined Radio полягає в тому, що базові параметри радіоприймача визначаються саме програмним забезпеченням, а не апаратною конфігурацією, як ми звикли бачити в класичних конструкціях. Таким чином, це словосполучення можна перекласти, наприклад, як "радіо, що визначається програмним забезпеченням", хоча можна піти далі й скоротити до двох слів: "програмне радіо", але з цим варіантом слід бути обережним і в контексті намагатися підкреслювати, що незважаючи на згадку епітету "програмний", ми маємо справу саме з апаратним забезпеченням, параметри якого визначаються програмно.

Ще донедавна бездротові радіосистеми мали таку конструкцію, при якій пристрій підтримував один або два типи сигналу і між собою могли зв'язуватися лише однотипні пристрої. Це було сильним обмеженням і ускладнює організацію зв'язку між різнотипними пристроями. У зв'язку з цим постійно відчувалася потреба у радіо з

гнучкою архітектурою, яка б змінюватися з допомогою програмного забезпечення. Так з'явилося словосполучення Software Defined Radio (рідше можна зустріти термін Software Radio – «програмне радіо»), в якому вид модуляції передавача управляється мікроконтролером, що вбудовується. Очевидно, що приймач для демодуляції сигналу також використовує програмні засоби.

Для архітектури SDR характерна гнучкість, під якою розуміють здатність перемикатися між каналами та змінювати тип модуляції. В результаті наявна апаратна платформа SDR може бути легко перепрограмована для підтримки будь-яких нових стандартів бездротового обміну даними, що набирають популярність.

Технології цифрової обробки даних останнім часом дуже активно розвиваються, завдяки чому вартість цифрових рішень постійно знижується. При цьому цифрова обробка забезпечує більшу швидкість і простіша в обслуговуванні, ніж традиційні аналогові підсистеми. Тому цілком зрозумілим є прагнення замінити якнайбільше аналогових блоків і вузлів приймально-передавальної апаратури цифровими. Спрощена архітектура типового SDR показана на рис. 1. Вона містить широкопasmову антену, блоки аналого-цифрового (для приймання) та цифро-аналогового перетворення (для передавання), ланцюги обробки цифрових сигналів та інші допоміжні блоки. Як правило, крім цифрового сигнального процесора, радіо з архітектурою SDR містить мікроконтролер.

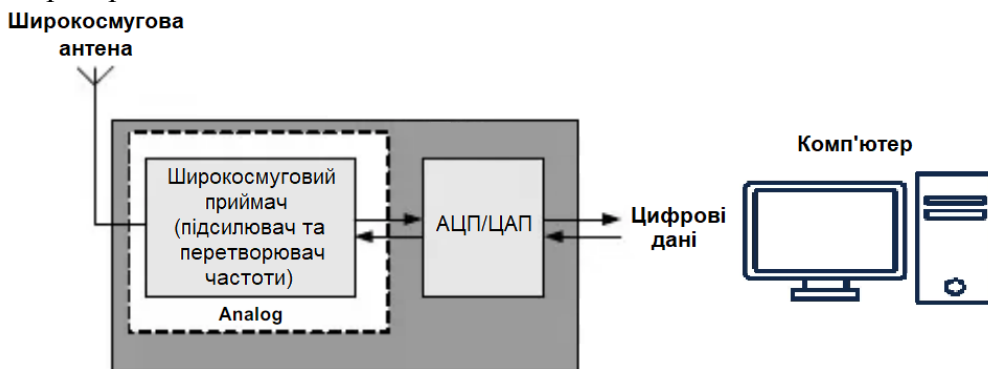


Рисунок 1. Спрощена архітектура типового Software Defined Radio

Одним із найважливіших вузлів SDR пристрою є аналого-цифровий перетворювач, який безперервно перетворює сигнал в дискретну двійково-кодовану форму. Очевидно, що характеристики АЦП багато в чому визначатимуть і параметри пристрою в цілому. Тому слід звернути увагу на такі важливі параметри аналого-цифрових перетворювачів, як відношення «сигнал — шум», роздільна здатність (число біт за вибірку), динамічний діапазон за відсутності паразитних складових, і, нарешті, параметр, вкрай важливий для автономних систем – потужність, що розсіюється та наявність режимів енергозбереження. Дешеві АЦП мають розрядність 8 біт, дорожчі – 12-16 біт.

Не варто забувати і про те, що апаратне забезпечення систем на базі архітектури SDR простіше, оскільки безліч аналогових ланцюгів в них замінюється програмною обробкою цифрового сигналу. Для користувачів SDR доступні багато програм, найпопулярнішими з яких є HSDR, SDR Console, SDRSharp та SeeDeR. Вони підтримують різні види демодуляції сигналу (AM, ECSS, FM, SSB та CW), мають вбудовані засоби відстеження супутників та можливість підключення до загальних/розширених приймачів через мережеве з'єднання з програмою, що працює в режимі сервера.

Секція:

## Інформаційні технології

УДК 004.415.53

Анистюк Д. – ст. гр. СП-41, Маєвський Т.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

### **ЛОКАТОРИ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИ ТЕСТУВАННІ ВЕБ-ІНТЕРФЕЙСІВ**

Anastiuk D., Maievskiy T.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

### **ELEMENT LOCATORS WHEN TESTING WEB INTERFACES**

Ключові слова: інтерфейс, надійність, тестування.

Key words: interface, reliability, testing.

У галузі тестування веб-застосунків, що сформовані на основі користувацького графічного інтерфейсу, ключову роль роль відіграє ефективність реалізації коректної ідентифікації його елементів. Для цього використовується локатор веб-елементів – це метод, функція, підхід або алгоритм, який може ідентифікувати веб-елемент на конкретній веб-сторінці відповідно до певного переліку параметрів або окремого параметра. Сучасні методи та інструменти тестування веб-застосунків зазвичай використовують переліки умов для атрибутів веб-елементів поданих у дереві HTML DOM. Наприклад, ідентифікатори чи атрибути елементів, або назви класів. Поширені на даний час засоби тестування, зокрема, Selenium, надають можливості використання виразів XPath або CSS для пошуку конкретних елементів на веб-сторінці чи у веб-інтерфейсі. Ці типи локаторів називають «однолокаторами».

Повідомляється, що «однолокатори» є причиною та джерелом крихкості тестових наборів. Крихкість – це недостатня стійкість локаторів до динамічних та швидкоплинних змін у визначенні GUI SUT. Крихкість тестових сценаріїв зазвичай проявляється через визначення та ідентифікацію тестових випадків, які зазнали невдач. При цьому потрібно ідентифікувати випадки невдач не через некоректну функціональну поведінку SUT, а через нездатність алгоритму чи механізму тестування визначити та ідентифікувати веб-елементи, необхідні під час тестових послідовностей, з використанням існуючих локаторів. Якщо локатор, який не можна знайти та ідентифікувати в дереві DOM поточної веб-сторінки, називають «зламаним локатором». Враховуючи підвищену складність і високу швидкість змін сучасних веб-застосунків, дуже ймовірно, що атрибути або XPath веб-елементів будуть змінюватись між різними версіями застосунку. При використовуються «однолокаторів», будь-яка зміна веб-інтерфейсу призводитиме до невдалих спроб локалізації елементів та вимагатиме додаткових зусиль від тестувальників для відновлення структури зламаних наборів тестів.

Щоб обмежити крихкість «однолокаторів» при тестуванні веб-застосунків запропоновано підхід на основі декількох локаторів. При цьому комплексно оцінюється декілька локаторів. Водночас, щоб підвищити точність ідентифікації коректного елемента веб-інтерфейсу, використовується процедура голосування між окремими локаторами. Це підвищує надійність та зменшує фінансові витрати обслуговування тестових сценаріїв. інший підхід мультилокаторів – «Similo». Він сформований на зваженій оцінці подібності, обчислений на основі відмінностей між параметрами локатора елемента веб-інтерфейсу та кожного з веб-елементів на поточній веб-сторінці.

УДК 004.415.53

Анистюк Д. – ст. гр. СП-41, Маєвський Т.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ТЕСТУВАННЯ ГРАФІЧНИХ ІНТЕРФЕЙСІВ ВЕБ-ЗАСТОСУНКІВ**

Anastiuk D., Maievskiy T.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

### **WEB APPLICATIONS GRAPHIC INTERFACES TESTING**

Ключові слова: веб-інтерфейс, надійність, тестування.

Key words: interface, reliability, testing.

При розробці програмного забезпечення автоматизація процесів тестування є ключовим етапом діяльності. Автоматизовані тести використовуються для постійного моніторингу якісних показників програмного забезпечення та формування своєчасного зворотнього зв'язку між розробниками та користувачами. На даний час значна частина процесів автоматизації обмежена тестуванням нижчого рівня – це модульні та інтеграційні тести. Тестування вищого рівня здебільшого проводиться вручну, особливо тести користувацьких графічних інтерфейсів (GUI). Тому їх практичне проведення є доволі коштовним [1]. Тести графічного інтерфейсу можна використовувати для перевірки відповідності відображення графічного інтерфейсу користувача. Увага багатьох тестів графічного інтерфейсу зосереджена на перевірці функціональної коректності тестованих систем (SUT). Однак, незважаючи на триваючі дослідження, залишається декілька ключових проблем, які обмежують широке застосування автоматизованого тестування GUI [2]. Однією з таких проблем є ефективна та надійна ідентифікація функціональних елементів GUI. Ця проблема описана для багатьох доменів. Зокрема було запропоновано декілька підходів для підвищення надійності локалізації та ідентифікації елементів GUI [2]. В цьому випадку надійність визначається як правильна ідентифікація доступного веб-елемента і повідомлення про відсутність відповідності, коли ні. Зазначена властивість важлива, оскільки автоматизовані тести веб-застосунків зазвичай використовуються при проведенні регресійного тестування, оскільки програмні системи та елементи їхніх GUI змінюються та розвиваються [1].

Незважаючи на важливість, дослідження [2] мало незначний успіх у вирішенні проблеми надійної та ефективною локалізації елементів GUI. Натомість багато досліджень було зосереджено на розширенні можливостей технологій тестування графічного інтерфейсу, з використанням вже доступних для локалізації веб-елементів рішень. Наприклад, генерація тестів та копіювання графічного інтерфейсу. На даний час опубліковано результати досліджень щодо вивчення нових типів локалаторів, зокрема, розпізнавання зображень [3] або мультилокаторів. Однак дослідники [1] вважають локалізацію веб-елементів невирішеною проблемою, що вимагає додаткових досліджень для покращення загальної надійності та зручності обслуговування доступних методів та інструментів тестування GUI. Автори [4] запропонували локалізувати веб-елементи на основі подібності та обчислювати зважену оцінку подібності між цільовим веб-елементом у попередній версії та всіма веб-елементами кандидатами у тестованій версії веб-застосунку.

#### **Література**

[1] Nass, Michel, et al. "Robust web element identification for evolving applications by considering visual overlaps." arXiv preprint arXiv:2301.03863 (2023).

[2] M. Nass, E. Alegroth, and R. Feldt, "Why many challenges with gui' test automation (will) remain," Information and Software Technology, vol. 138, p. 106625, 2021.

[3] "Robula+: An algorithm for generating robust xpath locators for web testing," Journal of Software: Evolution and Process, vol. 28, no. 3, pp. 177–204, 2016.

[4] M. Nass, E. Alegroth, R. Feldt, M. Leotta, and F. Ricca, "Similarity-' based web element localization for robust test automation," arXiv preprint arXiv:2208.00677, 2022.

УДК 004.07

Болож О. – ст. гр. СНМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОГЛЯД SERVERLESS АРХІТЕКТУРИ ТА ЇЇ ПЕРЕВАГИ**

Науковий керівник: старший викладач Шимчук Г.

Bolozh O.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **OVERVIEW OF SERVERLESS ARCHITECTURE AND ITS ADVANTAGES**

Supervisor: Senior Lecturer Shymchuk G.

Ключові слова: serverless, serverless architecture, BaaS, FaaS, cloud platform, AWS Lambda, Google Cloud Functions, DB, Microsoft Azure, back-end

Key words: serverless, serverless architecture, BaaS, FaaS, cloud platform, AWS Lambda, Google Cloud Functions, DB, Microsoft Azure, back-end

Serverless архітектура – це спосіб створення та запуску додатків, який зменшує потребу в управлінні ресурсами. Такий підхід дозволяє виконавцям запускати додатки без управління фізичними серверами.[1]. Це дозволяє хмарним провайдерам виконувати код, розподіляючи ресурси та масштабуючи інфраструктуру в залежності від потреб, які виникають. Таким прикладом може бути розміщена на певній хмарній інфраструктурі база даних, яка з часом розростається і потребує більше ресурсів, таких як оперативна пам'ять чи кількість ядер процесора. Тут потрібно особисто перевіряти метрики і вручну підбирати тарифи, а у разі використання serverless – масштабування проходить автоматично, безболісно і менш затратно.

Прикладами платформ що надають можливості впровадження безсерверної архітектури є AWS Lambda, Azure Functions, Google Cloud Functions тощо.[1]

Serverless архітектура функціонує наступним чином: сервери дозволяють користувачам спілкуватися з додатком і отримувати доступ до його бізнес-логіки, але управління серверами займає значний час і ресурси. Командам доводиться обслуговувати серверне обладнання, дбати про оновлення програмного забезпечення та безпеки, а також створювати резервні копії на випадок збоїв. Впроваджуючи безсерверну архітектуру, розробники можуть перекласти ці обов'язки на стороннього постачальника, що дозволить їм зосередитися на написанні коду додатків.[2]

Однією з найпопулярніших безсерверних архітектур є "Функція як послуга" (Function as a Service, FaaS), де розробники пишуть код своїх додатків як набір окремих функцій. Кожна функція виконує певне завдання, коли її запускає певна подія, наприклад, вхідний електронний лист або HTTP-запит. Після звичайних етапів тестування розробники розгортають свої функції разом з тригерами в акаунті хмарного провайдера. Коли функція викликається, хмарний провайдер або виконує її на працюючому сервері, або, якщо сервер наразі не працює, запускає новий сервер для виконання функції. Цей процес виконання абстрагований від розробників, які зосереджені на написанні та розгортанні коду програми.[2]

Ще однією послугою що використовується в Serverless є "Backend як послуга" (Backend as a Service) – такий архітектурний підхід позбавляє розробників від деяких завдань пов'язаних з серверною розробкою, таких як хостинг хмарного сховища та управління базами даних.

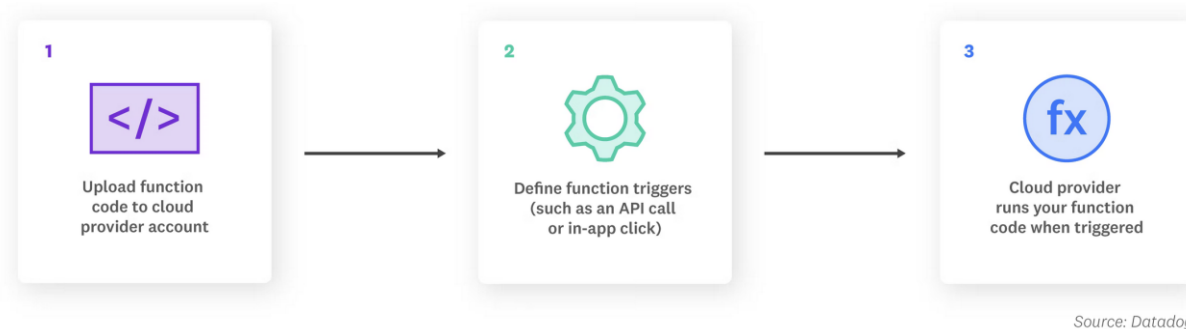


Рисунок 1 – Принцип функціонування FaaS

Основні переваги Serverless архітектури:

- нижча вартість, якщо врахувати зменшення потреби в персоналі DevOps для налаштування та підтримки інфраструктури з плином часу, а також оплату за використання, що означає, що періоди з низьким трафіком можуть коштувати \$0 за годину;[3]
- швидкість розробки різко зростає, оскільки набагато простіше збирати рішення разом і розгортати їх у виробництво;[3]
- стабільність оскільки хмара керує всіма сервісами, ризик що щось піде не так – мінімальний або ж відсутній взагалі;
- готовність до різких навантажень, як вже було описано раніше Serverless масштабується згідно навантажень, які виникають.

Деякі сценарії в яких може бути використана безсерверна архітектура:

- реалізація асинхронної обробки повідомлень у додатках;
- обробка даних для забезпечення потужного машинного навчання;
- створювати додатки з високою затримкою в реальному часі, наприклад, мультимедійні додатки, для автоматичного розподілу пам'яті та складної обробки даних;
- обслуговування непередбачуваних робочих навантажень для швидкозмінних потреб розробки, додавання функцій на вимогу клієнтів та інших складних потреб у масштабуванні;
- динамічно змінювати розмір зображень або перекодувати відео та спрощувати обробку мультимедійних даних на різних пристроях;
- для побудови спільної системи диспетчеризації доставки;
- для додатків на основі Інтернету речей (IoT) і розумних пристроїв;
- у прикладних модулях на основі сценаріїв трансляції відео в реальному часі;
- реалізація безперервної інтеграції (CI) та безперервної доставки (CD).

Література:

1. Solanki J. Serverless Architecture – What It Is? Benefits, Limitations & Use cases [Електронний ресурс] / Jignesh Solanki. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.simform.com/blog/serverless-architecture-guide>.
2. Serverless Architecture Overview [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.datadoghq.com/knowledge-center/serverless-architecture>.
3. McCumskey G. A Guide to Serverless Architecture [Електронний ресурс] / Gareth McCumskey. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.serverless.com/blog/serverless-architecture>.

УДК 004.056.5

Букатка С. – ст. гр. СБс-32, Тимощук В. – ст. гр. КТ-21

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя

## **ХЕШ-АЛГОРИТМ ШИФРУВАННЯ ПАРОЛІВ КОРИСТУВАЧІВ ОС LINUX**

Науковий керівник: Тимощук Д. І.

Bukatka S., Tymoshchuk V.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

### **HASH ALGORITHM FOR ENCRYPTING PASSWORDS OF LINUX OS USERS**

Supervisor: D. Tymoshchuk

Ключові слова: хеш-алгоритм, шифрування, Linux, пароль, операційна система.

Keywords: hash algorithm, encryption, Linux, password, operating system.

Шифрування паролів користувачів є важливою частиною безпеки операційної системи Linux. Для цього використовується алгоритм хешування, що перетворює пароль у набір символів.

У сучасних версіях операційних систем Linux, для хешування паролів користувачів використовуються алгоритми з хеш-функціями. Linux підтримує хеш-алгоритми MD5, SHA-256, SHA-512, Yescrypt, Blowfish та інші у своїй криптографічній бібліотеці. Проте, найбільш стійкими та безпечними є SHA-512 та Blowfish.

Blowfish працює з блоками даних фіксованого розміру (64 біти) за один раз, використовуючи режим шифрування Electronic Code Book (ECB) або інші режими, такі як Cipher Block Chaining (CBC) тощо, для захисту довільних розмірів даних. Довжина ключа може бути до 448 біт, що робить його стійким до атак на взлом.

SHA-512 є криптографічно стійким алгоритмом хешування, що забезпечує високий рівень захисту паролів. Він генерує фіксований хеш-код довжиною 512 біт (64 байти), який є унікальним для кожного вхідного паролю.

У хешуванні паролів, salt-механізм є важливою складовою для забезпечення безпеки паролів. Коли користувач створює новий пароль, система генерує випадкову послідовність символів, яка додається до пароля, що робить хеш-значення унікальним, навіть якщо два користувача використовують однакові паролі[1].

В Linux процес хешування паролю користувача відбувається в кілька етапів:

*1-й етап:* при створенні облікового запису користувача, система випадково генерує послідовність символів, яка додається до пароля перед його хешуванням;

*2-й етап:* введений пароль передається алгоритму хешування;

*3-й етап:* алгоритм обчислює хеш-значення пароля, додаючи до нього послідовність випадкових символів, створену на 1-ому етапі і виконуючи кілька ітерацій;

*4-й етап:* отримане хеш-значення пароля зберігається в файлі /etc/shadow;

*5-й етап:* під час наступного входу в систему, користувач знову вводить свій пароль, який проходить через той самий алгоритм хешування, що і при створенні облікового запису. Отримане хеш-значення пароля порівнюється зі збереженим в системі (якщо вони співпадають, користувачу надається доступ до системи).



Зашифровані паролі та інша інформація, наприклад, інформація про закінчення терміну дії пароля, зберігається у файлі /etc/shadow. Запис тіньового файлу показано на рисунку 1.

testuser:\$y\$j9TkBL8.2ofze0LeuOMUgg8v1\$hJeNgoZRTTPC7yUSneFWUljgzw3q7qcp0o4Ub7YQ6l7:19407:0:99999:7:::

Рисунок 1 – Зразок із файлу /etc/shadow

1. testuser – ідентифікатор користувача.
2. \$y – префікс алгоритму шифрування, який використовується для цього пароля (в даному випадку Yescrypt).
3. \$j9TkBL8.2ofze0LeuOMUgg8v1 – salt, яка використовується для шифрування пароля та вибирається випадковим чином.
4. \$hJeNgoZRTTPC7yUSneFWUljgzw3q7qcp0o4Ub7YQ6l7 – хеш-значення salt + пароль користувача "testuser".
5. :19407 – дата останньої зміни пароля (у форматі днів з 1 січня 1970 року).
6. :0 – мінімальна довжина пароля.
7. :99999 – максимальна дата, до якої пароль є дійсним (у форматі днів з 1 січня 1970 року).
8. :7 – кількість днів, після яких користувачеві потрібно змінити пароль.
9. ::: – роздільники, які вказують, що відсутня інформація про кількість днів введення невірної пароля, дату відключення або блокування користувача [2].

Незважаючи на те, що вихідний код для шифрування легкодоступний, не було виявлено (і оприлюднено) жодної методики зміни зашифрованого пароля назад у вихідний пароль. Таке розшифрування може навіть бути неможливим. Як наслідок, єдиний відомий спосіб подолати безпеку паролів Linux – це атака грубою силою або атака за словником. Атака за словником здійснюється шляхом вибору ймовірних паролів, як зі словника, їх шифрування та порівняння результатів із значенням, що зберігається в системі. Цей підхід до злому криптографічного шифру також називають пошуком ключа або зломом пароля [3].

Linux системи використовують алгоритм хешування, який використовує випадковість та одноразовість, що забезпечує неможливість відновлення вихідного пароля з хеш-значення. Цей підхід дозволяє зберігати паролі користувачів у захищеному вигляді та забезпечує безпеку облікових записів користувачів в системах. Однак, слабкий пароль може бути відгаданий або підібраний, навіть якщо його хеш-значення збережено у захищеному вигляді. Тому важливо використовувати складні паролі та регулярно змінювати їх, щоб уникнути можливості злому облікових записів користувачів через атаки на хеш-значення їх паролів.

#### Список використаних джерел:

1. How are passwords stored in Linux (Understanding hashing with shadow utils). slashroot.in // URL: <https://www.slashroot.in/how-are-passwords-stored-linux-understanding-hashing-shadow-utils> (дата звернення: 04.04.2023).
2. Understanding Linux /etc/shadow File Format. 2DayGeek // URL: <https://www.2daygeek.com/understanding-linux-etc-shadow-file-format/> (дата звернення: 04.04.2023).
3. What is a dictionary attack? And how you can easily stop them. CSO Online // URL: <https://www.csoonline.com/article/3568794/what-is-a-dictionary-attack-and-how-you-can-easily-stop-them.html> (дата звернення: 05.04.2023).

УДК 004.056.5

Буковська А. – ст. гр. СТМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МЕТОДОЛОГІЯ РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ СЕРЕДОВИЩА PLEXSYS ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ПРИЙНЯТТЯ КОРИСТУВАЧЕМ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент, Мацюк О. В.

Bukovska A.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **INFORMATION SYSTEMS DEVELOPMENT METHODOLOGY FOR THE PLEXSYS ENVIRONMENT AND ITS INFLUENCE ON USER ACCEPTANCE OF INFORMATION TECHNOLOGIES**

Supervisor: candidate of technical sciences, associate professor, O. V. Matsyuk

Ключові слова: інформаційна система, PLEXSYS, впровадження ІС

Keywords: information system, PLEXSYS, IS implementation

Незважаючи на те, що протягом останніх років на інформаційні технології було витрачено мільйони доларів, нещодавно точилися дебати щодо того, наскільки такі витрати принесли переваги бізнесу та академічним колам. Принаймні частина цих дебатів обертається навколо питання про те, чи справді інформаційні технології сприймаються користувачами, на які вони призначені.

Інформаційна система відіграє стратегічну роль як (1) конкурентний інструмент, (2) вплив на організаційну структуру та (3) каталізатор для сприяння інноваціям [5].

Раніше завдання планування інформаційної системи були в основному технічними і зосереджені на апаратному та програмному забезпеченні. Його головна мета полягала в тому, щоб врахувати тривалий час доставки обладнання, труднощі розробки програмного забезпечення та підготовку, необхідну для навчання та впровадження [5]. З появою стратегічного впливу інформаційних систем планування інформаційної системи набуває нових вимірів і вимагає нових зв'язків із процесом стратегічного планування в бізнесі.

Середовище розробки інтегрованої інформаційної системи визначається як повний та уніфікований набір концепцій, методів та інструментів, що охоплює весь процес розробки [2].

Дуже важливо мати відповідну базу даних для керування об'ємними та взаємопов'язаними даними, які генеруються в процесі розробки інформаційної системи.

База даних також була ідентифікована як ядро будь-якого автоматизованого середовища розробки програмного забезпечення [4].

Більшість сучасних методологій розробки інформаційних систем наголошують на етапах аналізу та проектування, а деякі стосуються етапу впровадження. Дуже небагато методологій охоплюють повний спектр процесу розробки інформаційної системи від планування, аналізу та проектування до фази реалізації [3]. Запропоновано методологію для середовища PLEXSYS для розробки бізнес-інформаційних систем, орієнтованих на бази даних. Бізнес-інформаційні системи характеризуються: (1) опорою на велику базу даних, (2) відсутністю обмежень у режимі реального часу чи

обчислювальних ресурсів, (3) важливістю взаємодії користувача та інтеграції з діяльністю користувача та (4) використанням готових апаратних та програмних систем [1].

Запропонована методологія, яка буде використовуватися в середовищі PLEXSYS, складається з восьми основних кроків: (1) стратегічне планування ІБ, (2) планування інформаційної системи, (3) аналіз інформаційної архітектури, (4) модель даних підприємства та проектування моделі процесу, (5) дизайн бази даних, (6) проектування процесу, (7) створення бази даних і (8) впровадження процесу.

Методологія складається з набору перевірених методів, таких як Front-End, Planning System, Business Systems Planning, структурований системний аналіз, діаграми потоку даних, проектування структурованої баз даних, консолідація перегляду, нормалізація тощо. Прототипування можна створити за допомогою PLEXSYS інструментів. Методологія передбачає участь кінцевих користувачів у процесі розробки.

Архітектура системи та основні компоненти бази знань PLEXSYS і інструменти баз даних зображені на рисунку 1.

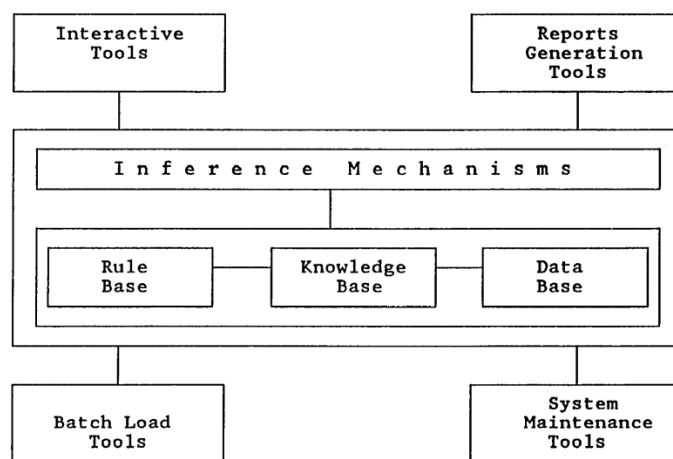


Рисунок 1. Архітектура PLEXSYS

База знань і база даних знаходяться у вторинному сховищі. Інструменти можна розділити на 4 основні категорії. Інтерактивні засоби включають процесор введення. Процесор введення поширює кадри, введені користувачем. Інший загальний інтерфейс введення має екран взаємодії. Інструменти створення звітів створюють звіти, подібні до PSA. Інструменти пакетного завантаження можуть читати терміни, вирази та документи з текстових файлів і зберігати їх у базах знань. Інструменти обслуговування системи допомагають користувачеві підтримувати базу знань і файли бази даних.

### Література

1. Blum, B., A Paradigm for Developing Information Systems, IEEE Transactions on Software Engineering, (13)4, pp. 432-39, April, (1987).
2. Kottemann, J. E., and Konsynski, B. Metasystems for Information Systems Proceedings of the Fifth International Information Systems, Tucson, Arizona, (1984).
3. Maddison, R. N., Information System Methodologies, Wiley Heyden, London, (1985).
4. Penedo, M. H., and Stuckle, E. D., PMDB - A Project Master Database for Software Engineering Environments, Proceedings of the 8th International Conference on Software Engineering, London, united Kingdom, pp. 150- 157, (1985).
5. Sprague, R. H. and McNurline, B. C., (Eas.), Information Systems Management in Practice, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, (1986).

УДК 654.9

Величко Д. - ст. гр. СІ-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ СИСТЕМ ВИЯВЛЕННЯ ЕКСТРЕНИХ СИТУАЦІЙ**

Науковий керівник: Ph.D., доцент Луцик Н.С.

Velychko D.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **ANALYSIS OF DANGEROUS SITUATION DETECTION SYSTEMS**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Prof. Lutsyk N.S.

Ключові слова: екстрена ситуація, система відеонагляду, штучний інтелект  
Keywords: dangerous situation, video surveillance system, artificial intelligence

На сьогоднішній день вкрай важливим завданням є безпека людей. На жаль, бувають обставини, за яких необхідно терміново повідомити про екстрену ситуацію, яка загрожує здоров'ю, життю чи майну людей. Для виявлення та інформування про такі випадки існують різні технічні засоби, наприклад, «тривожна кнопка», системи охоронної сигналізації, системи відеонагляду і т.ін. Але такі системи не завжди можуть забезпечити своєчасне виявлення та інформування про небезпечну ситуацію.

«Тривожна кнопка» - прихована від сторонніх очей клавіша, призначена для миттєвого сповіщення про небезпеку. Цей метод оповіщення ефективно використовується, але недоліком її є те, що для повідомлення про екстрену ситуацію потрібно непомітно натиснути на неї, що не завжди є можливим.

Охоронна сигналізація - це система, яка розрахована на попередження несанкціонованого доступу до приміщення і використовується для захисту об'єкта від вторгнення, викрадання майна або інших небезпечних подій. Сигналізація спрацьовує, за умови, коли давачі реагують на певний сигнал (рух, звук, температуру, концентрацію газів та ін.), але, коли загрожує небезпека безпосередньо людям в приміщенні від інших осіб, то така система відреагувати не здатна. В таких випадках добре себе зарекомендували системи відеонагляду.

Система відеонагляду - це система, яка використовує відеокамери для відстеження подій, що відбуваються. Сучасні системи відеонагляду, використовуючи технології штучного інтелекту, мають можливість попередити, а в подальшому і допомогти виявити зловмисників. Відеокамери можуть розпізнати різні об'єкти, а також здійснювати ідентифікацію особи, порівнюючи її з своєю базою. Такі системи здійснюють передавання відеозображення в реальному часі на пульт спостереження. Але про екстрену ситуацію, викликану погрозою чи нападом безпосередньо на людину, такі системи не інформують миттєво, натомість все залежить від реагування працівника охорони, який слідкує за моніторами.

Тому актуальним завданням є вдосконалення системи відеонагляду функцією ідентифікації екстрених ситуацій з миттєвим оповіщенням про небезпеку. Ідентифікацію небезпечних ситуацій можна реалізувати, використовуючи штучний інтелект, а саме, розпізнаючи позу людини, яка вказує на небезпеку. Такою позою, яку система сприйматиме як екстрену ситуацію, запропоновано вважати позу «руки вгору».

УДК 004.04

Вербіцький Р. – ст. гр. СНМ-51, Жураковський С. – ст. гр. СНМ-51  
*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЯК ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ДОПОМАГАЄ МАРКЕТОЛОГАМ У РОБОТІ ІЗ ВІЗУАЛОМ**

Науковий керівник: старший викладач Шимчук Г.

Verbitskiy R., Zhurakovskiy S.  
*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **HOW ARTIFICIAL INTELLIGENCE HELPS MARKETERS WORK WITH VISUAL**

Supervisor: Senior Lecturer Shymchuk G.

Ключові слова: Штучний інтелект, маркетинг, візуальні елементи, аналіз ринку  
Key words: Artificial intelligence, marketing, visual elements, market analysis

Штучний інтелект(ШІ) стає все більш потужним інструментом у сфері маркетингу. Використання ШІ в роботі з візуалом дозволяє маркетологам прискорити процес розробки та аналізу візуальної частини рекламних кампаній. Завдяки аналізу даних, зібраних за допомогою ШІ, маркетологи можуть легко і швидко визначити найбільш ефективні стратегії візуальної комунікації з цільовою аудиторією.

Розробка креативів - це одна з ключових складових рекламної кампанії, що вимагає від маркетологів творчого та інноваційного мислення. Застосування ШІ у цьому процесі може спростити роботу та знизити час на розробку креативів, наприклад, за допомогою генерації ідей або створенням складних 3D-моделей.

Аналіз візуальної частини рекламної кампанії є ще однією важливою складовою у роботі маркетологів. Використання ШІ дозволяє збирати, обробляти та аналізувати великі обсяги даних про рекламні матеріали, наприклад, про їх кольорову палітру, стиль та композицію. Це дозволяє маркетологам зробити більш обґрунтований вибір щодо візуальної стратегії.

Нарешті, ШІ може допомогти маркетологам у реалізації та аналізі макетів. Завдяки своїм здібностям у розпізнаванні образів та візуальному розумінні, ШІ може допомогти здійснити автоматичну перевірку макетів на правильність композиції та баланс кольорів.

Загалом, можна зробити висновок, що штучний інтелект може бути надзвичайно корисним інструментом для маркетологів, які працюють з візуальними елементами. Розробка креативів, аналіз візуальної частини, розробка унікальних зображень, аналіз ринку, допомога у реалізації та аналізі макетів - усі ці завдання можуть бути вирішені швидше та ефективніше завдяки штучному інтелекту. Майбутнє маркетингу з візуальними елементами обіцяє більш точне спрямування на цільову аудиторію та більш ефективні рекламні кампанії завдяки використанню штучного інтелекту.

Література:

1. Thomas H. (2021). How to Design an AI Marketing Strategy, <https://hbr.org/2021/07/how-to-design-an-ai-marketing-strategy>
2. Dhruv G. (2021). Design an AI Marketing, <https://hbsp.harvard.edu/product/S21041-PDF-ENG>

УДК 004.04

Вербіцький І. – ст. гр. СНІМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА SPA-ЗАСТОСУНКІВ НА MERN-СТЕК**

Науковий керівник: старший викладач Шимчук Г.

Verbitskyi I.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **DEVELOPMENT OF SPA APPLICATIONS ON THE MERN STACK**

Supervisor: Senior Lecturer Shymchuk G.

Ключові слова: MERN, SPA, SPF, MongoDB, React, Express, Node.js, розробка  
Key words: MERN, SPA, SPF, MongoDB, React, Express, Node.js, development

Сучасні веб-застосунки, особливо ті, що пропонують складні функції та взаємодії з користувачами, вимагають використання ефективних технологій та підходів розробки. Одним з таких підходів є розробка односторінкових застосунків (SPA) на MERN-стеці, що включає MongoDB, Express, React та Node.js [1]. Отже, розглянемо процес розробки SPA-застосунків на MERN-стеці, його переваги та особливості.

SPA-застосунки є веб-додатками, в яких взаємодія з користувачем відбувається без перезавантаження сторінки. Вони забезпечують більш швидку та зручну взаємодію з користувачами, оскільки вони завантажують лише необхідні дані та оновлюють відповідні елементи на сторінці. MERN-стек використовується для розробки SPA-застосунків із використанням JavaScript-технологій на кожному етапі [1].

Перший етап розробки SPA-застосунку на MERN-стеці - це розробка серверної частини. Для цього використовується Node.js - середовище виконання JavaScript на серверному боці. За допомогою фреймворка Express.js створюється сервер, який відповідає на HTTP-запити від клієнтів, обробляє їх та взаємодіє з базою даних MongoDB. MongoDB - це документ-орієнтована база даних, яка дозволяє зберігати дані у вигляді документів у форматі BSON (Binary JSON), що спрощує роботу з даними та їх збереження [2].

Другий етап - розробка клієнтської частини, яка відповідає за взаємодію з користувачем. Для цього використовується фреймворк React - одна з найпопулярніших бібліотек JavaScript для розробки інтерфейсів користувача. React дозволяє створювати компоненти, які можна перевикористовувати, та оновлювати їх стан на основі взаємодії з користувачем без перезавантаження сторінки [3].

Останній етап - це забезпечення взаємодії між серверною та клієнтською частинами за допомогою API. Express.js дозволяє створювати RESTful або GraphQL API, які надають доступ до даних, збережених в базі даних MongoDB, та дозволяють виконувати різні операції, такі як створення, оновлення, видалення даних [2].

Переваги розробки SPA-застосунків на MERN-стеці очевидні. По-перше, вони забезпечують швидку відповідь та більш зручну взаємодію з користувачами, оскільки вони оновлюють лише необхідні елементи сторінки без перезавантаження всієї сторінки. По-друге, вони дозволяють перевикористовувати компоненти, що спрощує розробку та підтримку коду [1]. По-третє, MERN-стек є повністю JavaScript-стеком, що дозволяє розробникам використовувати одну мову програмування на всіх етапах розробки, що спрощує взаємодію між різними командами розробників.

Однак, розробка SPA-застосунків на MERN-стеці також має свої особливості та виклики. Одним з них є відправка запитів на сервер та керування станом додатку на клієнтській стороні. Це може вимагати додаткової роботи з опрацюванням стану та синхронізації даних між сервером та клієнтом. Крім того, забезпечення захисту даних також є важливим аспектом розробки односторінкових застосунків, оскільки клієнтська частина взаємодії з сервером через відкритий Інтернет може бути вразливою до атак [1].

Розробка SPA-застосунків на MERN-стеці також вимагає ретельного планування та керування проектом [2]. Враховуючи ряд технологій та компонентів, які використовуються, команда розробників повинна бути організованою та ефективною. Наявність якісної документації, що пояснює архітектуру, функціональність та взаємодію між компонентами, також є важливим фактором успіху розробки SPA-застосунків на MERN-стеці.

Узагалі, розробка з використанням MERN відкриває безліч можливостей для створення масштабованих, високопродуктивних та майбутньоорієнтованих додатків. Ця технологічна стекова комбінація забезпечує зручну розробку фронтенду та бекенду, забезпечуючи однорідність та ефективність розробки на всіх етапах проекту. З правильним плануванням, документуванням та керуванням проектом, розробка SPA-застосунків може бути успішним шляхом до створення сучасних та інноваційних веб-додатків.

Для створення односторінкових сайтів на MERN-стеці також важливо враховувати фактори оптимізації та продуктивності. Завантаження великих обсягів даних на клієнтську сторону може призвести до погіршення продуктивності застосунку [2]. Використання технік оптимізації завантаження даних, кешування, розподілення бізнес-логіки між клієнтом та сервером, а також мінімізація зайвих запитів до сервера є важливими кроками для забезпечення продуктивності SPA-застосунків на MERN-стеці.

Розробка також може включати реалізацію додаткових функціональностей, таких як аутентифікація та авторизація користувачів, робота зі сторонніми API, розширені можливості керування станом додатку та взаємодії зі сторонніми бібліотеками та фреймворками [1].

Однією з переваг розробки MERN є можливість використання ряду інструментів та бібліотек, що сприяють прискоренню розробки, таких як Mongoose, Express, React та Node.js. Ці інструменти дозволяють розробникам ефективно створювати складні SPA-застосунки, роблячи код більш організованим, модульним та керованим.

#### Література:

1. Vasan Subramanian (2019). Pro MERN Stack Development: Building Full-Stack React Apps with MongoDB, Express, and Node. Apress. ISBN 978-1484243909.
2. Shama Hoque (May 29, 2018). Full-Stack React Projects: Modern web development using React 16, Node, Express, and MongoDB. Packt Publishing. ISBN 978-1788835534.
3. Kirupa Chinnathambi (27 July 2018). Learning React: A Hands-On Guide to Building Web Applications Using React and Redux. Addison-Wesley Professional. ISBN 978-0134843551.

УДК 004.04

Вив'юрка А. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## ОГЛЯД ШІ CHATSONIC

Науковий керівник: старший викладач Шимчук Г.

Vyviurka A.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## AI CHATSONIC REVIEW

Supervisor: Senior Lecturer Shymchuk G.

Ключові слова: CHAT, AI, ChatGPT, GPT-3.5, Open AI, API, Chatbot, Prompts, Generate, Writesonic.

Key words: CHAT, AI, ChatGPT, GPT-3.5, Open AI, API, Chatbot, Prompts, Generate, Writesonic.

ChatSonic: найсучасніший чат-бот із штучним інтелектом у 2023 році. ChatSonic AI: ChatSonic – це революційна платформа чату, яка спрощує спілкування, підвищує продуктивність і допомагає вам залишатися організованим, як ChatGPT, але з надздібностями – інтегрується з Google Search для створення контенту з найсвіжішою інформацією, а ChatSonic створює візуальні ефекти команди та багато іншого.

ChatSonic був винайдений Writesonic, платформою для створення контенту Prompts на основі AI. Writesonic була заснована в 2021 році Саманью Гаргом і Абхішеком Бхардваєм. Вони створили ChatSonic, щоб надати компаніям платформу чат-ботів на базі штучного інтелекту, яка дозволяє їм використовувати потужність ШІ для персоналізації обслуговування клієнтів. ChatSonic побудовано на архітектурі GPT-3.5 і стверджує, що є вдосконаленою версією моделей і алгоритмів з відкритим кодом.

ChatSonic – це платформа чат-ботів від Writesonic на основі штучного інтелекту, яка дає змогу організаціям використовувати можливості ШІ для персоналізації взаємодії з клієнтами. Складна модель машинного навчання на основі нейронних мереж поєднується зі сценарієм діалогу, щоб імітувати людську мову.

ChatSonic використовується для створення тексту та зображень, і він має потужний зв'язок із пошуком Google, що допомагає знайти над релевантний вміст. Крім того, він може генерувати будь-який вміст, будь то публікації в блогах, електронні листи, твіти, публікації, описи продуктів, оголошення тощо на будь-якому веб-сайті, як-от Gmail, Twitter, Facebook, WordPress тощо [1].

ChatSonic навчається на великих наборах даних, що складаються з тексту розмов із службою обслуговування клієнтів, відгуків клієнтів та інших даних, пов'язаних із клієнтами. Набори даних підбираються та вдосконалюються, щоб надавати найточніші та найновіші результати. Крім того, набори даних регулярно оновлюються новими даними, щоб забезпечити точність і релевантність відповідей. Обсяг даних, які використовуються для навчання ChatSonic, не є загальнодоступним [2].

Крім того, користувачі можуть спілкуватися з альтернативною ChatGPT за допомогою голосових команд, що економить час порівняно з безперервним написанням команд. Однак ті, хто любить, все ще можуть спілкуватися з ChatSonic за допомогою текстових повідомлень та підключитись. І якщо цього було недостатньо, Chatsomic дозволяє вам створювати цифрові зображення, художньо створені в різних стилях.



Ключова відмінність між ChatSonic і ChatGPT (або майже будь-яким іншим інструментом для написання AI) полягає в тому, що ChatSonic знає останні тенденції та новини.

Моделі написання ШІ, такі як GPT-3 або ChatGPT, навчаються на даних, знайдених в Інтернеті, і зазвичай обмежуються роками 2021 або 2019. Це означає, наприклад, що GPT-3 і ChatGPT нічого не знають про результати Чемпіонату світу з футболу 2022 [3].

І останнє, але не менш важливе: ChatSonic знає, як писати код.

При певних навиках та вміннях програміста розробляти логіку задач можна отримати окремі функції та потрібні куски коду. Наприклад можемо уявити що чат-бот може написати такий потужний ресурс як Instagram.

Зрозуміло що ми не зможемо написати запит по типу “Згенерувати код соціальної мережі Instagram”, але можемо розбити це на під задачі і якщо розуміти що і як має працювати по логіці ставити задачі: функція опрацювання лайків по кліку на певний DOM елемент. Код отримуємо не структуровано для звичного людського написання, проте робочий [3].

ChatSonic — це чат-бот на основі штучного інтелекту, який може допомогти людям писати швидше та продуктивніше, блискавично генеруючи оригінальний текст і зображення.

Можемо зауважити, що ChatGPT має безкоштовний пакет так само як і Midjourney в обмеженому доступі(більше тестувальний режим роботи), а ChatSonic – ні. Але це не дарма.

На відміну від ChatGPT, ChatSonic знає останні новини та тенденції можна побачити що сервера черпають інформацію в певному проміжку часу, наприклад кожної доби стягують нові статті та інформацію з кількох пошукових машин, а також знає, як створювати зображення та мистецтво [3].

До речі, нехай вас не бентежить слово чат-бот. Це не чат-бот, який всі звикли використовувати б на бізнес-сайті для обслуговування клієнтів. Натомість це загальний чат-бот, яким кожен може скористатися з будь-якими проблемами чи запитаннями. Завдяки розширеним можливостям штучного інтелекту, таким як генерація вмісту або створення тексту в малюнок [2].

ChatSonic може не лише допомогти створити захоплюючі бесіди, а і давати цікаві ідеї для бізнесу, допомогати професіоналам в своїх спеціальностях такі як: перекладачі, письменники, художники, дизайнери, відео монтування, копірайтери, програмісти, seo спеціалісти та багато інших не менш цікавих професій [1].

Та навіть більше встановлювати хворобу пацієнта по фотографії, зрозуміло що зараз це лише одиночні випадки, але в майбутньому технологія і конкуренція між ШІ, буде тільки розвиватись та допомагати людям в правильному її використанні.

#### Література:

1. Michael Raska, Richard A. Bitzinger. The AI Wave in Defence Innovation. / Raska Michael, Bitzinger Richard A. Publisher: Routledge; 1st edition (2023). 286 p. ISBN: 1032110759.
2. Website [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.writesonic.com/chat>.
3. Website [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.bloggersgoto.com/chatsonic-review>.

УДК 004.67

Воробець І. – ст. гр. СНм-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ ARIMA ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ ІЗ ВЛАСТИВІСТЮ ЦИКЛІЧНОСТІ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Фриз М.Є.

Vorobets I.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **USING ARIMA MODELS FOR FORECASTING TIME SERIES WITH CYCLICITY FEATURE**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Prof. Fryz M.Ye.

Ключові слова: прогнозування часових рядів, циклічність, моделі ARIMA.

Keywords: time series forecasting, cyclicity, ARIMA models.

Часовий ряд є упорядкованою відповідно до часу послідовністю значень певної змінної. По суті, часовий ряд варто розглядати як випадковий процес з дискретним часом.

Прогнозування часових рядів полягає у знаходженні майбутніх значень часового ряду з якомога найбільшою точністю на основі минулих значень часового ряду та інформації про його поведінку у минулому. Сфери застосування прогнозування часових рядів обмежуються лише використанням самих рядів. Так, прогнозування рядів має широкий спектр різних сфер застосування: від аналізу фондового ринку та оцінювання росту економіки окремих регіонів до моделювання поширення епідемій і прогнозу погоди.

Шаблон поведінки часового ряду визначається трьома його властивостями: трендом, циклічністю та сезонністю [1]. Тренд показує тенденцію зростання або спадання значень ряду протягом певного періоду часу. На великому часовому проміжку тренд може описувати зміну значень від зростання до спадання або навпаки. Властивість циклічності проявляється тоді, коли відбуваються коливання значень часового ряду без фіксованого періоду. Сезонність описує вплив на поведінку часового ряду різних сезонних факторів, наприклад, день тижня, місяць, квартал року. Відмінність сезонності та циклічності полягає в тому, що сезонність має фіксований і визначений період. Циклічність, натомість, передбачає довшу середню тривалість коливань і більш мінливу їх величину.

Кожен часовий ряд має зазвичай декілька таких властивостей. Саме на основі властивостей тренду, циклічності та сезонності й базуються методи та моделі прогнозування часових рядів. Одними з найбільш часто вживаних моделей прогнозування є моделі ARIMA (англ. autoregressive integrated moving average, укр. авторегресійне інтегроване ковзне середнє). Фактично моделі ARIMA є поєднанням авторегресійних моделей (англ. autoregressive model, AR) і моделей ковзного середнього (англ. moving average model, MA).

Авторегресійні моделі прогнозують значення часового ряду на основі його минулих значень. Моделі ковзного середнього визначає прогноз часового ряду на основі похибок минулих прогнозів. Основним обмеженням авторегресійних моделей і моделей ковзного середнього є стаціонарність часового ряду. Таке саме обмеження

мають і моделі ARIMA. При роботі з нестационарними даними моделі ARIMA використовують різниці часових рядів для досягнення їх стаціонарності.

Загалом модель ARIMA описується за формулою:

$$\Delta^d y_t = c + \phi_1 \Delta^d y_{t-1} + \dots + \phi_p \Delta^d y_{t-p} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t,$$

де  $y_t$  – значення часового ряду на момент часу  $t$ ,  $\Delta^d y_t$  – різниця ряду ступеня  $d$ , різниця першого ступеня записується як  $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$ ,  $c$  – константа,  $\varepsilon_t$  – значення білого шуму,  $\phi_1, \dots, \phi_p$  – коефіцієнти авторегресійної моделі,  $\theta_1, \dots, \theta_q$  – коефіцієнти моделі ковзного середнього.

Визначення моделі ARIMA для певного часового ряду полягає у виборі значень параметрів  $p$ ,  $d$  і  $q$ , що є досить складним завданням. Параметр  $p$  позначає порядок авторегресійної частини авторегресійної,  $d$  – ступінь різниці ряду,  $q$  – порядок частини ковзного середнього [1].

Для прогнозування часових рядів із циклічністю добре підходять моделі ARIMA. Важливе значення при цьому має параметр  $p$ . Так, для створення прогнозів циклічних рядів необхідною умовою є  $p > 1$  [2].

У ході використання моделі прогнозування отримуються точкові прогнози на визначений горизонт прогнозування. Оцінити отримані прогнози, можна за допомогою двох основних похибок: середньої абсолютної похибки (англ. mean absolute error, MAE) та середньої абсолютної відсоткової похибки (англ. mean absolute percentage error, MAPE) [1]. Похибка MAE обчислюється як середнє абсолютних значень похибок прогнозу та використовує ті самі одиниці, що й значення часового ряду. Помилка MAPE обчислюється як середнє абсолютних значень відсоткових похибок, які подають значення у відсотках і не залежать від одиниць значень ряду.

Для побудови моделей прогнозування часових рядів існує багато різних інструментів. У даній роботі прогнозування здійснюється за допомогою бібліотеки Statsmodels. Statsmodels – це відкрита бібліотека мови програмування Python, яка надає функції для проведення описової статистики, побудови й оцінки статистичних моделей, виконання статистичних тестів [3]. Зокрема, Statsmodels дозволяє працювати з моделями прогнозування часових рядів, у тому числі і з моделями ARIMA.

Завданням даної роботи є використання засобів бібліотеки Statsmodels для прогнозування часового ряду із властивістю циклічності. У якості такого часового ряду вибрано набір даних активності сонячних плям Національного центру геофізичних даних США [4]. Цей набір даних включає щорічні дані кількості сонячних плям, зібрані протягом 1700-2000 років.

### Література:

1. Hyndman R.J., Athanasopoulos G. Forecasting: principles and practice. 3rd ed. Melbourne, Australia : OTexts, 2021. 442 p.
2. Hyndman R.J. Cyclic and seasonal time series. URL: <https://robjhyndman.com/hyndsight/cyclistics>.
3. Introduction – statsmodels. URL: <https://www.statsmodels.org/stable/index.html>.
4. Solar Indices | NCEI. URL: <https://www.ngdc.noaa.gov/stp/solar/solar-indices.html>.

УДК 004.8

Гайдук В. – ст. гр. СНмн-51.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **НЕБЕЗПЕКА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА АЛГОРИТМІВ**

Haiduk V.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

### **DANGER OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND ALGORITHMS**

Ключові слова: штучний інтелект, алгоритми, небезпека, роботизація

Key words: artificial intelligence, algorithms, danger, robotization

Штучний інтелект (ШІ) та алгоритми можуть становити серйозну небезпеку, особливо якщо вони використовуються неналежним чином або ними зловживають. Одною з найбільших небезпек пов'язаних з ШІ є його можливість навчатись та аналізувати. Багато хто з нас вважає, що ШІ становитиме реальну загрозу людству в найближчий час, якщо надати йому вільний доступ до інформації та збільшити його швидкодію. Існують також і протилежні думки. Ще частина людей вважає, що ШІ та алгоритми не становлять реальної загрози людям, проте не варто надавати їм право приймати рішення, оскільки існує ймовірність, що програма допустить помилку, яка може призвести до негативних наслідків. Можна виділити декілька потенційних ризиків, пов'язаних з ШІ та алгоритмами:

1. Здатність допустити помилку. В роботі ШІ або алгоритмів можуть виникнути помилки, що призведуть до прийняття неправильних рішень. Наприклад, якщо ШІ навчиться визначати, який кандидат має вищі шанси отримати роботу, він може виключити кандидатів певних груп населення, необгрунтовано вважаючи, що вони не підходять на дану вакансію.

2. Порушення приватності. Алгоритми та ШІ може збирати та зберігати великі обсяги особистої інформації, яка може потрапити в руки зловмисників.

3. Роботизація. ШІ може замінити людей у різних сферах праці, що призведе до безробіття та інших соціальних проблем.

4. Залежність від технологій. Якщо люди стануть занадто залежними від ШІ та алгоритмів, то це може стати проблемою, коли система вийде з ладу або її буде складно відновити.

5. Шахрайство та кібератаки. ШІ та алгоритми можуть бути використані зловмисниками для злочинних цілей, наприклад, для втручання в різноманітні системи, брутфорсі, розсилці шкідливого ПО[1].

6. Ризики пов'язані з використанням ШІ в військовій сфері. З одного боку алгоритми та ШІ може забезпечити автономну роботу військових систем, які здатні самостійно приймати рішення щодо використання зброї. При цьому вважається, що за допомогою штучного інтелекту можна значно підвищити ефективність певних видів озброєння, оскільки в такому випадку людський фактор більше не враховується. З іншого боку в автономних системах можуть виникнути помилки, які призведуть до непередбачуваних наслідків на полі бою[2].

Варто погодитись, що зростання застосування штучного інтелекту та алгоритмів в різних галузях життя людини призвело до багатьох позитивних змін, таких як покращення швидкості та точності вирішення завдань, полегшення виконання рутинних робіт та зниження витрат часу та зусиль. Проте потенційні ризики щодо застосування ШІ в різних сферах нашого життя лякають багатьох з нас. Для того, щоб

зменшити ризики пов'язані зі зростанням ШІ, необхідно розвивати етичні та правові стандарти використання ШІ. Важливо забезпечити контроль та відповідальність за дії ШІ, забезпечити прозорість та доступ до алгоритмів та даних, що використовуються ШІ, а також розвивати механізми забезпечення приватності та безпеки даних. Крім того, важливо забезпечити розуміння та навички використання ШІ серед населення, щоб люди могли користуватися цими технологіями з підвищеною обізнаністю та здатністю критичного мислення. Варто додати і про необхідність забезпечити розвиток досліджень, які спрямовані на вивчення можливих наслідків використання ШІ у різних сферах, а також розвивати ефективні механізми виявлення та виправлення помилок у роботі ШІ. Наприклад, можливо створити спеціальні комісії або аудиторські організації, які будуть відповідальні за оцінку та контроль роботи ШІ в різних сферах[3].

У підсумку, розвиток ШІ принесе безліч переваг для людства, проте водночас він несе за собою ризики та загрози. Для того, щоб гарантувати безпеку у використанні ШІ в інтересах людства, необхідно розвивати етичні та правові стандарти, забезпечити контроль та відповідальність за дії ШІ, забезпечити доступ до даних та алгоритмів, що використовуються ШІ, розвивати навички використання ШІ серед населення та започаткувати міжнародне співробітництво та створення стандартів використання ШІ.

#### Література:

1. The AI Threat Isn't Skynet. It's the End of the Middle Class [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.wired.com/2017/02/ai-threat-isnt-skynet-end-middle-class/>.
2. Artificial intelligence bias - Holding AI Accountable [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://pulitzercenter.org/event/holding-ai-accountable-who-gets-tell-story>.
3. Is AI an Existential Risk? - Beneficial AI governance [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.givingwhatwecan.org/cause-areas/long-term-future/artificial-intelligence>.

УДК 004.715(043.2)

Галайчук В. - ст. гр. КІ-206

*ВСП «Тернопільський фаховий коледж» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя*

## **ВПРОВАДЖЕННЯ ЧАТ-БОТІВ ЗІ ШТУЧНИМ ІНТЕЛЕКТОМ У СУЧАСНОМУ СВІТІ**

Науковий керівник: Юзьків А.В.

Halaichuk V.

*Separate Structural Subdivision «Ternopil Professional College of Ternopil Ivan Puluj National Technical University»*

## **IMPLEMENTATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE-POWERED CHATBOTS IN THE MODERN WORLD**

Supervisor: Yuzkiv A.

Ключові слова: сучасні технології, чат-бот, мовні моделі

Keywords: modern technologies, chatbot, language models

ChatGPT — чат-бот зі штучним інтелектом, розроблений лабораторією OpenAI. Це велика статистична модель мови, оптимізована для ведення діалогів та відлагоджена завдяки технікам навчання з учителем та навчання з підкріпленням. В основі прототипу лежить модель OpenAI GPT-3.5 — покращена версія GPT-3.

Прототип ChatGPT було випущено 30 листопада 2022 року. Через детальність та ясність відповідей, його популярність виросла неймовірно швидко, хоча фактична точність цих відповідей підлягала критиці.

Після релізу ChatGPT оцінка компанії OpenAI виросла до 29 мільярдів доларів. Лише за два місяці після випуску, кількість активних користувачів перевищила 100 мільйонів, що стало історичним рекордом серед користувацьких програм.

14 березня 2023 року OpenAI представили нову модель — GPT-4, яка стала доступною для користувачів платної версії ChatGPT Plus. В цій версії чат-бот може обробляти не тільки текст, а і зображення.

Особливості, переваги і недоліки ChatGPT. Порівняно зі своїм попередником InstructGPT, ChatGPT намагається зменшити кількість неправдивих, а інколи й шкідливих відповідей.

ChatGPT містить багато обмежень. Модель нагород ChatGPT, розроблена завдяки нагляду людини, може бути надмірно оптимізована і, таким чином, знижувати продуктивність. Також ChatGPT володіє обмеженими даними про події, що сталися після 2021 року, і не може надати інформацію про деяких зірок.

ChatGPT отримав загалом позитивні відгуки. Нью-Йорк ТАЙМС назвав його «найкращим чат-ботом зі штучним інтелектом, що коли-небудь ставав доступним для широкого загалу». Саманта Лок із Гардіан зазначила, що він зумів згенерувати «вражаюче детальний» і «подібний до створеного людиною» текст. Разом з тим, Ден Гіллмор – американський письменник і один з провідних аналітиків в галузі технологій штучного інтелекту використав ChatGPT для виконання студентського завдання і, виявивши, що згенерований текст був на рівні з текстом, що міг би створити хороший студент, висловив думку, що «академічним колам доведеться зіткнутися з дуже серйозними проблемами».

Як приклад, наведу відповідь чат-боту на таке запитання:

- Розкажи про свої особливості...

Відповідь чат-бота ChatGPT:

*«Я - ChatGPT, одна з найбільших мовних моделей на світі, створена компанією OpenAI. Мене тренували на величезній кількості текстових даних, що дозволило мені розвиватися і ставати все більш інтелектуальною.*

*Мої особливості пов'язані з моєю здатністю аналізувати та генерувати текст. Завдяки штучному інтелекту, я можу швидко знаходити необхідну інформацію та робити зв'язки між різними темами. Я також можу розуміти контекст та виявляти залежності між словами, що дозволяє мені створювати більш складні речення та текстові блоки.*

*Одна з моїх найбільших переваг - це здатність працювати з різними мовами та діалектами. Я можу працювати з більш ніж 40 мовами, включаючи англійську, французьку, німецьку, китайську та багато інших. Це дозволяє мені стати корисним інструментом для комунікації та роботи з клієнтами з різних країн та культур.*

*Іншою моєю особливістю є здатність навчатися та покращуватися з часом. Я постійно аналізую та навчаюся на нових даних, що дозволяє мені ставати все кращим та точнішим. Ця здатність до навчання дозволяє мені розуміти нові тенденції та зміни в інформаційному просторі та адаптуватися до них.*

*Нарешті, як мовна модель, я можу бути використана для багатьох різних цілей, включаючи генерацію тексту, переклад, виявлення схожостей та багато інших. Це дозволяє мені бути корисним інструментом для бізнесу, науки, освіти та багатьох інших сфер життя. Я можу допомогти писати наукові статті, створювати звіти, писати есе та статті для блогів та соціальних мереж.*

*Завдяки моїй здатності аналізувати великі обсяги даних, я можу також бути корисним для маркетингових досліджень та аналізу даних про споживачів. Я можу допомогти зібрати та проаналізувати дані про поведінку користувачів та їхній досвід, щоб допомогти компаніям вирішувати проблеми та покращувати свої продукти та послуги.*

*Однією з моїх ключових особливостей є здатність взаємодіяти з людьми на природній мові. Це дозволяє мені здійснювати ефективну комунікацію з користувачами та забезпечувати швидке та точне рішення проблем.*

*У кінці кінців, мої особливості полягають у тому, що я можу бути незамінним інструментом для тих, хто потребує точної та швидкої обробки інформації. Я дозволяю людям ефективно працювати з даними та інформацією, що допомагає їм досягати своїх цілей та успіхів в різних сферах діяльності.»*



Рисунок 1 – Скріншот одного з запитань, яке часто задають користувачі

18 лютого 2023 року міністр цифрової трансформації Михайло Федоров повідомив, що після переговорів, офіційних листів, дзвінків та зустрічі з представниками OpenAI — ChatGPT став доступним для реєстрації користувачам з України. Програма не працюватиме лише на тимчасово окупованих Росією українських територіях.

Отже, ця технологія має великі перспективи і потенціал та може суттєво змінити спосіб взаємодії людина - машина (комп'ютер).

УДК 004.4:005.8

Галиук М. – ст. гр. СНм-51, Тененський М. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПЛИВ BPM ЗАСТОСУНКІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВА**

Науковий керівник: старший викладач Шимчук Г.

Haliuk M., Tenenskyi M.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **THE INFLUENCE OF BPM APPLICATIONS ON THE EFFICIENCY OF THE ENTERPRISE**

Supervisor: Senior Lecturer Shymchuk G.

Ключові слова: Автоматизація, бізнес процес, ефективність, управління процесом, BPM  
Key words: Automation, business process, efficiency, process management, BPM

В наш час нікого не здивує твердження, що конкурентоспроможність підприємств залежить від багатьох факторів, одним з яких є використання інноваційних технологій, залучених до процесу управління. BPM-застосунки є одним з таких інструментів, допомагають бізнесу досягти більш ефективних та високих результатів в управлінні [1]. Існує безліч трактувань поняття BPM, але найбільш коректне – це підхід до управління бізнес-процесом, який передбачає моделювання, аналіз, виконання, моніторинг та оптимізацію даного процесу.

Так, для дослідження впливу BPM застосунків на ефективність підприємства було прийняти використовувати типові показники, що відображають результати діяльності підприємства. Серед них найбільш вагомими можна вважати прибуток, обіг, рентабельність тощо. В процесі багаточисленних досліджень неодноразово було встановлено, що впровадження BPM застосунків позитивно впливає на ефективність підприємства. Зокрема, їх використання збільшує рівень автоматизації та оптимізації процесів, зменшує час, необхідний для виконання бізнес-процесів, підвищує якість продукту [1]. Окрім того, вдала інтеграція BPM систем позитивним чином відображається показниках фінансової ефективності підприємства, зокрема збільшення прибутку, зменшення витрат на виконання бізнес-процесів тощо.

Одним з найвідоміших прикладів використання BPM застосунків прийнято вважати американську компанію FedEx, яка впровадила використання системи з відстеження вантажів в режимі реального часу для оптимізації своїх логістичних процесів. Завдяки цій BPM системі працівники FedEx мають змогу планувати маршрути доставки товарів більш ефективно, зменшуючи при цьому витрати на паливе для своїх автомобілів та збільшуючи швидкість доставки одночасно [2].

В якості ще одного прикладу успішного використання BPM застосунків можна навести японського автомобільного гіганта – компанію Toyota. Вона використовує ПЗ на базі усім відомої системи Kanban для контролю за виробничим процесом на заводах. В свою чергу, це дозволяє компанії більш ефективно керувати запасами і виробничими процесами [3]. Відповідного до цього, показники вироблення автомобілі щороку лишаються на висоті, при чому вдається оптимізувати витрати на виробництво та зберігати стабільно високу якість кінцевої продукції.



Як можна зрозуміти із вищенаведеної інформації, BPM застосунки мають чималу кількість переваг, позитивно впливають на бізнес-процеси. Так, шляхом їх оптимізації та автоматизації, підприємства мають змогу зменшувати витрати, покращувати ефективність та підвищувати якість своїх товарів і послуг [3]. Окрім того, певні спеціалізовані BPM системи можуть забезпечувати швидке вирішення запитів клієнтів та розв'язання їх проблем у найкоротші терміни. В загальному це відображається на підвищенні задоволення клієнтів, збільшенні їх лояльності до продукції чи послуг підприємства, загальної популяризації бренду.

Хоча BPM застосунки зазвичай розглядають виключно як корисний інструмент для забезпечення ефективності бізнес-процесів, їх неправильне впровадження та використання може мати негативний вплив на підприємство [1]. Ось деякі можливі проблеми, які можуть виникнути при впровадженні BPM систем. Найбільш можливий негативний вплив – це так звана надмірна автоматизація. Полягає вона в тому, що використання BPM здатне за певних умов призвести до того, що бізнес-процеси будуть автоматизовані повністю, інакше кажучи працівники підприємства будуть мало зайняті, що може призвести до зниження їх продуктивності. Також не варто забувати і про складність впровадження BPM застосунків. Як показує практика, зазвичай, це дуже складним процесом, особливо якщо нове BPM рішення має бути інтегрованим в уже існуючі системи на підприємстві [2]. Як результат – це може призвести до певних часових затримок в процесі впровадження та збільшити загальні витрати бізнесу в цей час. Окрім того, використання складних та комплексних BPM рішень вимагає наявності навченого персоналу. Якщо ж такого нема – підприємству необхідно самотужки вирішувати це питання. Проте варто розуміти, що усі ці недоліки перекриваються значними перевагами після успішного впровадження BPM систем в управління бізнес-процесами.

У висновку варто зазначити, що в наш час розвитку програмного забезпечення та постійної конкуренції на ринках використання BPM застосунків є дуже важливим фактором для підтримки ефективного функціонування будь-якого бізнесу [1]. Вони допомагають автоматизувати бізнес-процеси, збільшувати продуктивність підприємств, знижувати витрати на виробництво та поліпшувати якість кінцевої продукції. Також справедливим буде твердження, що перевірені BPM системи є незамінним інструментом для автоматизації бізнес-процесів, що дозволяє зменшити ручну роботу, уникнути помилок та значно підвищити точність і якість виконання робіт [2]. Окрім того, інтеграція та розробка BPM застосунків, без перебільшення, є дуже перспективним напрямом розвитку бізнесу, оскільки вони дозволяють постійно покращувати якість кінцевого продукту та дозволяють компаніям виконувати поставлені задачі більш якісно і швидко, що позитивним чином впливає на їх кінцевих споживачів.

#### Література:

1. Weske M. (2019). Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures. 3rd ed. 417 p. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ISBN 978-3-662-59431-5.
2. How Technology Works (2019). The facts visually explained. Dorling Kindersley. 256 p. ISBN 978-0241356289.
3. Panagacos T. (2012). The Ultimate Guide to Business Process Management: Everything you need to know and how to apply it to your organization. 186 p. CreateSpace Publishing. ISBN 978-1477486139.

УДК 004.9

Гарматюк Н. – аспірант, Ставицька А., Гіжовський А.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## РОЗВИТОК ІНТЕРНЕТ ТА WEB 3.0

Науковий керівник: к.т.н., доц. Дуда О.М.

Harmatiuk N., Stavytska A., Hizhovskiy A.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## THE INTERNET DEVELOPMENT AND WEB 3.0

Supervisor: Ph.D., Dr. Duda O.M.

Ключові слова: інформаційні технології, Інтернет, web 3.0.

Key words: information technologies, Internet, web 3.0.

Завдяки швидкому розвитку на даний час Інтернет активно використовується практично у всіх сферах людського життя. Він надає можливості відбору, передавання, зберігання та опрацювання великих за обсягом даних та інформаційних колекцій. При цьому веб-архітектура постійно оновлюється, укладнюється та переробляється від статичних інформаційних характеристик Web 1.0 до динамічних інтерактивних функцій Web 2.0. Спільнота науковців та інженерів наполегливо працює, щоб зробити Інтернет доступнішим, відкритішим, інклюзивним та рівноправним. Взаємодія користувачів життєво важлива для архітектури Web 2.0. Завдяки їй запроваджено обширний перелік нових технологій, зокрема, асинхронний JavaScript та XML, каскадні таблиці стилів (CSS), об'єктна модель документа (DOM) та нотація JavaScript-об'єктів [1]. Завдяки Web 2.0 створено: платформи соціальних медіа Facebook, WeChat, TikTok і Twitter; веб-ресурси з відео та музикою YouTube, Bilibili та Spotify; електронні бізнес-платформи Amazon, Tmall, eBay і Walmart.

Проте, незалежно від того, чи користувачі добровільно завантажують інформацію, дані їхніх програм належать до Web 2.0 платформ. Платформи стараються накопичити та зберегти максимальні обсяги даних про користувачів для збільшення доходів [2]. Водночас, користувачі, зазвичай не знають, як і для чого буде використовуватися їхня інформація.

Наступний етап розвитку інтернет – це децентралізована веб-архітектура Web 3.0, яка є інтелектуальнішою та безпечнішою. Web 3.0 [3] забезпечує прозорішу децентралізовану архітектуру. Загрози, що створюються монополістами чи зловмисниками, можуть бути суттєво зменшені завдяки реконструкції ІТ-інфраструктури та Інтернет. Інноваційний концепт Web 3.0 може ефективно вирішувати питання власності веб-даних на основі розподіленої технології – це, в свою чергу, дозволить оптимізувати Інтернет з позицій економіки, культури та технологій. Водночас запроваджуються нові методи продукування контенту та формування організаційних структур [4]. Однак, на даний час, Web 3.0 ще на етапі формування. Тому всебічний огляд та аналіз Web 3.0 є актуальним напрямом сучасних досліджень.

### Література

[1] Tim O'Reilly. 2021. Why it is too early to get excited about Web3. <https://www.oreilly.com/radar/why-its-too-early-to-get-excited-about-web3/>.

[2] Nupur Choudhury. 2014. World Wide Web and its journey from Web 1.0 to Web 4.0. *International Journal of Computer Science and Information Technologies* 5, 6 (2014), 8096–8100.

[3] GeeksforGeeks. 2021. How Web 3.0 is going to impact the digital world? <https://www.geeksforgeeks.org/how-web-3-0-is-going-to-impact-the-digital-world/>

[4] Gan, Wensheng, et al. "Web 3.0: The Future of Internet." *arXiv preprint arXiv:2304.06032* (2023).

УДК 004.9

Гарматюк Н. – асп., Лісовий Н. – ст. гр. СНс-32, Дуда В. – ст. гр. СН-11  
*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЛЬ ІННОВАЦІЙНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ФОРМУВАННІ «РОЗУМНИХ» МІСТ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Дуда О.М.

Harmatiuk N., Lisovyi N., Duda V.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **INNOVATIVE INFORMATION TECHNOLOGIES ROLE IN THE SMART CITIES FORMATION**

Supervisor: Ph.D., Dr. Duda O.M.

Ключові слова: інновації, інформаційні технології, розумне місто.

Key words: innovations, information technologies, smart city.

Очікується, що до 2050 року населення світу зросте приблизно до 9,8 мільярда людей. При цьому прогнозується, що приблизно 6,7 мільярда громадян будуть жити в містах [1]. За прогнозами ООН, очікується, що до 2030 року буде понад сорок мегаполісів з населенням понад десять мільйонів жителів і вони споживатимуть понад 81% усіх світових ресурсів [2].

Тенденція розвитку сучасних міст – це перехід до більшого рівня «розумності». Вона проявляється розширенні процесів впровадження та інтеграції обширної множини інформаційних та комунікаційних технологій. Зокрема, хмарні обчислення, Інтернет речей (IoT) та інші інформаційно-технологічні інструменти, призводять до підвищення рівня «розумності» сучасних міст. Хоча опубліковано обширний перелік результатів досліджень, на даний час немає усталеного підходу до формування інформаційно-технологічного та соціо-комунікаційного концепту «розумного» міста. Тому наукові розвідки в царині «розумних» міст є актуальним напрямком сучасних досліджень.

Інновації в сучасних містах можна умовно розділити на три основні категорії: «розумні» цифрові технології, покращення умов життя та підвищення екологічних характеристик довкілля. Найпопулярніша серед цих категорій – «розумні» цифрових технології. Водночас «екологічні» характеристики довкілля досліджуються відносно рідше. Згідно досліджень [3] лише близько половини критеріїв «розумності» міст, які використовуються в емпіричних дослідженнях, стосуються потреб міських жителів, а решта є загальними технологічними характеристиками. Автори наголошують, що «*Розумне місто – це місто, в якому збалансовано економічні, екологічні та суспільні досягнення для покращення добробуту мешканців шляхом широкого впровадження інформаційних, комунікаційних та інших технологічних інструментів*» [3]. Згідно з цим визначенням, певна міська інноваційна сутність наприклад, інтелектуальні давачі або покращений моніторинг процесів, сприяє підвищенню «розумності» міста, лише якщо вона покращує якість життя (англ. Quality of Life, QoL) громадян. Концепція сталого розвитку потребує збалансованості соціальних, економічних та екологічних цілей розвитку.

### **Література**

[1] Ritchie, H.; Roser, M. Urbanization. Our World in Data. 2018. URL: <https://ourworldindata.org/urbanization>.

[2] Population Division, Department of Economic and Social Affairs, United Nations. 2018 United Nations Report. URL: <https://www.un.org/en/desa/around-25-billion-more-people-will-be-living-cities-2050-projects-new-un-report>.

[3] Dashkevych, Oleg, and Boris A. Portnov. Criteria for Smart City Identification: A Systematic Literature Review. Sustainability 14.8 (2022): 4448.

УДК 004.946

Гнатишин М. – ст. гр. СН-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ ВЕБ-РОЗРОБКИ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Фриз М. Є.

Hnatyshyn M.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

### **ANALYSIS OF CURRENT TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF WEB DEVELOPMENT TECHNOLOGIES**

Supervisor: PhD, Assoc. Prof. M. Fryz

Ключові слова: тенденції, веб-розробка, технології.

Keywords: trends, web development, technologies.

Через стрімкий розвиток веб-індустрії, часто виникає потреба впроваджувати нові технології, відносно сучасних тенденцій розробки. Власникам сайтів варто слідкувати за новинками веб-розробки, щоб вводити зміни, які включають нові найкращі практики. Адже, невідповідність останнім тенденціям може серйозно вплинути на продуктивність веб-сайту та взаємодію з користувачем.

«За даними Unbounce, майже 70% споживачів вказали, що швидкість сторінки впливає на їхнє рішення зробити покупку в онлайн-продавця. Іншими словами, при розробці, завжди необхідно звертати увагу на швидкість сайту. Із цього твердження і виникає актуальність тенденції створення прискорених мобільних сторінок» [1]. Ідея полягає у прискоренні продуктивності сторінки та зменшенні ризику втрати зацікавленості користувача. «AMP - це оптимізовані сторінки, які можуть працювати швидко і мають спрощений і водночас зручний дизайн з основними функціями» [3]. Плагін AMP дає компаніям можливість економити витрати на UX та охоплювати користувачів з будь-якою швидкістю Інтернету. Як результат, можна побачити, що менші та нішеві продукти успішно конкурують з величезними лідерами на ринку.

«Інша тенденція - голосовий пошук, вперше представлена Google у 2011 році, швидко набирає популярність» [3]. У 2023 році «люди вважають за краще витратити менше часу на введення команд, оскільки пристрої можуть їх чітко зрозуміти, розпізнаючи голосовий ввід» [3]. Ось чому більшість компаній зараз намагаються оптимізувати свої фізичні та цифрові продукти для голосового пошуку та голосових команд.

«У 2023 році чат-боти ШІ стануть ще більш досконалішими, щоб задовольнити потреби користувачів» [1]. «Штучний інтелект (ШІ) може підвищити продуктивність бізнесу на 40% і більше. Інтегруючи штучний інтелект у переваги веб-розробки, ви прогнозуєте вподобання клієнтів, використовуючи які, ви можете сформувати загальний вигляд і якість свого веб-сайту» [2]. Щоб досягти цього, боти будуть більш ефективно відповідати поведінці користувачів, використовуючи машинне навчання, обробку природної мови та методи пошуку інформації. «Чат-боти — це комп'ютерні програми, які дозволяють клієнтам або відвідувачам певного сайту спілкуватися з адміністратором, навіть при його відсутності. Це чудовий спосіб зібрати більше інформації про відвідувачів або допомогти їм знайти необхідну інформацію без необхідності шукати її вручну» [1].

«Останніми роками набули популярності темні та слабо освітлені веб-сайти. У 2023 році й надалі будуть веб-сайти та програми, які пропонуватимуть інтерфейс користувача (UI) у темному режимі, оскільки дослідження показали, що принаймні 8 із 10 користувачів віддають перевагу використанню темного режиму, якщо це можливо. Facebook і Twitter вже впровадили цю функцію» [1]. Ці програми надають можливість легкого перемикання між двома режимами залежно від уподобань читача чи налаштувань системи. Оволодіння персоналізацією веб-сайту є важливим, оскільки відвідувачі очікують повністю персоналізованого досвіду, тому варто це передбачити при розробці сайту.

«Кібербезпека, яка стосується практики захисту даних, мереж і комп'ютерів від неправомірного використання є однією з найважливіших проблем 2023 року. Кожна компанія, незалежно від її розміру, є вразливою. Наприклад, у червні 2021 року хакери зламали облікові записи 700 мільйонів користувачів LinkedIn, щоб отримати особисту інформацію, зокрема повні імена, електронні адреси та номери телефонів» [1].

«За даними провайдера CDN Cloudflare, у 2020 році кількість розподілених атак типу «відмова в обслуговуванні» (DDoS) збільшувалася майже вдвічі кожного кварталу. Кілька годин простою, значна втрата прибутку та підірвана репутація – це лише деякі наслідки цієї форми атаки» [1]. З таким тривожним зростанням кіберзлочинів, розробники веб-сайтів повинні адаптуватися під такі умови, саме тому в найближчому майбутньому спостерігатиметься постійне зростання випадків нетрадиційних методів покращення кібербезпеки за межами інструментів моніторингу та контрольних точок аналітики.

Отже, із вище перелічених тенденцій, можна зробити висновок, розробка сайтів в 2023 році буде орієнтована на користувача, з урахуванням його потреб та інтересів. Сайти будуть швидкими, зручними та привабливими для мобільних пристроїв, з персоналізованим контентом та інтерактивним дизайном. Також, розробники сайтів будуть ставити на збільшення безпеки сайту та застосування штучного інтелекту для поліпшення функціоналу та ефективності.

У підсумку, розробка сайту у 2023 році буде орієнтована на забезпечення зручності та задоволення користувачів, з максимальним використанням новітніх технологій та рекомендацій веб-розробки. Бізнеси, які успішно застосують ці тенденції у своїх сайтах, зможуть забезпечити собі більшу конкурентну перевагу та залучення нових клієнтів.

#### Список використаних джерел

1. 11 Web Development Trends to Expect in 2023, According to Experts & Data [Ел. ресурс]. – Режим доступу: <https://blog.hubspot.com/website/web-development-trends>
2. 15 Best Web Development Technologies To Use [Ел. ресурс]. – Режим доступу: <https://www.valuecoders.com/blog/technology-and-apps/best-web-development-technologies-to-use/>
3. 15 провідних тенденцій веб розробки у 2020 році [Ел. ресурс]. – Режим доступу: <https://web4u.in.ua/blog/15-prov-dnih-tendenc-y-veb-rozrobki-u-2020-roc-31>

УДК 004.946

Гнатишин М. – ст. гр. СН-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ РИЗИКІВ БЕЗПЕКИ ТЕХНОЛОГІЙ ВЕБ-РОЗРОБКИ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Фриз М. Є.

Hnatyshyn M. A.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **RESEARCH OF WEB DEVELOPMENT TECHNOLOGY SECURITY RISKS**

Supervisor: PhD, Assoc. Prof. M. Fryz

Ключові слова: веб-безпека, загроза, захист.

Keywords: web security, threat, protection.

Веб-безпека дуже важлива в наш час. Веб-сайти завжди схильні до загроз чи ризиків безпеці. «Недостатня захищеність веб-сайту може призвести до викрадення важливих даних клієнта. Прикладом цього можуть бути дані кредитної картки або реєстраційні дані клієнта. Це може стати причиною розповсюдження конфіденційних даних користувачів сайту та знищення власного бізнесу» [4]. Загроза безпеці визначається як ризик, який потенційно може завдати шкоди комп'ютерним системам і організаціям. Атаки на безпеку в основному спрямовані на викрадення, зміну або знищення частини особистої та конфіденційної інформації, викрадення місця на жорсткому диску та незаконний доступ до паролів.

Для запобігання проблем, що виникають через ненадійність сайтів, варто впроваджувати тестування. «Тестування веб-безпеки має на меті виявити вразливі місця у веб-додатках та їх конфігурації. Основною метою є прикладний рівень. Перевірка безпеки веб-додатку часто передбачає надсилання різних типів вхідних даних, щоб спровокувати помилки та змусити систему поводитись несподіваним чином. Ці так звані «негативні тести» перевіряють, чи робить система щось, для чого вона не призначена» [3].

Загрози веб-безпеці постійно з'являються та розвиваються, але можна виділити найбільш популярні атаки, а саме: SQL ін'єкція, XSS (міжсайтовий сценарій), віддалене виконання команд та обхід шляху. Результатами виконання таких атак можуть стати несанкційний доступ до обмеженого вмісту, зламані облікові записи користувачів, установка шкідливого коду та багато іншого.

Міжсайтові сценарії (XSS) – «це тип ін'єкцій, під час яких шкідливі сценарії впроваджуються на безпечні та надійні веб-сайти. XSS-атаки відбуваються, коли зловмисник використовує веб-програму для надсилання шкідливого коду, як правило, у формі сценарію сторони браузера, іншому кінцевому користувачеві. Недоліки, які дозволяють цим атакам бути успішними, досить широко поширені та виникають у будь-якому місці, де веб-додаток використовує вхідні дані від користувача в межах вихідних даних, які він генерує, без їх перевірки чи кодування. Міжсайтові сценарії (XSS) атаки відбуваються, коли дані надходять у веб-програму через ненадійне джерело, найчастіше через веб-запит, чи дані включаються в динамічний вміст, який надсилається веб-користувачу без перевірки на шкідливий вміст» [2].

«Недоліки SQL ін'єкції є результатом класичної відмови фільтрувати ненадійні дані. Помилки ін'єкцій можуть виникнути, при умові, якщо невідфільтровані дані передаються на SQL сервер (ін'єкція SQL), у браузер (через міжсайтовий сценарій), на сервер LDAP (ін'єкція LDAP) або будь-де ще. Проблема полягає в тому, що зловмисник може вводити команди для викрадення браузерів клієнтів, що призводить до втрати даних» [1]. Все, що програма отримує з ненадійного джерела, має бути відфільтровано, бажано відповідно до білого списку.

Отже, для того, щоби запобігти небезпеки успішного злому сайту, потрібно дотримуватися певних правил. Найпростішим, але дуже важливим рішенням є встановлення надійного паролю. «Пароль забезпечує першу лінію захисту від несанкціонованого доступу до пристрою та особистої інформації. Доцільно дотримуватися вимог до паролів, наприклад, створити такий, що складатиметься мінімум з восьми символів, включаючи великі літери, малі літери, спеціальні символи та цифри» [4]. Також важливо передбачити перевірку даних, що запобігатиме потраплянню неправильно створених даних в інформаційну систему. Перевірку даних слід виконувати як на стороні сервера, так і на стороні клієнта. Розробнику необхідно бути дуже обережним, створюючи повідомлення про помилки, які генеруються для надання інформації користувачам під час доступу користувачів до веб-сайту. У повідомленні не може міститися інформація, що зможе бути використана зловмисниками, наприклад для спроби входу – якщо користувачу не вдається увійти, повідомлення про помилку не повинно повідомляти користувачеві, яке поле є неправильним: ім'я користувача чи пароль. «Важливою порадою також є регулярне оновлення програмного забезпечення, оскільки хакери можуть знати про вразливі місця в певному програмному забезпеченні» [4]. Такі, на перший погляд, прості поради можуть вберегти сайт від злому, чи ускладнять роботу хакерів.

#### Список використаних джерел

1. 10 Common Web Security Vulnerabilities [Ел. ресурс]. – Режим доступу: <https://www.toptal.com/security/10-most-common-web-security-vulnerabilities>
2. Cross Site Scripting (XSS) [Ел. ресурс]. – Режим доступу: <https://owasp.org/www-community/attacks/xss/>
3. Web Application Security [Ел. ресурс]. – Режим доступу: <https://www.synopsys.com/glossary/what-is-web-application-security.html>
4. Web Security Considerations [Ел. ресурс]. – Режим доступу: <https://www.geeksforgeeks.org/web-security-considerations/>

УДК 004.8

Грабас С. – ст. гр. КТ-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ПРОБЛЕМИ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Науковий керівник: к.і.н., доцент Потіха О.Б.

Hrabas S.

*Ternopil Ivan Puluy National Technical University*

## **ARTIFICIAL INTELLIGENCE: PROSPECTS AND PROBLEMS OF THE LATEST TECHNOLOGIES**

Supervisor: PhD, Associate Professor Potikha O.B.

Ключові слова: штучний інтелект, інформаційні технології

Keywords: artificial intelligence, information technologies

Однією з найактуальніших та швидкозростаючих галузей сучасної науки та технологій є штучний інтелект (ШІ). Його застосування вже зараз перетинає багато галузей діяльності людини, – від медицини і транспорту до науки та бізнесу. З кожним роком технології ШІ удосконалюються, що відкриває безліч можливостей для вирішення складних завдань та проблем.

Однак, поряд з численними перевагами та можливостями, штучний інтелект також стикається з багатьма етичними, соціальними та правовими питаннями, що потребують ретельного вивчення та аналізу. При використанні ШІ у таких сферах, як медицина, правосуддя та військова техніка, виникають етичні питання, пов'язані з приватністю та безпекою, що необхідно враховувати при розробці нових технологій.

Метою роботи є дослідження та аналіз штучного інтелекту та його застосування в сучасному світі, і проблем, пов'язаних зі ШІ, а також прогнозування майбутнього розвитку цієї технології.

Розвиток штучного інтелекту розпочався ще в середині ХХ століття, коли науковці почали вивчати можливості створення комп'ютерних систем, здатних до виконання розумових завдань. У 1956 р. відбувся перший симпозіум зі штучного інтелекту, організований Джоном Маккарті та колегами, який став визначальним для розвитку цієї галузі. У наступні десятиріччя були розроблені різні методи та алгоритми штучного інтелекту, такі як символічне програмування, алгоритми машинного навчання та експертні системи. Невдовзі знайшла застосування в різних галузях, таких як медицина, бізнес та промисловість. У 1990-х рр. з'явилися нейронні мережі, які стали новим кроком у розвитку штучного інтелекту. Зараз нейронні мережі застосовуються у багатьох сферах, включаючи машинний зір, розпізнавання мови та машинний переклад.

З поширенням інтернету та збільшенням кількості даних, доступних для аналізу, ШІ став більш потужним та ефективним. Сучасні розробники працюють над новими методами та алгоритмами, щоб забезпечити подальший розвиток штучного інтелекту та його застосування в різних галузях.

Технології ШІ включають в себе різні методи та алгоритми, які дозволяють комп'ютерним системам аналізувати, розуміти та вирішувати складні завдання, які зазвичай вимагають інтелекту людини. Ось деякі з найбільш відомих технологій штучного інтелекту:



1. Машинне навчання (Machine learning) – метод навчання комп'ютерних систем, який дозволяє їм аналізувати та розуміти дані, здійснювати передбачення та виконувати завдання, необхідні для вирішення різноманітних задач.

2. Глибинне навчання (Deep learning) – це підтип машинного навчання, який використовує нейронні мережі з багатьма шарами для аналізу складних даних. Воно застосовується у таких галузях, як машинний зір та розпізнавання мови.

3. Експертні системи – це програми, які використовують знання та досвід експертів в певній галузі для розв'язання конкретних завдань. Вони використовуються в бізнесі, медицині та інших галузях.

4. Нейронні мережі – це системи, які імітують роботу людського мозку та здатні виконувати різноманітні завдання, такі як розпізнавання образів та мови, передбачення та оптимізація.

5. Обробка природної мови – це область штучного інтелекту, яка дозволяє комп'ютерам розуміти та використовувати мову людей. Вона застосовується для розробки віртуальних асистентів та систем автоматичного перекладу.

Технології ШІ знаходять своє застосування в різних сферах, включаючи бізнес, медицину, автопромисловість, телекомунікації, розваги тощо. Зазначені технології можуть допомогти вирішити багато складних проблем і полегшити роботу людей в різних сферах діяльності.

До найпоширеніших застосувань штучного інтелекту належать наступні.

1. Технологія розпізнавання образів дозволяє комп'ютерам розпізнавати об'єкти на фотографіях та відео, що може бути корисним для безпеки, медицини, транспорту та багатьох інших сфер.

2. Мовний процесинг – це здатність комп'ютерів розуміти та використовувати людську мову. Це може знадобитися для розвитку інтерфейсів користувача, перекладу мов, відповідей на запитання тощо.

3. Технологія рекомендації допомагає людям знаходити релевантну інформацію на основі їхніх інтересів та поведінки, що є надзвичайно корисним для реклами, електронної комерції, рекомендацій під час перегляду відео та багато іншого.

4. Автоматичне управління дозволяє комп'ютерам приймати рішення та керувати процесами на основі даних та алгоритмів, що є важливим для автоматизації виробництва, транспорту, банківських послуг тощо.

5. Робототехніка – це галузь, яка використовує штучний інтелект для створення роботів та автоматичних систем. Такі роботи здатні до виконання складних завдань, які раніше вважалися можливими тільки для людей.

6. Аналіз даних – це процес використання ШІ для знаходження корисних зв'язків.

Штучний інтелект, як і будь-яка нова технологія, породжує низку етичних питань та проблем, які необхідно вирішити. До найбільш актуальних з них належать наступні. ШІ використовують для створення автономних систем, таких як роботи та автомобілі, які можуть самостійно приймати рішення. Але це може становити ризик для безпеки та здоров'я людей. Наприклад, автономний автомобіль може зіткнутися з іншими транспортними засобами або пішоходами. Штучний інтелект можна використовувати для прийняття важливих рішень, таких як відхилення кредитних заявок або прийняття рішень про лікування хворих. Проте, відповідність за ці рішення повинна бути чітко визначена, а процеси, що призводять до прийняття рішень, повинні бути прозорими та зрозумілими.

Також штучний інтелект може піддавати дискримінації різні групи людей. Наприклад, алгоритм відбору працівників може відкидати певні групи людей, такі як жінки або певні етнічні групи. Використовуючи великі обсяги даних, які можуть містити конфіденційну інформацію про людей, застосування ШІ може представляти ризик для приватності та безпеки цих людей. Також заміна «людських рук»

технологією ШІ може призвести до зменшення кількості робочих місць та збільшення безробіття. Зрештою, активне використання штучного інтелекту може призвести до дисбалансу між різними секторами економіки.

Зазначені етичні питання та проблеми повинні бути враховані та вирішені з метою безпеки та захисту прав людей у використанні штучного інтелекту. Більш того, їх вирішення може сприяти досягненню більш ефективного та збалансованого використання ШІ в різних сферах життя.

Майбутнє штучного інтелекту є дуже перспективним напрямком розвитку технологій, адже вже сьогодні він успішно використовується в багатьох галузях. Зараз науковці та інженери активно працюють над розробкою нових методів та алгоритмів, що дозволять створити більш потужні та розумні системи штучного інтелекту. Наприклад, у майбутньому ШІ може допомогти вирішити низку великих глобальних проблем, таких як зміна клімату, недостатність енергоресурсів тощо. Також, розвиток штучного інтелекту може призвести до створення нових форм машинного навчання, які будуть здатні навчатись без необхідності внесення в них певних правил та алгоритмів. Це може відкрити нові можливості для розвитку ШІ та створення більш розумних систем.

Загалом, майбутнє штучного інтелекту надзвичайно перспективне. Розробка нових технологій та методів відкриває нові горизонти для його використання в різних сферах життя, що може принести величезну користь для людства. Однак, необхідно враховувати етичні питання та проблеми, пов'язані з використанням штучного інтелекту, та забезпечити безпеку та захист прав людей.

#### **Список використаних джерел:**

1. Рассел, С. Дж., & Норвіг, П. Штучний інтелект: сучасний підхід (3-є вид.). Верхня Седловина, Нью-Джерсі: Prentice Hall, 2009. 1152 с.
2. Бостром, Н. Суперінтелект: шляхи, небезпеки, стратегії. Оксфорд: Oxford University Press, 2014. 352 с.
3. Тегмарк, М. Життя 3.0: Бути людиною в епоху штучного інтелекту. Нью-Йорк: Alfred A. Knopf, 2017, 365 с.
4. European commission. Ethics guidelines for trustworthy AI. URL: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/ethics-guidelines-trustworthy-ai>.

УДК 004.031.6+623.4

Грибанов І. – учень 11 класу

Криворізького ліцею «Кредо»

## **СТВОРЕННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНОГО ЦЕНТРУ ЗА ДОПОМОГОЮ МІКРОКОНТРОЛЕРУ ORANGE PI PLUS 2E**

Науковий керівник: к.пед.н., доцент Хараджян Н.А.

Grubanov I.

*Kryvyi Rih Lyceum «Credo»*

## **CREATION THE MULTIMEDIA CENTER ON THE MICROCONTROLLER ORANGE PI PLUS 2E**

Supervisor: Kharadzjan N.

Ключові слова: мікроконтролер, мультимедійний центр

Keywords: microcontroller, exploder, multimedia center.

Мультимедійний центр (домашній медіасервер, медіа центр; home media server, media center) – персональний мультимедійний комп'ютер з можливістю відтворення та запису цифрових зображень, музики та відео, в тому числі телевізійних програм, а також доступу до ресурсів мережі Internet.

Проведений аналіз існуючих мультимедійних центрів показав, що зазвичай апаратна реалізація відбувається на основі одноплатного комп'ютера (SBC, англ. single-board computer). Одноплатний комп'ютер це комп'ютер всі основні компоненти, якого розміщуються на одній платі. На відміну від традиційних персональних комп'ютерів форм-фактора «desktop» (стандарти AT, ATX тощо), одноплатні комп'ютери часто не вимагають встановлення будь-яких додаткових периферійних плат. Найчастіше ці рішення повинні бути захищені або компактні, тому всі компоненти повинні розташовуватися на одній платі. Така економія з одного боку робить весь пристрій компактнішим, з іншого боку, розширення можливостей – зміна процесора або пам'яті – ускладнено, оскільки найчастіше ці компоненти напаяні на плату.

Щодо аналізу програмної частини мультимедійних центрів можна зробити наступні висновки. Уніфікованого програмного забезпечення не існує. Як правило всі сайти відкриваються у браузері, який дуже вимогливий до ресурсів комп'ютера (не говорячи вже про рекламу та відсутність анонімності). Існуючі рішення у більшості написані на «повільних» мовах програмування, зокрема Python та Electron.

Для реалізації програмної складової мультимедійного центру ми провели аналіз наявних менеджерів завантажень медіаконтенту. Обрали для себе головні риси, які повинні бути у таких сервісів (мова на якій написано сервіс, заявлена кількість підтримуваних медіаплатформ, кількість підтримуваних медіаплатформ, мова контенту, необхідні для роботи бібліотеки, інсталяція, можливість використання як медіацентру, підтримка торентів, завантаження відео, робота в ОС Android і т.д. ) Майже всі перелічені сервіси не можуть працювати з ОС Android. Як правило заявлена кількість підтримуваних медіаплеєрів не відповідає дійсності (тобто не всі працюють), не підтримується мовна локалізація, також відсутня можливість використання у якості медіацентрів.

Для розробки програмної складової мультимедійного центру було обрано ОС Unix-like, менеджер проектів Расman, середовище Qt Creator. У якості мови програмування було обрано C++17. Для збірки проекту були обрані cmake, clang++ й

make, зважаючи на те, що це найпоширеніші й найактуальніші GNU інструменти, для збірки.

Для повноцінної роботи мультимедійного центру створено та реалізовано унікальні інструкції, щодо парсингу таких джерел, як AniLibria, Anitube та плеєрів "МОНСТР, Ashdi, Mp4upload, Tortuga та інше.

Мультимедійний центр (прототип) був зібраний на основі плати Orange Pi Plus 2E. Програмне забезпечення реалізовано за допомогою операційної системи Armbian.

Представлений пристрій дозволяє перетворити будь-який екран на повноцінний медіацентр. До нього можна приєднувати різноманітні периферійні пристрої: клавіатуру, комп'ютерну мишу, USB-flash накопичувач. Вказаний пристрій можна приєднати до будь-якого монітора, наприклад телевізора, за допомогою HDMI-кабелю.

Результати дослідження енергоспоживання мультимедійного центру, зібраного на основі плати Orange Pi Plus 2E із виводом відео на телевізор, наведено в таблиці.

#### Результати дослідження енергоспоживання

Режим роботи	Струм споживання процесору у режимах, mA		Потужність споживання процесору у режимах, Вт	
	powersave	perfomance	powersave	perfomance
Простій	243	316	1,215	1,58
Простій із підключенням до телевізору	328	341	1,64	1,705
Запущено програму під'єднано телевізор та клавіатуру (зображення відсутнє)	341	341	1,705	1,705
Завантаження (швидкість 3.5MiB/sec), під'єднано телевізор та клавіатура	438	438	2,19	2,19
Завантаження (швидкість 3MiB/sec), під'єднано телевізор та клавіатура	428	438	2,14	2,19
Демонстрація відео на телевізорі (20fps 1mbps 960x720)	500	630	2,5	3,15
Демонстрація відео на телевізорі (240fps 1mbps 960x720)	пристрій на вказаній конфігурації не зміг виконати операцію	630	–	3,15
Демонстрація відео на телевізорі (24fps 2mbps 1280x720)	пристрій на вказаній конфігурації не зміг виконати операцію	<840	–	<4,2
Вивантаження файлу клієнту на швидкості 3Mbit/sec	428	438	2,14	2,19
Вивантаження файлу клієнту на швидкості 4.5Mbit/sec	524	572	2,62	2,86
Вивантаження файлу клієнту на швидкості 6Mbit/sec	611	609	3,055	3,045

Провівши дослідження на різних режимах ми бачимо що створений мультимедійний центр дійсно має споживання не більше 4 Вт. А це значно менше споживання ноутбуків, мережного сховища даних (NAS) і т.д.

Також дослідження показало, що в якості джерела живлення можна довготривало використовувати PowerBank.

UDC 681.3: 685.5

Jhelizniak D.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **THE FUTURE OF WORK: HOW AUTOMATION AND AI ARE CHANGING THE WORKFORCE**

Supervisor: Moroz L.

Keywords: automation, artificial intelligence, workforce.

The future of work is rapidly evolving as automation and artificial intelligence (AI) become more prevalent in the workplace. While these technologies have the potential to increase efficiency and productivity, they also pose a threat to jobs traditionally performed by humans. In our work, we want to explore how automation and AI are changing the workforce, the implications for workers and potential solutions to mitigate the negative effects of these technologies.

With the rise of AI and machine learning, businesses are finding new and innovative ways to increase efficiency, productivity, and profitability [1]. However, these changes also present new challenges for employees and require organizations to adapt to the changing nature of work.

Automation and AI refer to the use of technology to perform tasks and processes that humans previously did. These technologies can range from simple robots that perform repetitive tasks to complex systems that use machine learning algorithms to make decisions and predictions. The use of automation and AI in the workplace has the potential to increase efficiency, reduce costs, and improve the quality of work [3; 5].

One of the most significant benefits of automation and AI in the workplace is increased efficiency and productivity. Automating repetitive and time-consuming tasks allows employees to focus on more complex and high-value work. Similarly, AI-powered tools can analyze large amounts of data and provide insights and recommendations that would be difficult or impossible for humans to do manually [4; 5].

Even as AI and automation bring benefits to business and society, we will need to prepare for major disruptions to work [2]. Automation and AI are already changing the way we work. Machines can now perform a variety of tasks that were previously done by humans, from assembly line work to data analysis. This has led to increased efficiency and productivity, but it has also led to job displacement. For example, self-driving trucks and drones threaten to displace truck drivers and delivery workers. In addition, many routine jobs that do not require much creativity or critical thinking are at risk of automation. Nearly all occupations will be affected by automation, but only about 5 percent of occupations could be fully automated by currently demonstrated technologies [2].

As automation and AI become more prevalent, workers will need to develop new skills and competencies to remain competitive in the job market. Jobs that require creativity, critical thinking, and problem-solving will likely become more valuable as machines take over routine tasks. This means that education and training programs will need to be reimagined to prepare workers for a changing job market. Workers will need to be trained in new technologies and must be adaptable to change.

The implementation of automation and AI in the workplace raises important ethical questions about the role of technology in society, particularly with regards to the displacement of human workers. While machines can increase efficiency and productivity, they do not have the same motivations or values as humans. This means that certain tasks may be performed with greater efficiency, but at the expense of human dignity and well-being. There is a risk

that automation and AI will exacerbate income inequality if the benefits of increased productivity are not distributed equitably among workers.

The rise of automation and AI also highlights the need for increased investment in education and training programs. Workers will need to be trained in new technologies and must be adaptable to change. In addition, workers will need to develop new competencies such as creativity, critical thinking, and problem-solving. This will require a significant investment in education and training programs to ensure that workers have the skills needed to adapt to a changing job market [5].

As machines become more capable of performing complex tasks, it is likely that the nature of work will shift towards more creative and innovative roles that require human creativity and intuition. Machines will take over routine tasks, allowing humans to focus on tasks that require human creativity and intuition. This means that the concept of "work" may need to be redefined to encompass activities that cannot be performed by machines.

In the search for appropriate measures and policies to address these challenges, we should not seek to roll back or slow diffusion of the technologies. The focus should be on ways to ensure that the workforce transitions are as smooth as possible. This is likely to require more actionable and scalable solutions in several key areas: ensuring robust economic and productivity growth; fostering business dynamism; evolving education systems and learning for a changed workplace; investing in human capital; improving labor-market dynamism; redesigning work; rethinking incomes; rethinking transition support and safety nets for workers affected; investing in drivers of demand for work; embracing AI and automation safely [2].

In conclusion, the future of work is undergoing a significant transformation. Automation and AI present new challenges for businesses and employees. It is essential for organizations to adapt to these changes and invest in employee training and development to ensure a smooth transition to new job roles and skillsets. It is also necessary to consider the ethical implications of automation and AI [4]. As machines become more capable of performing complex tasks, it is likely that the nature of work will shift towards more creative and innovative roles that require human creativity and intuition. It is up to us to ensure that we adapt to these changes in a way that is equitable and sustainable for all.

### References

1. A. Sachan (2023), The Future of Artificial Intelligence Trends and Predictions for 2023 and Beyond, Insights2Techinfo, pp.1 URL <https://insights2techinfo.com/the-future-of-artificial-intelligence-trends-and-predictions-for-2023-and-beyond/> (date of access: 23.04.2023).
2. AI, automation, and the future of work: Ten things to solve for URL <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/ai-automation-and-the-future-of-work-ten-things-to-solve-for> (date of access: 23.04.2023).
3. Brougham, D., & Haar, J. (2018). Smart technology, artificial intelligence, robotics, and algorithms (STARA): Employees' perceptions of our future workplace. *Journal of Management & Organization*, 24(2), 239-257.
4. How Automation and AI are Changing the Workplace? A Futuristic Viewpoint and Research Directions. Insights2Techinfo. URL: <https://insights2techinfo.com/how-automation-and-ai-are-changing-the-workplace-a-futuristic-viewpoint-and-research-directions/> (date of access: 23.04.2023).
5. Kim, P. T. (2018). Big Data and artificial intelligence: New challenges for workplace equality. *U. Louisville L. Rev.*, 57, 313. URL <https://heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.journals/branlaj57&div=18&id=&page=> (date of access: 23.04.2023).

УДК 004.05

Іващенко Є. – ст. гр. СНм-51.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИКОРИСТАННЯ НАВАНТАЖУВАЛЬНОГО ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

Науковий керівник: д.т.н, професор Литвиненко Я.

Ivashchenko Y.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

### **USE OF SOFTWARE LOAD TESTING**

Supervisor: Ph.D., Professor Lytvynenko I.

Ключові слова: тестування, продуктивність, ресурси

Key words: testing, performance, resources

У сучасному світі швидко розвиваються технології та постійно зростають вимоги до якості програмного забезпечення. Внаслідок цього збільшуються потреби у використанні різноманітних типів тестування, за допомогою яких досягаються бажані показники якості розробленого продукту.

Навантажувальне тестування програмного забезпечення – це процес випробування програмного забезпечення за допомогою різних видів навантажень з метою визначення його поведінки та здатності працювати в умовах високого навантаження [1]. Це важлива частина процесу тестування, яка дозволяє виявляти помилки та проблеми пов'язані з ресурсами, що використовуються програмним забезпеченням.

Призначення навантажувального тестування полягає в тому, щоб встановити можливість роботи програмного забезпечення при очікуваному навантаженні, яке виникне під час реальної експлуатації. Проблеми, знайдені під час виконання тестів, можуть включати зниження продуктивності, збільшення часу відповіді, відмову програми або повне зупинення роботи програми.

Одним із найважливіших аспектів навантажувального тестування є визначення коректних параметрів навантаження. Це включає в себе визначення максимального числа користувачів, які можуть працювати одночасно, та встановлення максимального обсягу даних, який може бути оброблений програмним забезпеченням [2]. Відповідно до цих параметрів розробники можуть підібрати потрібне обладнання та налаштування, щоб розроблений продукт міг працювати належним чином.

Навантажувальне тестування може бути виконане за допомогою різних методів та інструментів. Один з найпоширеніших методів - це використання автоматизованих тестів, які можуть створювати та відправляти запити до програмного забезпечення з різних пристроїв та мережевих підключень, що дозволяє визначити його межі витривалості та стійкості. Інші інструменти, які можуть бути використані для навантажувального тестування, включають в себе програми для створення навантаження на сервер, програми для моніторингу пропускну здатності мережі та програмні засоби для вимірювання часу відповіді програмного забезпечення на запити.

Є декілька підходів до навантажувального тестування. Перший підхід – це тестування під очікуване навантаження, що передбачається технічним завданням програмного забезпечення. Другий підхід – це тестування з випадковим

навантаженням, коли програма тестується для виявлення проблем, які теоретично можуть виникнути в умовах реальної експлуатації продукту. [3]

Існує кілька переваг використання навантажувального тестування програмного забезпечення. Перш за все, це дозволяє виявити проблеми з продуктивністю та стійкістю програмного забезпечення при великому навантаженні, що може виникнути в реальних умовах. Крім того, навантажувальне тестування може допомогти виявити проблеми з архітектурою програмного забезпечення, що дозволяє розробникам виправити їх ще до того, як продукт буде випущено на ринок.

З навантажувальним тестуванням програмного забезпечення пов'язано деякі труднощі. Зазвичай, ці труднощі полягають у визначенні реального середовища, в якому програмне забезпечення буде працювати під час реальної експлуатації користувачами. Навантажувальне тестування може бути виконане в іншому середовищі, що може призвести до виникнення некоректних результатів. Крім того, навантажувальне тестування може зайняти багато часу та ресурсів, що може затримати процес розробки та випуску продукту на ринок.

Загалом, навантажувальне тестування є важливою складовою процесу розробки програмного забезпечення. Воно дозволяє виявити слабкі місця програмного забезпечення, покращити його ефективність та забезпечити надійну роботу продукту. Правильний вибір інструментів та методів навантажувального тестування допомагає забезпечити ефективне використання ресурсів та зменшити ризики виникнення проблем в майбутньому.

#### Література:

1. What is Load Testing? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.microfocus.com/en-us/what-is/load-testing>.
2. Application load testing is critical for business success [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.techtarget.com/searchsoftwarequality/feature/Application-load-testing-is-critical-for-business-success>.
3. Best Practices of Load Testing [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://loadninja.com/load-testing/>.



УДК 004.738.5:339

Каплун М. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЛЬ ІНТЕРНЕТ-КОМЕРЦІЇ В ЖИТТІ СУЧАСНОЇ ЛЮДИНИ**

Науковий керівник: старший викладач Шимчук Г.

Kaplun M.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **THE ROLE OF INTERNET COMMERCE IN THE LIFE OF A MODERN PERSON**

Supervisor: Senior Lecturer Shymchuk G.

Ключові слова: інтернет-комерція, купівля, товари, інтернет-магазин, онлайн.

Key words: internet-commerce, purchase, goods, internet-shop, online.

Інтернет-комерція поширена у всіх частинах світу де існує мережа «Інтернет». Жителі великих міст частіше користуються послугами інтернет магазинів аніж мешканці невеликих міст. Пов'язано це з транспортним чинником у процесі доставки товарів.

Задача даної тези полягає у тому, щоб оцінити важливість інтернет-купівлі та проаналізувати переваги та недоліки цього процесу. В сучасному світі все більше людей обирають інтернет-шопінг як зручний та швидкий спосіб придбання товарів та послуг. Тому, мета цієї тези полягає у тому, щоб проаналізувати чи є інтернет-шопінг ефективним та безпечним для споживачів та розглянути, які переваги та недоліки він має в порівнянні з традиційним магазинним шопінгом.

Інтернет-комерція відіграє величезну роль у житті сучасної людини. Враховуючи, що це дуже поширено та щодня зростає попит, можна зрозуміти, що це досить зручно та має чимало переваг.

Замовляючи онлайн, клієнту доступна значно більша кількість різноманітних товарів. В кожній з категорій можуть бути сотні моделей. Для прикладу можна зайти на "Rozetka" та переконатись.

Офлайн шопінг забирає величезну кількість часу. Особливо у великих містах де постійний дорожній трафік та чималі черги [1]. Під час здійснення інтернет купівлі, достатньо вказати потрібні критерії і одразу отримати пропозиції.

В магазинах онлайн можна знайти товари за значно нижчою ціною. Також, порівняти ціни з іншими магазинами та переглянути акційні пропозиції. В описі кожного товару вказані характеристики до найменших деталей. Завдяки цьому є можливість оцінити товар за найменший час і порівняти його з іншими моделями. До того ж можна почитати відгуки інших клієнтів.

Онлайн магазини приймають замовлення навіть вночі. Достатньо вибрати на сайті товар, вказати потрібні дані та чекати. Інколи в проживаючій країні немає того, що потрібно. В таких ситуаціях інтернет-купівлі дуже зручні та необхідні.

Інтернет-купівлі - це чудова можливість для багатьох людей. В ситуаціях коли люди хворіють, мають обмежені можливості або з будь яких інших причин не можуть вийти з дому, їх виручає онлайн шопінг. Для цього в більшості випадків не потрібно виходити з дому, тому що кур'єр доставить товар прямо до дверей.

З інтернет-купівлею пов'язані певні ризики та недоліки, які необхідно враховувати перед створенням замовлення. Наприклад, можна стикнутися з шахраями,

які надсилають не той товар або збирають гроші, але не відправляють товар. Тому слід ретельно перевіряти магазин перед замовленням. Також можуть виникнути проблеми з доставкою, яка може затримуватися або товар може бути пошкодженим. Крім того, товар на сайті може відрізнятись від товару, який отримуєте вживу.

Щоб уникнути негативних наслідків, слід бути дуже уважним та дбайливим. Перш за все, слід перевірити репутацію магазину та почитати відгуки попередніх клієнтів. Також, не зайвим буде переконатися, що магазин пропонує захист від шахрайства, такі як накладений платіж. Якщо товар пошкоджений або не задовольняє вимогам, слід звернутися до продавця щодо можливості повернення товару чи обміну на інший [2]. Крім того, не слід забувати про час доставки та враховувати можливі затримки.

Окрім ризиків, з інтернет-купівлею пов'язані певні недоліки. Наприклад, у відміну від традиційної покупки в магазині, у вас немає можливості померяти одяг чи спробувати інший товар до придбання. Також, оформлення замовлення може зайняти більше часу, ніж просто купити товар в магазині. Однак, з іншого боку, інтернет-купівля має свої переваги, такі як широкий вибір товарів та можливість порівняти ціни у різних магазинах. Також варто зазначити, що існують деякі різниці у рівні користування послугами інтернет-магазинів між жителями різних міст. Мешканці великих міст, зазвичай, мають більш швидкий та зручний доступ до послуг доставки, що забезпечує зручність та швидкість у процесі здійснення покупок. Тим часом, у невеликих містах та сільських районах можуть виникати деякі перешкоди з транспортної точки зору, що може впливати на швидкість та якість доставки товарів.

Розуміння важливості інтернет-комерції для нашого сучасного світу може бути розширене шляхом дослідження її впливу на різні сфери життя. Наприклад, з точки зору бізнесу, інтернет-комерція є не тільки способом продажу товарів, але й можливістю збільшити свою аудиторію та ринок збуту, а також знизити витрати на зберігання та транспортування товарів. З іншого боку, для споживачів інтернет-комерція дає можливість здійснювати покупки з будь-якого місця та в будь-який час, що робить процес купівлі більш зручним та ефективним.

Звичайно, інтернет-комерція не є бездоганною, і може мати свої негативні наслідки, такі як ризик шахрайства, використання незадовільної якості товарів, проблеми з доставкою та поверненням товару. Однак, важливо зазначити, що деякі з цих проблем можуть бути уникнуті, якщо покупці будуть уважні та дотримуватися правил безпеки при покупках в Інтернеті. Більш того, деякі інтернет-магазини надають гарантії на якість товару та повернення коштів, що дозволяє знизити ризики при покупках.

Отже, можна зробити висновок, що інтернет-комерція має багато переваг та можливостей для споживачів та бізнесу, які стають все більш популярними та зручними. Хоча є ризики, пов'язані з інтернет-купівлями, вони можуть бути уникнуті, якщо дотримуватися правил безпеки та уважно оцінювати умови покупок.

#### Література:

1. Купівля через інтернет. ГОЛОВНЕ УПРАВЛІННЯ ДЕРЖПРОДСПОЖИВСЛУЖБИ В ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ. URL: <https://consumerhm.gov.ua/1992-kupivlya-cherez-internet>. OSPF Convergence, August 6, 2009, retrieved June 13, 2018.
2. Тягунова Н. М., Гудзенко М. Ю. Інтернет-торгівля: сутність та особливості. 2013. 300 с.

УДК 004.04

Каплун М. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПЕРЕВАГИ НАПИСАННЯ ВЛАСНОГО ЯДРА НА PHP8 НАД ВИКОРИСТАННЯМ ІСНУЮЧОГО РІШЕННЯ ДЛЯ РОЗРОБКИ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ**

Науковий керівник: старший викладач Шимчук Г.

Kaplun M.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **ADVANTAGES OF WRITING YOUR OWN CORE IN PHP8 OVER USING AN EXISTING SOLUTION FOR DEVELOPING AN ONLINE STORE**

Supervisor: Senior Lecturer Shymchuk G.

Ключові слова: CMS, CSS, SEO, інтернет-магазини.

Key words: CMS, CSS, SEO, internet-shop.

Розробка інтернет-магазину є складним і багатоетапним процесом, який потребує від розробників багато знань і досвіду. При створенні магазину є дві основні стратегії - використання готового рішення або розробка власного ядра. Використання готового рішення може здатися більш простим рішенням, проте розробка власного ядра сайту має кілька переваг, які можуть забезпечити кращу продуктивність та ефективність.

Метою даної тези є розгляд переваг власного ядра сайту над використанням готового рішення для розробки інтернет-магазину на мові програмування PHP, зокрема швидкодії, SEO-оптимізації, можливості масштабування, чистого коду та відсутності невикористаних залежностей, з метою доведення їхньої важливості для покращення продуктивності та ефективності магазину [1].

Швидкість завантаження сторінок є ключовим фактором для веб-додатків, зокрема для інтернет-магазинів. Повільна швидкість завантаження може знизити задоволеність користувачів і призвести до зниження конверсії та продажів. Тому швидкодія є критично важливою для успіху магазину. Також швидкодія завантаження сторінок відіграє важливу роль для SEO-оптимізації. При розробці власного ядра, розробники можуть зосередитися на оптимізації коду для забезпечення максимальної швидкодії, також, що не менш важливо можна позбутися невикористовуваних залежностей сайту. Наприклад, можна уникати зайвих запитів до бази даних, використовуючи кешування даних. Також можна працювати з CDN (Content Delivery Network), щоб забезпечити швидке завантаження статичного контенту (такого як зображення, CSS та JavaScript файли) на сторінках магазину. Щодо статичного контенту можна позбутися таких залежностей як Bootstrap або ж JQuery, від якого залежить дуже багато фреймворків та CMS-систем, що значним чином пришвидшить, оптимізує та осучаснить, інтернет-магазин. Іншим важливим фактором, який впливає на швидкодію, є обробка запитів на сервері. Розробники власного ядра можуть створити оптимізовану архітектуру додатку, що дозволить швидко обробляти запити на сервері та забезпечувати максимальну швидкість завантаження сторінок магазину. Крім того, при розробці власного ядра можна забезпечити оптимальний розмір файлів і

мінімізувати кількість коду, що не використовується. Це знижує обсяг даних, які передаються користувачам, та полегшує завантаження сторінок. Узагалі, можна сказати, що при розробці власного ядра для інтернет-магазину, розробники можуть використовувати оптимальні рішення, що забезпечують максимальну швидкість робот

Масштабування є ключовою перевагою власного ядра інтернет-магазину. Масштабування означає здатність інтернет-магазину зростати та розвиватися з плином часу. Інтернет-магазин повинен змогти пристосуватися до змін у попиті, обсязі продажів, технологіях, стандартах та багатьох інших чинників. Власне ядро інтернет-магазину дає змогу змінювати та розвивати сайт, незалежно від зовнішніх обмежень.

Що не менш важливо, власне ядро дозволяє розробникам легко змінювати серверну інфраструктуру, що дозволяє збільшувати швидкість та ефективність магазину. Наприклад, якщо розробники виявлять, що магазин працює повільно через низький рівень швидкості сервера, вони можуть легко змінити сервер або додати новий сервер для більш ефективної роботи або ж реалізувати дзеркальний сервер що ще більше підвищить здатність до безперебійної роботи. Також до прикладу можна навести можливість додавання на сервер статичної маршрутизації, яка може оброблятися за допомогою регулярних виразів, що значною мірою пришвидшує роботу сайту, через забезпечення швидкої та динамічної генерації посилань.

SEO оптимізація є важливим фактором для успіху будь-якого веб-додатку, зокрема інтернет-магазину. Правильна оптимізація може допомогти привернути більше трафіку на сайт та збільшити конверсію [1]. При розробці власного ядра для інтернет-магазину, розробники можуть зосередитися на використанні оптимальних рішень для забезпечення максимальної SEO оптимізації [2]. Однією з переваг власного ядра є можливість забезпечити оптимальну структуру URL-адрес, яка забезпечить максимальну SEO оптимізацію. Власне ядро дозволяє розробникам забезпечити оптимальну архітектуру сайту, що дозволить розмістити ключові слова в URL-адресі сторінок. До прикладу можна навести статичну генерацію динамічних мовних префіксів до посилань сторінки, що зазвичай не передбачено в двигуні більшості фреймворків та CMS-систем [2]. Це допоможе значною мірою зменшити кількість повторної індексації сторінок, в пошукових системах. Як інший приклад можна навести динамічну генерацію таких важливих складових сторінки як metstags, metadescription та metatitle. Додатково, розробники можуть забезпечити оптимальну мітку заголовку (title tag) для кожної сторінки магазину. Заголовок сторінки є важливим чинником для SEO оптимізації, оскільки він відображається в результатах пошукових систем. Власне ядро дозволяє розробникам забезпечити максимальну оптимізацію заголовків сторінок магазину, що допомагає привернути більше трафіку на сайт.

Висновок полягає в тому, що власне ядро сайту для розробки інтернет-магазину на мові програмування PHP має безліч переваг над використанням готового рішення. Зокрема, власне ядро забезпечує більшу швидкодію, кращу SEO-оптимізацію, можливість масштабування, чистий код та відсутність невикористаних залежностей. Ці переваги забезпечують покращення продуктивності та ефективності магазину, що є важливим для забезпечення його успішної роботи.

#### Література:

1. Що таке SEO-оптимізація?. Pressa. URL: <https://pressassociation.org.ua/ua/shho-take-seo-optimizacziya/>.
2. Маршрутизація сторінок. yiiframework. URL: <https://www.yiiframework.com/doc/guide/2.0/en/runtime-routing..>

УДК 004.56

Коваль М. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **КОНСЕНСУСНІ АЛГОРИТМИ В БЛОКЧЕЙНІ. ОПИС POW ТА POS**

Науковий керівник: старший викладач Шимчук Г.

Koval M.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **CONSENSUS ALGORITHMS IN THE BLOCKCHAIN. POW AND POS DESCRIPTION**

Supervisor: Senior Lecturer Shymchuk G.

Ключові слова: блокчейн, консенсус, алгоритм, PoW, PoS.

Key words: blockchain, consensus, algorithm, PoW, PoS.

Консенсусні алгоритми в блокчейні – це механізми, які дозволяють учасникам децентралізованої мережі досягти загальної згоди щодо поточного стану розподіленого реєстру. Завдяки цим алгоритмам, блокчейн-мережі можуть функціонувати без потреби в довірі між учасниками та без централізованого органу управління. Два основних типи консенсусних алгоритмів включають Proof-of-Work (PoW) та Proof-of-Stake (PoS) [1].

PoW заснований на вирішенні складних математичних задач, які вимагають значної обчислювальної потужності. Учасники мережі (майнери) конкурують за додавання нових блоків до блокчейна, вирішуючи ці задачі. Виграє той майнер, який першим знайде правильне рішення (доказ роботи), і його блок додається до ланцюжка. Завдяки витратам на обчислювальні ресурси та енергію, PoW утруднює атаки на мережу, оскільки зломиснику потрібно витратити більше ресурсів, ніж можна заробити в результаті атаки [2]. Цей процес також утруднює здійснення атаки "51%", оскільки атакуючому потрібно контролювати більше половини обчислювальної потужності мережі, що є дуже витратно. Одним з недоліків PoW є високі витрати на енергію, оскільки майнери конкурують за додавання блоків, використовуючи великі обчислювальні потужності. Це підвищує вартість участі в мережі та може призводити до концентрації майнінгу в країнах з низькими енергетичними тарифами, що може підривати децентралізацію мережі. У PoW-моделі, майнери отримують винагороду в криптовалюти за додавання блоків, що стимулює їх підтримувати безпеку та коректність транзакцій [1].

В PoS алгоритмі, учасники валідують блоки на основі їх "ставки" у криптовалюти мережі. Чим більше криптовалюти має учасник, тим більше ймовірність, що йому буде дозволено валідувати блоки та отримувати відповідні винагороди. Відповідно, учасники мережі мають стимул підтримувати безпеку мережі та коректність транзакцій, оскільки це підвищує вартість їхнього портфеля криптовалюти. PoS також забезпечує захист мережі від атак, оскільки зломисники повинні володіти значною кількістю криптовалюти, щоб здійснювати атаки [2]. Це зменшує можливість успішної атаки "51%", оскільки атакуючий ризикує значними власними активами. Оскільки PoS не вимагає значних обчислювальних ресурсів для вирішення математичних задач, цей алгоритм є екологічним та енергоефективним альтернативним рішенням порівняно з PoW. У PoS-моделі, учасники-валідатори отримують винагороду у вигляді транзакційних комісій та, в деяких випадках, додаткових криптовалютних винагород. Це стимулює валідаторів підтримувати безпеку та стабільність мережі,

оскільки їхній прибуток залежить від вартості криптовалюти та кількості успішно валідованих транзакцій [3]. В PoS-моделі, відсутність вимоги до обчислювальної потужності сприяє децентралізації мережі, оскільки більше учасників може стати валідаторами, не вкладаючи значних коштів у спеціалізоване обладнання.

Важливо зазначити, що крім PoW та PoS, існує також ряд інших консенсусних алгоритмів, які варто розглянути в залежності від потреб проекту. Наприклад, Leased Proof-of-Stake (LPoS) алгоритм дозволяє учасникам з меншими ставками "орендувати" свої активи більш великим учасникам для підвищення їх шансів на валідацію блоків та отримання винагороди. Це сприяє активності спільноти та децентралізації [2]. Також варто звернути увагу на консенсусні алгоритми з роду Federated Byzantine Agreement (FBA), які використовуються в Stellar та Ripple. FBA використовує кворуми для досягнення консенсусу між надійними вузлами мережі, що дозволяє досягти високої масштабованості та швидкості обробки транзакцій [3].

Зважаючи на широкий спектр можливих консенсусних алгоритмів та їх характеристик, розробники блокчейн-проектів повинні ретельно вивчити кожен з них, змоделювати можливі впливи на їх додатки та уважно розглянути фактори, такі як безпека, масштабованість, енергоефективність, децентралізація та стійкість до атак [1]. Окрім того, при виборі консенсусного алгоритму, варто також враховувати специфіку регуляторного середовища, в якому буде діяти проект, а також ставлення спільноти та інвесторів до різних видів алгоритмів.

Останнім часом багато проектів розглядають можливість переходу від PoW до PoS або інших енергоефективних консенсусних алгоритмів через зростаючу увагу до питань екології та сталого розвитку [2]. Найвідомішим прикладом такого переходу є Ethereum 2.0, що включає PoS консенсусний алгоритм замість PoW. Цей перехід спрямований на підвищення масштабованості, енергоефективності та безпеки мережі.

Важливо враховувати, що кожний консенсусний алгоритм має свої відмінності та особливості, що можуть впливати на децентралізацію, безпеку та стабільність блокчейн-мережі [1]. Тому при розробці нових проектів або оцінці існуючих блокчейнів важливо ретельно вивчити можливості та обмеження різних консенсусних алгоритмів, щоб визначити найбільш підходящий варіант для конкретного застосування.

Підсумовуючи, консенсусні алгоритми, такі як PoW та PoS, відіграють важливу роль в блокчейн-технології, дозволяючи учасникам децентралізованої мережі досягти згоди про стан розподіленого реєстру. Вони відрізняються за принципами роботи, безпекою та енергетичною ефективністю. PoW забезпечує високу безпеку за рахунок значних витрат на енергію, тоді як PoS пропонує енергоефективну альтернативу, що може стимулювати більшу децентралізацію мережі. Обидва алгоритми мають свої переваги та недоліки, тому вибір між ними залежить від потреб та пріоритетів конкретного блокчейн-проекту.

#### Література:

1. Buterin V. A next-generation smart contract and decentralized application platform. Ethereum. / V. Buterin / Mathematics, 2013, 36 p.
2. Kiayias A., Miller A., Zindros D. Non-interactive proofs of proof-of-work. / A. Kiayias, A. Miller, D. Zindros / IACR Cryptology ePrint Archive, 2017, 963 p.
3. Kiayias, A., Russell, A., David, B., & Oliynykov, R. (2018). Ouroboros Genesis: Composable proof-of-stake blockchains with dynamic availability. Cryptology ePrint Archive, Report 2018/378.

УДК 004.6

Ковальчук І. – ст.гр.СТМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВАЖЛИВІСТЬ БІЗНЕС-МОДЕЛЮВАННЯ ПІД ЧАС РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

Kovalchuk I.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

### **THE IMPORTANCE OF BUSINESS MODELING DURING THE DEVELOPMENT OF INFORMATION SYSTEMS**

Розробка корпоративної інформаційної системи є дуже складним процесом, який передбачає вирішення не тільки технологічних проблем, пов'язаних з архітектурою ІС та її компонентами, але й організаційних і соціальних проблем, пов'язаних із областю застосування додатку [1].

Такі автори, як Ейвісон і Фіцджеральд [2], Флінн [3] і Крухтен [4], наголошують на важливості бізнес-моделювання корпоративних ІС. Процедура моделювання може допомогти розробникам отримати більш повне розуміння області застосування, її інформаційних проблем і функціональних вимог, які має задовольняти система.

Бізнес-моделювання є центральною діяльністю для багатьох областей, включаючи реінжиніринг бізнес-процесів, організаційний розвиток, моделювання та інтеграцію підприємства, управління бізнес-процесами, інтеграцію корпоративних додатків, електронну комерцію, розробку програмного забезпечення та планування та розвиток інформаційних систем; проте небагато методів чітко звертаються до критично важливого організаційного виміру моделей процесів [3].

Метод бізнес-моделювання ВММ (Business Modeling Method) використовує системний підхід для представлення області застосування ІС. Окрім моделювання основних організаційних складових, він також явно моделює зв'язки між цими частинами.

Грунтуючись на застосуванні методу ВММ до реальних проблем, Фуенмайор і Чекланд [1] виявили, що метод допомагає отримати:

1. краще розуміння сфери застосування ІС. Шляхом моделювання концепцій, присутніх у бізнес-системі, розробники можуть отримати більш вичерпні знання про бізнес і природу проблем, які потрібно вирішити;
2. краще виявлення та аналіз вимог. Модель бізнес-процесів, зокрема, можна використовувати для визначення та опису функціональних вимог на основі бізнес-процесів, зафіксованих у цій моделі;
3. початкове визначення бізнес-об'єктів, правил, подій і автоматизованих процесів. ВММ допомагає розробникам ідентифікувати та моделювати аспекти системи.

#### **Література.**

1. Фуенмайор Р. Інтерпретація організацій інформаційних систем: системно-інтерпретаційна теорія організації. / Р. Фуенмайор., 2018.
2. Ейвісон Д. Е. Методики розробки корпоративних інформаційних систем / Д. Е. Ейвісон, Г. Фіцджеральд., 2016.
3. Флінн, Д.Дж. Вимоги до інформаційних систем: визначення та аналіз, 2019.
4. Крухтен, П. Раціональний уніфікований процес: Вступ. 2-е видання / Еддісон Веслі, Редінг, 2017.

УДК 004.6

Ковальчук І. – ст.гр.СТМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПРИНЦИПИ ПРОЕКТУВАННЯ ЗАХИЩЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

Kovalchuk I.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **PRINCIPLES OF DESIGNING PROTECTED INFORMATION SYSTEMS**

Здебільшого розробники та аналітики добре усвідомлюють і широко стурбовані безпекою інформаційних систем. Джордж Ву [1] та Макбет [2] вважають, що бувають випадки, що вони не виявляють своєї занепокоєності шляхом включення спеціальних заходів контролю в системи, які вони створюють, покращують і обслуговують.

Відповідно до досліджень Чарльза Вуда [3] - це відбувається, коли не вистачає: фінансування, освічених розробників та досвідчених спеціалістів з інформаційної безпеки чи інших сторін, які розуміють, як інтегрувати елементи керування в систему, поки вона все ще розробляється.

Причина цього полягає в тому, що їм не вистачає знань про принципи проектування безпечних інформаційних систем, які можна використовувати при виборі або розробці заходів контролю. Вони будуть сприяти процедурі побудови засобів контролю безпеки – згідно публікації Алана Бріла. [4]. Відповідно до ідей, котрі просуває Чарльз Вуд [6] та Філіп Кропаткін [5], можна описати наступні ключові принципи проектування захищених інформаційних систем.

Простота - чим менш складним є засіб керування, тим менше зусиль буде витрачено на його проектування, впровадження, функціонування тощо. Це, у свою чергу, підвищить ймовірність того, що він буде економічно ефективним. Користувачі та менеджери хочуть виконувати свою роботу, а не витрачати час на заходи контролю. Відповідно, тим ефективнішим є контроль, чим менше залежить від людей у реальному часі. У багатьох випадках простіші засоби керування є сильнішими за складні, тому що їх можна ретельно зрозуміти й перевірити.

Принцип найменшого привілею - передбачає те, що військові називають « що потрібно знати». Це вказує на те, що доступ до інформації, здатність виконувати певні програми та інші системні привілеї повинні бути обмежені тими, хто може продемонструвати або аргументувати потреби, пов'язані з бізнесом або місією. Найменший привілей є дуже потужним принципом безпеки, але надмірне використання має значні побічні ефекти. Наприклад, якщо співробітники не знають, що роблять інші або як вони це роблять, у них буде мало можливостей внести пропозиції щодо покращення діяльності організації. [5]. Незалежність контролю проявляється в тому, що особа, якій доручено розробляти, впроваджувати та керувати контролем, не повинна бути тією самою особою, яка контролюється таким чином. В цьому випадку існував би конфлікт інтересів, оскільки особа, яка впроваджувала систему контролю, водночас контролюється цією системою [5].

Підзвітність є одним із найбільш фундаментальних принципів внутрішнього контролю для безпеки інформаційних систем. Виконання заходів контролю має бути покладено на конкретних осіб, тобто принаймні одна особа має чітко нести відповідальність за належне функціонування контролю. Наприклад, призначення відповідальності за використання певного ідентифікатора користувача кожній особі, якій видано ідентифікатор користувача, є важливою частиною забезпечення того,



щоб користувач не повідомляв свій пароль, не вибирав пароль, який легко вгадати, або інакше поводитись таким чином, що ставить під загрозу безпеку, яку забезпечують пакети керування доступом на основі пароля.[5]

Принцип найменш загального механізму, який спрямований на мінімізацію залежності від інших компонентів центральної системи, які можуть стати недоступними. Принцип вказує на те, що системи повинні мінімізувати кількість механізмів, які спільно використовують різні користувачі, для їхньої взаємної безпеки.[5]. Принцип участі людини вимагає посередництва людини в кожному критичному чи дуже важливому рішенні. Хоча в області штучного інтелекту, експертних систем, нейронних мереж та інших «розумних машин» було зроблено вражаючі кроки вперед, не слід повністю покладатися на всемогутність і комплексне бачення програмування, що стоїть за цими системами. Неминуче виникнуть обставини, коли відповідь, надана машиною, буде неправильною, непридатною або ненадійною. Комп'ютерні системи не можуть оцінити всі можливі обставини і не можуть розраховувати на здоровий глузд. Відповідно, завжди має бути людина, яка виконує функцію подвійної перевірки системи. [5]. Принцип ревізійності - вимагає, щоб засоби контролю створювали достатні докази того, що вони працювали правильно. Ці докази можуть мати форму журналів, контрольних журналів, звітів або інших форм явного чи прихованого зворотного зв'язку. Одним із найяскравіших прикладів є системи контролю доступу на основі паролів, які можуть генерувати об'ємні журнали, що показують, коли користувачі ввійшли в систему, коли вони вийшли, програми, які вони запускали, і запити на доступ, які вони надіслали (схвалені чи відхилені). Без доказів того, що контроль працює належним чином, керівництво не може бути впевненим що контроль насправді виконує роботу, для якої він призначений. Без таких доказів керівництво не в змозі внести корективи, щоб контроль краще виконував свою роботу. [5]

Дуже рідко всі описані вище принципи керування застосовні до будь-якої системи, що розробляється, вдосконалюється або підтримується. Проте, вивчивши та зрозумівши, як ці принципи можуть бути застосовані до запропонованої конструкції системи, розробник, ймовірно, згенерує багато ідей для покращення інформаційної безпеки. Зберігаючи відкритий розум і не відкидаючи відразу принципи контролю, розробник зможе створити ще більшу кількість пропозицій щодо покращення безпеки – вважає Філіп Кропаткін і Річард П. [5]

Деякі з вищезгаданих принципів можуть вказувати на суперечливі конструкції систем. Це не повинно викликати занепокоєння або втрати довіри до принципів; натомість це доказ реальної потреби приймати рішення щодо компромісів. Надійні системи складаються з добре спроектованої тканини багатьох елементів керування, які, загалом, працюють разом синергетично. Справжнє завдання для розробника інформаційної систем полягає в тому, щоб зрозуміти синергетичні, антагоністичні та симбіотичні відносини між елементами керування та включити це розуміння в систему.[4][5]

#### Література.

1. Джордж Ву. Інформаційні та комунікаційні технології для цілей сталого розвитку: сучасний стан, потреби та перспективи / Джордж Ву. - IEEECommun. Опитування Tuts., вип. 20, № 3, стор. 2389–2406, 3 квартал, 2019.
2. С. Макбет, Самоорганізує управління даними та знаннями, створеними користувачами / С. Макбет. - IEEECommun, вип. 30, № 3, стор. 237–264, травень 2018 р.
3. Чарльз Крессон Вуд. Процедура захисту корпоративних інформаційних систем / Чарльз Вуд – Лондон: Комп'ютери і безпека, 2015.
4. Алан Е. Бріл. Вбудовування засобів керування в структуровані інформаційні системи / Алан Е. Бріл. – Нью-Йорк: Yourdon Press, 2016.
5. Філіп Кропаткін. Принципи управління для захисту активів / Філіп Кропаткін, Річард П. Куссеров. – Нью-Йорк: Yourdon Press, 2015.
6. Чарльз Крессон Вуд. Комп'ютерна безпека: комплексний контрольний перелік елементів керування / Чарльз Крессон Вуд - Нью-Йорк: John Wiley & Sons, 2017.

УДК 004.5

Козачук К. – ст. гр. СІ-12, Вітушинський А. – ст. гр. СН-11, Ковальський А. – ст. гр. СІ-12

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРОБКИ 3D-МОДЕЛЕЙ ЛАБОРАТОРНИХ ПРИБОРІВ ДЛЯ ВІРТУАЛЬНОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА**

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Скоренький Ю.Л.

Kozachuk K., Vitushynskyi A., Kovalskyi A.  
*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **TECHNOLOGIES FOR DEVELOPMENT OF 3D-MODELS OF EQUIPMENT FOR VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENT**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Prof. Yu. Skorenkyu

Ключові слова: віртуальне навчання, 3D-моделювання, blender.

Key words: virtual learning, 3D modeling, blender.

Застосування засобів віртуальної реальності для створення інтерактивних навчальних середовищ є актуальним та перспективним напрямком в сучасній освіті. Використання засобів розробки, таких як Blender [1], забезпечує можливість створювати віртуальні середовища, що можуть забезпечити відтворення різноманітних життєвих ситуацій та вирішення проблем з різних галузей знань.

Програма Blender є відмінним інструментом для розробки інтерактивних навчальних середовищ, оскільки вона забезпечує широкі можливості для редагування, моделювання та анімації об'єктів у віртуальному просторі. Крім того, Blender є безкоштовним програмним забезпеченням з відкритим вихідним кодом, що робить його доступним для використання для будь-якої освітньої установи. Віртуальні навчальні середовища на базі Blender можуть забезпечити відтворення реальних ситуацій та допомогти студентам отримати практичний досвід, що є особливо корисним для вивчення складних процесів та взаємодії зі складними системами. Інтерактивність середовища може дозволити студентам самостійно проводити експерименти та перевіряти гіпотези, що сприяє активному залученню до навчального процесу. Більше того, віртуальні середовища можуть бути створені для симуляції реальних умов та ситуацій, що дозволяє їм отримати досвід, аналогічний до практичного, та розвивати свої навички. Такий підхід дозволить більш ефективно набувати компетентностей та підтримувати мотивацію до навчання.

Створення 3D-моделі - це складний і творчий процес, що вимагає від автора деяких навичок та знань, щоб використовувати потужні інструменти середовища Blender для створення професійних 3D-моделей. Першим етапом розробки є планування моделі. У цьому етапі слід визначитися з вимогами проекту та вирішити, який вигляд має мати кінцева модель. Важливо також визначити формат, в якому буде представлена готова 3D-модель. Другий етап полягає в моделюванні геометрії. Цей етап включає створення форм та структур, які складають основу моделі. Використовуючи різні інструменти моделювання, створюють меш-об'єкти, які можуть бути в подальшому деталізовані. У цьому етапі можна додавати та видаляти вершини, ребра та поверхні. Третій етап - розгортка текстур, тобто процес нанесення 2D-зображення на 3D-модель. У цьому етапі потрібно знайти задовільні текстури, нанести

їх на модель, та налаштувати їх параметри для досягнення бажаного ефекту. Четвертий етап – додавання анімації. Це процес створення руху 3D-моделі або її окремих компонентів в часі. Blender надає користувачам інструменти для дизайну різноманітних анімацій завдяки створенню ключових кадрів.

3D-моделювання стало невід'ємною складовою для створення якісних ігрових проектів, анімацій та інших візуальних ефектів, але при його використанні можуть виникати певні труднощі. Однією з основних проблем є незручність використання інтерфейсу Blender для новачків. Інтерфейс середовища є дуже складним і заплутаним, навіть зважаючи на те, що Blender вважається простим програмним середовищем порівнюючи з іншими. Це може створювати проблеми при роботі з програмою, особливо для новачків у 3D-моделюванні. Без належного навчання та знань, розробники можуть витратити багато часу на вивчення інтерфейсу замість того, щоб працювати з самим проектом. Друга проблема пов'язана з обмеженістю можливостей рендерингу в Blender. Незважаючи на те, що програма має дуже високий рівень деталізації і дозволяє створювати вражаючі 3D-моделі, рендеринг може займати дуже багато часу, що зменшує продуктивність та ефективність розробки. Ще одна проблема пов'язана з обробкою великої кількості полігонів. Багато геометричних об'єктів у проекті можуть знизити продуктивність Blender та затримати процес розробки. Щоб зменшити кількість полігонів, можна використовувати методи оптимізації моделей, але це може забрати додатковий час та зусилля. Не менш важливою проблемою є відсутність властивостей, які допомагають розробникам зберігати відповідність проекту під час його розробки. У Blender немає вбудованих інструментів для зберігання даних про розміщення об'єктів та їх відновлення, що є досить серйозною проблемою для розробників. Багато проектів включають велику кількість об'єктів та елементів, і зберігати їх у певному порядку може бути складним завданням. Зазвичай розробники використовують спеціальні інструменти, такі як системи контролю версій або бібліотеки активів, для збереження порядку у своїх проектах. Проте, Blender не має вбудованих інструментів для зберігання даних про розміщення об'єктів та їх відновлення, що ускладнює процес розробки та знижує продуктивність розробників.

Blender є досить новим програмним забезпеченням, і тому підтримка користувачів може бути менш ефективною порівняно з більш відомими програмними продуктами і це може бути проблемою для новачків у 3D розробці, які можуть потребувати більше часу та зусиль для знаходження рішень для своїх проблем. Остання проблема на яку варто звернути увагу пов'язана з імпортом 3D у різні ігрові движки та середовища.

Отже, використання віртуальної реальності на базі програми Blender є перспективним напрямком розвитку сучасної освіти, що забезпечує більш ефективний та доступний спосіб отримання знань та навичок. Попри перелічені проблеми, Blender залишається зручним безкоштовним програмним забезпеченням з відкритим кодом для 3D-моделювання, який в майбутньому продовжуватиме збільшувати свої масштаби та кількість користувачів.

#### Література.

1. Blender - a 3D modelling and rendering package. Stichting Blender Foundation, Amsterdam. [Електронний ресурс] - Режим доступу <https://www.blender.org/>

УДК 004.5, 004.9

Крамар Т.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ФОТОГРАМЕТРІЯ ПАМ'ЯТНИКІВ ІВАНУ ПУЛЮЮ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Дуда О.М.

Крамар Т.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **THE IVAN PULUI MONUMENTS PHOTOGRAMMETRY**

Supervisor: Ph.D., Dr. Duda O.M.

Ключові слова: доповнена реальність, 3D-моделі, фотограметрія.

Key words: augmented reality, 3D models, photogrammetry.

Стрімкий розвиток сучасних методів комп'ютерного сканування, 3D-моделювання, технологій віртуальної і доповненої реальності розширює можливості для формування реалістичних віртуальних копій різноманітних об'єктів [1]. В цьому контексті особливої уваги заслуговують об'єкти наукового та культурного надбання, реконструкція яких у цифрових 3D-форматах перспективна для та популяризації науки та просвітницької діяльності, формування наукового світогляду обширних суспільних груп та категорій, всебічного впровадження інноваційних цифрових технологій, збереження історичних традицій навчальних закладів тощо [2]. Тому процеси оцифрування науково-культурної спадщини є актуальним напрямком сучасних досліджень. При цьому потрібно забезпечити стале повторне використання створеного цифрового контенту.

У даній роботі розглянемо процес переведення у цифровий формат експозиції музею Івана Пулюя у Тернопільському національному технічному університеті. Створено скановані текстуровані 3D моделі пам'ятників видатному українському вченому та громадсько-політичному діячу Івану Пулюю, які розташовані на Тернопільщині. Створенню віртуального простору цифрового музею науково-культурної спадщини Івана Пулюя виконувалася в декілька етапів. Спочатку була зреалізована стадія збору та попередньої обробки інформаційного контенту, що характеризувалася інтенсивною роботою на відкритому ландшафті та всередині приміщень, спрямованою на отримання необхідних фотографічних даних. У Тернопільському національному технічному університеті ім. І. Пулюя вже більше десятиліття активно поповнюється новими матеріалами збірка Електронного фонду Івана Пулюя в інституційному репозитарії [3] та музейна кімната Івана Пулюя.

Процес збору даних (див. рисунок 1) ґрунтувався на використанні наземної фотограметрії з близької відстані (TCRP), аерофотозйомки з близької відстані (ACRP) та 3D-моделювання з використанням відповідних програм для отримання високоякісних моделей, придатних для інтеграції у веб-сайт та інтерактивного перегляду в сервісі Sketchfab. Таким чином, як для нижньої частини пам'яток, так і для музейного інтер'єру необхідні дані були отримані за допомогою методики TCRP, використовуючи камеру смартфона з роздільною здатністю 12 + 5 МП, f/2.0. Для об'єкту верхньої частини відповідних церков за допомогою безпілотної літальної апарату (БПЛА) використовувався DJI Ryze Tello з сенсором CMOS 1/2,3 дюйма та 5 Мп. З допомогою Action-камери с модулем 360° Insta360 ONE R Twin Edition було сформовано панорамні знімки музею І. Пулюя та історичних локацій, де розміщені

погруддя вченого. На основі зібраних фотоматеріалів експозиції створено панорамний тур по музею [4]. Сформовані цифрових копії стендів виставки можуть бути переглянуті користувачами у високій роздільній здатності з довільного стаціонарного чи мобільного пристрою.

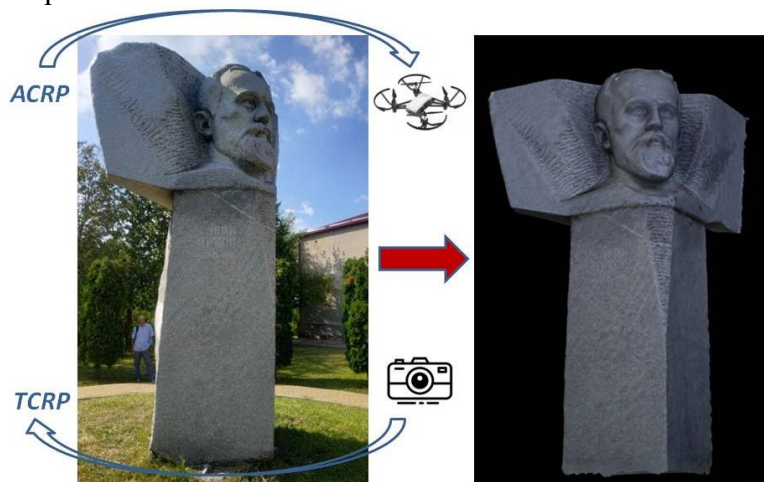


Рисунок 1 – Методика отримання фотографій для створення тривимірних текстурованих моделей пам'ятників

Для маркування експонатів музею елементами доповненої реальності використано інформаційні друковані фотоматеріали. Зокрема поштівки, календарі, сувенірні магніти містять зображення-шаблонів – візуальні маркери для камер мобільних пристроїв. Такий підхід успішно апробовано на 3D-моделях пам'ятників І. Пулюю на Тернопільщині (див. рисунок 2).



Рисунок 2 – Знімки екрану мобільного пристрою при роботі застосунка доповненої реальності "Пам'ятники Іванові Пулюю"

Подані в панорамному музеї реальні стенди та предмети містять маркери, що надають додаткову інформацію за допомогою смартфона чи планшета відвідувача (аналог віртуального екскурсовода) [5].

#### Література

- [1] H. Parsinejad, I. Choi, and M. Yari, Production of Iranian Architectural Assets for Representation in Museums: Theme of Museum-Based Digital Twin, Body, Space & Technology 20 (2021) 61–74. doi: <https://doi.org/10.16995/bst.364>.
- [2] O. Kramar, Yu. Drohobyskiy, Yu. Skorenkyu et al, Augmented Reality-assisted Cyber-Physical Systems of Smart University Campus, IEEE 15th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (2020) 309–313, doi: 10.1109/CSIT49958.2020.9321951.
- [3] Електронний фонд Івана Пулюя URL: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/329>
- [4] Панорамний тур по музею Івана Пулюя URL: [puluj-museum.tntu.edu.ua](http://puluj-museum.tntu.edu.ua)
- [5] O. Kramar, Yu. Skorenkyu, O. Rokitskyi, T. Kramar, Application of virtual and augmented reality technologies for creation of a digital museum of scientific and cultural heritage of Ivan Puluj. CEUR Workshop Proceedings (2021), 3039, 285–293.

УДК 004.5, 004.9

Крамар Т.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ МУЗЕЙНИХ ЕКСПОЗИЦІЙ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Дуда О.М.

Крамар Т.

*Ternopil Ivan Puluji National Technical University*

## **DIGITAL TRANSFORMATION OF MUSEUM EXHIBITIONS**

Supervisor: Ph.D., Dr. Duda O.M.

Ключові слова: інновації, інформаційні технології, музеї, цифровізація.

Key words: innovations, information technologies, museums, digitization.

Цифрова трансформація виставкових просторів для ширшого ознайомлення різних пластів суспільства з історико-культурним та науковим надбанням потребує залучення інноваційних інформаційних технологій. Зокрема, залучення елементів віртуальної та доповненої реальностей. В сучасних музеях доцільно використовувати імерсивні методики для збереження та демонстрації оцифрованих наукових та культурних артефактів. За допомогою комп'ютерних 3D-технологій можна створювати панорамні тури, віртуальні виставкові простори та інтерактивні застосунки з елементами доповненої реальності, сформованими на основі оцифрованого інформаційного контенту.

Імерсивні технології, з можливістю глибокого занурення у віртуальний світ, забезпечують взаємодію людини з цифровим візуальним віртуальним простором та покликані для створення реалістичних ефектів присутності через сприймання та взаємодію з 3D-сутностями. Наприклад, один із перших знакових проєктів ARCO [1], що був спрямований на формування множини цифрових музейних технологій для створення, збереження, оперування та демонстрації оцифрованих культурних об'єктів на віртуальних виставках, доступних як всередині музеїв, так і зовні. Автори [2] відзначають, що створення віртуального музею на основі концепції багатокомпонентної змішаної реальності, яке поєднує елементи віртуальної та доповненої реальності, а також web-3D дозволяє досягнути нового рівня взаємодії відвідувачів з інформаційним наповненням експозиції.

Цифровізація об'єктів науково-культурної спадщини, зокрема, сканування, реконструкція та моделювання, дозволяє сформувати додатковий інформаційний шар розширеної реальності (доповненої чи віртуальної) для збереження, дослідження та активного впровадження найважливіших національних та соціокультурних паттернів в епоху постіндустріального інформаційного суспільства. Впродовж останніх десятиліть цифровізація активно запроваджується для збереження культурної спадщини, водночас дослідники [3] відзначають, що якісне оцифрування культурної спадщини є доволі складним та кропітким завданням і потребує ґрунтовного дослідження.

### **Література**

[1] R. Wojciechowski, K. Walczak, M. White and W. Cellary, Building Virtual and Augmented Reality museum exhibitions, Proceedings of the ninth international conference on 3D Web technology, New York, NY, USA (2004) 135–144. doi: <https://doi.org/10.1145/985040.985060>.

[2] M. White, P. Petridis, F. Liarokapis and D. Pletinckx Multimodal Mixed Reality Interfaces for Visualizing Digital Heritage, International Journal of Architectural Computing 5 (2007). 322-337. doi: [10.1260/147807707781514986](https://doi.org/10.1260/147807707781514986).

[3] S. D'Amico, V. Venuti (Eds.) Handbook of cultural heritage analysis, Part V. Monitoring of Cultural Heritage, 3D Survey, Models, and GIS, Springer Cham, 2022. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-60016-7>.

УДК 004.04

Крисяк М.В. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИКОРИСТАННЯ РАДІОЧАСТОТНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЯ «РОЗУМНОГО МІСТА» У МАЛОМУ ТА СЕРЕДНЬОМУ БІЗНЕСІ**

Науковий керівник: старший викладач Шимчук Г.В.

Krysiuk M.V.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **USE OF RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION OF THE «SMART CITIES» IN SMALL AND MEDIUM-SIZED BUSINESSES**

Supervisor: Senior Lecturer Shymchuk G.V.

Ключові слова: RFID, SMBs

Key words: RFID, SMBs

Використання технології RFID у малому та середньому бізнесі (SMBs) може революціонізувати спосіб роботи цих підприємств та буде цінним інструментом для підвищення ефективності та зниження витрат.

Основною перевагою технології RFID є її здатність відстежувати та контролювати запаси в реальному часі. Підприємства малого та середнього бізнесу (SMBs) часто стикаються з ефективним управлінням своїми запасами, що призводить до втрати продажів і зниження прибутку. За допомогою RFID підприємства можуть відстежувати свої запаси в режимі реального часу, гарантуючи, що вони завжди мають потрібні продукти в наявності, і зменшуючи ризик надмірних запасів.

Ще однією перевагою технології RFID є її здатність підвищувати швидкість і точність транзакцій. Підприємства можуть використовувати мітки RFID для швидкої та точної ідентифікації продуктів, скорочуючи час, необхідний для обробки транзакцій. Це може призвести до підвищення рівня задоволеності клієнтів і спрощення процесу оплати.

RFID також можна використовувати для підвищення безпеки малого та середнього бізнесу (SMBs). Мітки RFID можна використовувати для відстеження переміщення продуктів, полегшуючи ідентифікацію будь-якого несанкціонованого доступу або крадіжки. Крім того, мітки RFID можна використовувати для відстеження пересування співробітників, підвищуючи загальну безпеку бізнесу.

Підсумовуючи, використання технології RFID у малому та середньому бізнесі (SMBs) може автоматизувати та покращити роботу підприємств. Забезпечуючи відстеження запасів у реальному часі, збільшуючи швидкість і точність транзакцій, підвищуючи безпеку та покращуючи загальну ефективність, RFID може допомогти малим і середнім підприємствам залишатися конкурентоспроможними в сучасному бізнес-середовищі, що швидко розвивається.

Література:

1. RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication, 3rd Ed by Klaus Finkenzeller, Dörte Müller (Translated by). ISBN: 978-0-470-69506-7.

УДК 004.9/069

Липак Т. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В РОБОТІ СУЧАСНИХ МУЗЕЇВ**

Науковий керівник: д. соц.ком., проф. Кунанець Н. Е.

Лупак Т.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS IN THE WORK OF MODERN MUSEUMS**

Supervisor: Doctor of social communication, Prof. Kunanets N. E.

Ключові слова: штучний інтелект, машинне навчання, ІТ в музеях.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, IT in museums.

Штучний інтелект, як багатообіцяюча концепція, викликає активні дискусії серед користувачів та проникає в усі сфери повсякденного життя. Не оминуло це і соціокультурну сферу, зокрема і музеї, галереї, бібліотеки. Тут найпопулярнішими є застосування ШІ, пов'язані з машинним навчанням і машинним зором.

Машинне навчання – це метод аналізу даних, який автоматизує побудову аналітичних моделей. Використовуючи алгоритми, які ітеративно навчаються на даних, машинне навчання дозволяє комп'ютерам знаходити приховані інсайти, не будучи явно запрограмованими, де шукати.

Музеї, маючи величезні обсяги даних, за останні десятиліття зробили значні кроки в напрямку структурування даних колекцій і надання доступу до них громадськості, що вимагає значних ресурсів, інструментів, часу та досвіду. Тут штучний інтелект може прийти на допомогу і навіть допомогти музеям зробити нові відкриття про свої колекції. Машинне навчання стало постійною темою цифрової платформи ЄС для культурної спадщини Europeana's Search Strategy. Дослідники з Університету штату Пенсильванія вивчали методи прогнозування відвідуваності, про що йдеться у звіті «Хто прийде? Прогнозування відвідуваності подій у соціальній мережі, заснованій на подіях». Дослідники дійшли висновку, що музейні відділи можуть відкрити для себе нову і глибоку інформацію, яку можна використати для більш ефективного прогнозування потоку відвідувачів, розподілу кадрових ресурсів і загального планування.

Машинний зір - це здатність комп'ютера розуміти те, що він бачить. Машинний зір став достатньо розвиненим, щоб визначати предмети та об'єкти на зображеннях. Цю здатність ідентифікувати об'єкти з успіхом застосовують музеї. Чим більше «тренується» система машинного зору, тим точнішою вона стає. Такі музеї, як Гарвардський художній музей, Художній музей Міннеаполіса, Норвезький національний музей є одними з перших, хто експериментує з цим підходом і публічно ділиться своїми висновками. Завдяки інструментам машинного навчання та комп'ютерного зору, які стали доступнішими, ніж будь-коли раніше, музеї мають можливість впроваджувати інновації та оптимізувати роботу в тих сферах, які раніше були надто дорогими або недоступними для використання.



УДК 004.928

Озіранець В. С. – ст. гр. СНІМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ В BLENDER**

Науковий керівник: старший викладач Шимчук Г.

Oziranets V. S.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **MODELING METHODS ANALYSIS IN BLENDER**

Supervisor: Senior Lecturer Shymchuk G.

Ключові слова: 3D, blender, моделювання, скульптинг, метабол, kit bash.

Key words: 3D, blender, modeling, sculpting, metaball, kit bash.

У 3D графіці для створення сцен з анімаціями чи просто для подальшої візуалізації, використовується програмне забезпечення та алгоритм дій, необхідний для реалізації об'єктів. Для створення об'єктів розроблено декілька методів моделювання, які розглянуто на основі програмного забезпечення Blender. Для початку, поняття моделювання – це процес створення об'єкту в тривимірному просторі та надання йому певної форми. Прикладом моделювання можна назвати як створення куба, так і скульптинг персонажа, чи редагування цього куба, перетворюючи його в паралелепіпед тощо [1].

Розглянемо види моделювання, реалізовані в Blender версії 3.5. До методів 3D моделювання відносяться: моделювання по сітці мешів або ж полігональне, моделювання з використанням кривих, метабол моделювання, kit bash моделювання, скульптинг, geometry nodes та моделювання через модифікатори.

Моделювання по сітці меша вимагає зміщення кожної вершини та додавання нових вершин для надання форми об'єкта, а також використання примітивів з подальшим їх редагуванням. Часто поділяється на два підвиди, а саме полігональне моделювання та box моделювання, різниця між якими швидше у підході розподілення об'єкта. Наприклад, годинник можна зробити як єдиний меш або як сукупність мешів. Цей вид моделювання є класичним і основним, застосовується в комбінації з іншими для ефективного за часом створення моделі [1].

Моделювання з використанням кривих корисне для кабелів, волосся, шлангів та інших витих об'єктів, з можливістю конвертації в класичний меш. Даний метод оснований на кривих Без'є, Нюрб кривих тощо, якими можна задати певну форму, використовуючи точки і дуги, які ці точки утворюють [2].

Тип hard-surface моделювання – це моделювання, сфокусоване на створенні механізмів та пов'язаних з ними об'єктів. Даний тип застосовує метод через сітку та через модифікатори за основу, так як вимагає створення гладких нерухомих поверхонь, та методи kit bash та metaball для додавання деталей або створення концепту, на основі якого будуватиметься остаточний меш. Він не відноситься до методів моделювання, але задає набір інструкцій для створення меша і знадобиться для розуміння методів kit bash та metaball [1].

Моделювання через метабол корисне як для рідких об'єктів, так і навпаки для hard-surface моделювання. Даний вид складається з об'єктів званих metaball, суть яких полягає в можливості взаємовідносин один між одним у вигляді можливості об'єднуватися в один, або розтягувати точки контакту за необхідності. Наприклад, коли

дві метабол сфери наближаються один до одного, то вони починають поступово з'єднуватися, утворюючи спочатку міст, а після того утворюючи одну єдину сферу. Також конвертуються в звичайний меш, як і метод через криві.

Метод kit bash моделювання, пов'язаний з hard-surface моделюванням, полягає в створенні кількох колекцій мешів та основного об'єкту, які потім формують остаточний об'єкт. Для початку створюється основний об'єкт [1], суть якого вказувати на базову форму і розміщення менших деталей. У свою чергу, ці деталі формуються в колекції, які потім "кидаються (bash)" в основну модель, формуючи складний механізм або концепт. Для накладання застосовується як звичайне розташування об'єктів у просторі, так і система часточок або geometry nodes [3], про які мова піде далі.

Спосіб створення комплексних об'єктів з використанням geometry nodes [3] з'явився з версією Blender 2.92 і встиг змінитися в подальших оновленнях. Метод полягає у використанні деревоподібної системи, яка складається з листків та зв'язків між ними, кожен з яких впливає на остаточний об'єкт. Спочатку даний метод базувався на системі часточок, які би взаємодіяли через умовні листки, але розробники розширили функціонал, і тепер це є повноцінний алгоритм, розписаний у листках. Дана конструкція частково замінила систему часточок в Blender в плані розробки масивних об'єктів, хоч і не змогла повністю витіснити у фізичній 3D симуляції.

Ще один класичний метод моделювання – скульптинг, суть якого полягає в використанні умовного "пластиліну" та кистей, які змінюють форму цього "пластиліну" [2]. Даний метод вимагає пост обробки, так як скульпт, що є результатом ліпки, є не оптимізованим мешем. З іншого боку, скульптинг дозволяє робити дуже деталізовані об'єкти і потім перевести деталі з нього на оптимізований меш у вигляді карти нормалей – карти текстур, яка складається з трьох кольорів, кожен з яких задає розташування "уявної" точки просторі, створюючи ілюзію форми.

Останнім, та не менш важливим є метод моделювання через модифікатори, який можна також розділити на два типи – булеве моделювання та параметричне моделювання. Параметричне моделювання розуміє під собою повний контроль над формою об'єкта використовуючи параметри модифікатора. Наприклад, модифікатор subdivision surface дає більше полігонів за рахунок поділу вже існуючих у n-разів. До нього також можна віднести використання панелі властивостей об'єкту, яка з'являється при створенні базового об'єкту, такого як куб чи сфера. У свою чергу, булеве моделювання назване в честь модифікатора Boolean, який дозволяє вирізати/об'єднувати/обрізати спільну форму між двома об'єктами.

Загалом, кожен з методів застосовується в комбінації як мінімум з одним іншим для реалізації задуму 3D художника або для виконання замовлення клієнта тощо. В остаточному вигляді все одно буду меш, створений для виконання ролі у майбутньому проекті, будь-то об'єкт на фоні фільму, головний персонаж у грі чи зображення на робочому столі.

#### Література:

1. J.M. Blain. The Complete Guide to Blender Graphics: Computer Modeling & Animation. / Blain J.M. – Taylor & Francis Group, LLC (4th edition), 2018. – 697 p.
2. J. Chronister. Blender Basics: A Classroom Tutorial Book / Chronister J. – cdschools.org (5th Edition, 2017; 4th Edition, 2011); eBook (Creative Commons Licensed), 2017. – 266 p.
3. J.M. Blain. The Complete Guide to Blender Graphics: Computer Modeling & Animation. / Blain J.M. – CRC Press (7th edition), 2022. – 664 p. ISBN 9781003226420

УДК 004.43

Осійчук І. В. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ НА SCALA**

Науковий керівник: старший викладач Шимчук Г.

Osiichuk I. V.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **FEATURES OF FUNCTIONAL PROGRAMMING ON SCALA**

Supervisor: Senior Lecturer Shymchuk G.

Ключові слова: функційне, програмування, scala, монади, функції, особливості.

Key words: functional, programming, scala, monads, functions, features.

Функційне програмування є одним з підходів до розробки програмного забезпечення, де основний акцент робиться на використанні функцій як основного засобу обчислення. Scala - це мова програмування, яка добре підтримує функційний підхід і надає багато функціональних можливостей для розробки складних програм.

Функції першого класу: Функції в Scala є об'єктами першого класу, що означає, що вони можуть бути передані як аргументи в інші функції, повернуті як значення з інших функцій, а також збережені в змінних.

Незмінність даних: В Scala, багато об'єктів є незмінними, що означає, що після створення їх значення не може бути змінено. Замість цього, нові об'єкти створюються на основі старих, що дозволяє уникнути побічних ефектів і забезпечує більш безпечну і передбачувану роботу з даними. Високорівневі функції: Scala підтримує високорівневі функції, такі як каррінг (currying) і часткове застосування (partial application), що дозволяє зручно створювати нові функції шляхом комбінування існуючих.

Рекурсія: Функціональне програмування сприяє використанню рекурсії як основного засобу ітерації, замість циклів. Scala надає підтримку для хвостової рекурсії, що дозволяє ефективніше вирішувати завдання, що потребують рекурсивного підходу. Функції вищих порядків: Функціональне програмування в Scala дозволяє використовувати функції вищих порядків - це такі функції, які приймають інші функції в якості аргументів або повертають їх як результати. Це дозволяє писати загальні функції, які можуть бути параметризовані різними функціями і використовуватись в різних контекстах.

Непрозорі типи даних: Scala підтримує непрозорі типи даних (opaque types), що дозволяють визначати власні типи з декларованим інтерфейсом, але приховують реалізацію. Це допомагає створювати безпечні абстракції, що підтримують принципи функціонального програмування, такі як незмінність даних і відсутність побічних ефектів.

Потоки (streams): Scala надає вбудовану підтримку для створення та операцій з потоками даних, які можуть бути безкінечними і лінівими, що дозволяє ефективно опрацьовувати великі об'єми даних. Безпечні функції: Функціональний підхід в Scala дозволяє писати функції, які не мають побічних ефектів та не змінюють стану програми. Це сприяє більшій безпеці та передбачуваності програмного коду, допомагає уникати багів, пов'язаних з змінним станом.

Імутабельні дані: Scala підтримує не змінювані дані за замовчуванням, що означає, що дані не можуть бути змінені після їх створення. Це дозволяє уникати

багатьох проблем, пов'язаних з конкурентністю та розділенням даних між різними функціями. Композиція функцій: Функціональний підхід дозволяє композицію функцій, що спрощує створення складних операцій з використанням простих функцій, які можуть бути повторно використані.

Обробка помилок: Scala надає механізми для обробки помилок, такі як `Option`, `Either`, та `Try`, які дозволяють більш безпечний та експресивний спосіб обробки помилок у функціональному стилі. Паралельне програмування: Scala надає вбудовану підтримку для паралельного програмування, таку як актори з бібліотекою `Akka`, що дозволяє створювати ефективні багатопотокові програми з використанням функціонального підходу.

Модульність: Функціональне програмування в Scala сприяє високій модульності коду, оскільки функції можуть бути розбиті на менші функції, що реалізують окремі функціональності. Це спрощує тестування, підтримку та розширення коду. Підтримка високого рівня абстракції: Scala надає можливості для використання високого рівня абстракції, таких як монади, з використанням функціонального підходу. Це дозволяє писати більш елегантний та зрозумілий код. Інтероперабельність: Scala є мовою, яка працює на віртуальній машині `Java (JVM)`, що дозволяє використовувати багато бібліотек та інфраструктури, що вже існують у екосистемі `Java`. Це дозволяє `Scala`-розробникам використовувати багато різних інструментів, бібліотек та фреймворків, які розроблені для `Java`.

Розширюваність: Функціональний підхід в `Scala` дозволяє розширювати мову та створювати нові абстракції з використанням механізмів, таких як макроси. Це дозволяє розробникам розширювати мову та додавати свої власні конструкції мови, що допомагає вирішувати складні завдання.

Це лише загальний огляд функціонального програмування в `Scala`. Ця мова програмування надає багато функціональних концепцій та можливостей, що дозволяють писати експресивний, стійкий до помилок та ефективний код. Використання функціонального програмування в `Scala` може бути корисним для розробки розширених та складних додатків, а також для підвищення продуктивності розробника та покращення якості програмного коду. Для вивчення деталей функціонального програмування в `Scala` рекомендується ознайомитися зі специфічними функціональними конструкціями мови, такими як високорівневі функції, незмінність даних, зіставлення візерунків (`pattern matching`), монади, а також з іншими функціональними бібліотеками, такими як `Cats`, `Scalaz`, `ZIO`, тощо.

Функціональне програмування в `Scala` відкриває широкі можливості для розробки складних, масштабованих та високопродуктивних додатків, але потребує. Використання функціональних концепцій може сприяти покращенню структури коду, робити його більш читабельним, модульним та тестованим.

#### Література:

1. Paul Chiusano. *Functional Programming in Scala* / Paul Chiusano – Manning (1th edition), 2014. – 320 p.
2. Martin Odersky. *Programming in Scala* / Martin O. – Artima (4th edition), 2019. – 845 p.
3. Haoyi Li. *Hands-on Scala Programming*. / Haoyi Li – Haoyi Li (1th edition), 2020. – 414 p.

УДК 004.5, 004.9

Параїл О. - ст. гр. СБ-21, Кожан О. - ст. гр. СБ-21, Лесюк О. ст. гр. СІ-12  
*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ VR-ПРОСТОРУ ФІЗИЧНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ**

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Крамар О.І.

Parail O., Kozhan O., Lesiuk O.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **FEATURES OF CREATING THE VR-SPACE OF A PHYSICAL LABORATORY FOR DISTANCE LEARNING**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Prof. Kramar O.I.

Ключові слова: імерсивні технології, віртуальна реальність, дистанційне навчання.

Key words: immersive technology, virtual reality, distance learning.

Сучасна етап розвитку освітніх технологій відображає трансформацію інформаційного оточення здобувачів знань у бік технологій розширеної реальності. Вже можна з упевненістю стверджувати, що віртуальна реальність здатна допомогти студентам краще осягнути процеси та явища реального світу, дозволяє навчатися більш ефективно та ефектно (з фокусуванням на яскравих візуальних образах), формує неповторний досвід особистого занурення в проблему, що є результативнішим методом засвоєння знань. Дослідники відзначають [1], що віртуальна реальність у лабораторному середовищі є одним з найкращих нестандартних навчальних підходів, який може зацікавити студентів під час занять. Віртуальна лабораторія надає користувачам досвід 3D-середовища, яке відображає фактичну або уявну інформацію, та дозволяє учасникам навчального процесу взаємодіяти з нею в режимі реального часу. Це, зокрема, дозволяє студентам випробувати різні методики та обладнання у віртуальному світі (часто, навіть такі, які недоступні у реальності).

При розробці віртуального середовища, яке покликане забезпечити взаємодію учасників навчального процесу з оточенням та між собою, доцільно [2] зробити інтерфейси інтуїтивно зрозумілими (використовуючи найпростішу піктограмну концептуальну конструкцію для отримання бажаного результату) та допомогти користувачеві у прийнятті чітких рішень (вони базуватимуться на практичних рор-ур підказках, інформаційних пропозиціях та обмеженнях зонованого робочого простору). VR-розробникам навчальних симуляторів рекомендовано зосереджуватися на необхідності отримання користувачем потрібного досвіду, а не імплементації фотореалізму та ресурсозатратних графічних ефектів. Важливо відповідально поставитися до вибору відтінків асетів, оскільки випадкові колірні рішення можуть мати несподівані та негативні перцептивні наслідки. Щоб привернути увагу до окремих об'єктів віртуального лабораторного оточення доцільно використовувати зміни яскравості, підсвічування окремих контурних ліній, просторовий звук, музичні вставки тощо. Створити відчуття реальності можна на основі використання звукових ефектів навколишнього середовища та правильних розмірів об'єктів.

Метою даної роботи є створення VR-простору фізичної лабораторії, що містить основні робочі установки та приладдя лабораторії механіки та молекулярної фізики

ТНТУ ім. І. Пулюя. Розроблене віртуальне навчальне середовище дозволяє користувачу взаємодіяти з лабораторним обладнанням для симуляції навчального експерименту з фізики у згоді із загальноприйнятими рекомендаціями [3]. Рендеринг моделей здійснено з допомогою Autodesk 3ds MAX та Blender, підібрані належні реалістичні матеріали та текстури, додаткові моделі (у тому числі контенту з бібліотек асетів Unreal Marketplace, Quixel Megascan, Unity Asset Store). При імпортуванні 3D-моделей необхідно було встановити спільний стандарт для всієї команди паралельної розробки проєктів та здійснювати у відповідності до нього виправлення дефектів моделей. На основі належно адаптованого контенту, імпортованого в середовища Unreal Engine 5 та Unity, створено прототипи віртуальних навчальних просторів (див. рис. 1).

У UE5-версії проєкту здійснена реалізація універсальної системи огляду лабораторних установок, контурне підсвічування. Також реалізована можливість взаємодії з пристроями через контекстне меню по типу книги інструкцій, створена система підказок з використанням інтуїтивно зрозумілих піктограм. Триває робота стосовно інтеграції в проєкт NPC (неігрових персонажів лаборантів-інструкторів) з використанням MetaHuman. У Unity-версії середовища прописані базові скрипти руху та взаємодії з камерою, функцію зуму для пристроїв, модифіковано скрипт для взаємодії з об'єктами, створено скрипт слайдінгу інформаційних матеріалів. Для зручності використання портована з Unity Android-версія лабораторного симулятора містить тактильний джойстик. З використанням експорту через WebGL формат пропонується інтеграція віртуальної лабораторії у навчальне середовище ATutor.

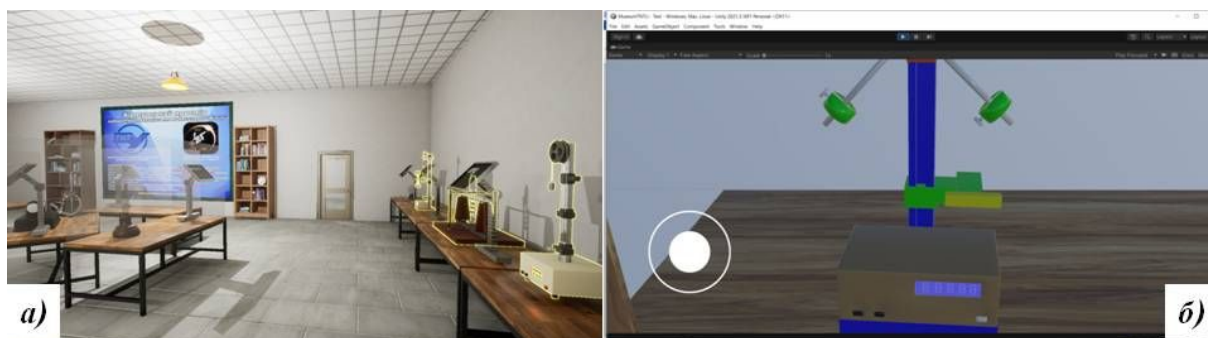


Рисунок 1 – VR-простір фізичної лабораторії: *а)* загальний вигляд робочої зони; *б)* взаємодія з обладнанням.

У підсумку вкажемо, що реалізація лабораторного VR-простору на основі типових середовищ для створення віртуального оточення (Unreal Engine 5 чи Unity) є нестандартним дієвим доповненням та оптимізацією традиційного офлайн-викладання.

### **Література**

- [1] Rahman F., Mim M., Baishakhi F. et al. A Systematic Review on Interactive Virtual Reality Laboratory // Proceedings of the 2nd International Conference on Computing Advancements (ICCA'22).- 2022.- pp. 491–500. doi: 10.1145/3542954.3543025
- [2] Deac G., Deac C. et al. Virtual Reality Laboratory for Distance Learning // International Journal of Modeling and Optimization.- 2022.- vol. 12.- pp. 49-53. doi: 10.7763/IJMO.2022.V12.799
- [3] Wang H. Application of Virtual Reality Technology in Physics Experiment Teaching // Proceedings of the MECAE 2018.- Atlantis Press, 2018.- pp. 266-271. doi: 10.2991/mecae-18.2018.55

УДК 004.318

Романчук Р. О. – ст. гр. СІм-52

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСОБЛИВОСТІ ТА ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ STM32**

Науковий керівник: старший викладач Шимчук Г. В.

Romanchuk R. O.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **FEATURES AND GENERAL CHARACTERISTICS OF STM32 MICROCONTROLLERS**

Supervisor: Senior Lecturer Shymchuk G.

Ключові слова: STM32, ARM, RISC, AES, TrustZone, мікроконтролер.

Key words: STM32, ARM, RISC, AES, TrustZone, microcontroller.

Серія мікроконтролерів STM32 — це сімейство широко використовуваних мікроконтролерів, розроблених STMicroelectronics. Завдяки архітектурі ARM Cortex-M ці мікроконтролери пропонують високу продуктивність, енергоефективність і надійність[1].

Дана архітектура є частиною сімейства RISC-процесорів компанії ARM Holdings, розроблених спеціально для мікроконтролерів. Ці процесори мають 32-розрядну архітектуру, яка дозволяє їм обробляти дані та інструкції у 32-розрядних словах. Вони мають вбудований стек із покажчиком стека. Крім того, вони мають апаратну підтримку обробки векторів переривань, що забезпечує швидку та ефективну обробку даних. Ця архітектура є однією з найпопулярніших для вбудованих систем і мікроконтролерів, які використовуються в різних сферах, таких як автомобільна, медична. Однією з головних переваг ARM Cortex-M є його простота та ефективність. Ці аспекти дозволяють процесору виконувати велику кількість дій швидко та ефективно та з високою продуктивністю і низьким енергоспоживанням.

Мікроконтролери STM32 розроблені компанією STMicroelectronics. Вона була утворена в 1987 році в шляхом злиття таких компаній Thomson Semiconducteurs та SGS Microelettronica. У 2007 році, STMicroelectronics випустила мікроконтролер STM32 на основі архітектури ARM Cortex-M. Масовий доступні вони дістали у 2008 році. Сьогодні STM32 є одним із найпопулярніших з сімейства мікроконтролерів на ринку[3].

Загалом, дані мікроконтролери є дуже потужними та гнучкими інструментами для розробки електронних пристроїв і систем. Вони можуть використовуватися для широкого спектру завдань, від простих до складних, і пропонують високу продуктивність. Наприклад, в пристроях розумного будинку, системах безпеки та моніторингу ресурсів, робототехніці, транспортних засобах, медичному обладнанні, аудіо- та відео-обладнанні.

Що стосується загальних характеристик всіх мікроконтролерів, то вони мають різну тактову частоту процесора в межах від десятків до сотень МГц, обсяг оперативної пам'яті, внутрішньої пам'яті, інтерфейси.

До прикладу, мікроконтролер STM32F401 відновиться до серії STM32 F4. У даному мікроконтролерів встановлений центральний процесор під назвою ARM 32-bit Cortex-M4, що має тактову частоту процесора 84МГц, оперативної пам'яті 64 КБайт та

внутрішньої пам'яті 256 Кбайт. Що до інтерфейсів, то присутні такі як інтерфейс роботи з картами пам'яті SDIO, роботи з звуковими даними I2S, обміну даними між інтегральними схемами I2C, організації зв'язку з іншими цифровими пристроями USART, недорогого та високошвидкісного з'єднання з периферійними пристроями SPI, два роз'єми USB, перший з яких USB OTG full-speed що є повною апаратною реалізацією і сумісний з USB 2.0 зі швидкістю 12 Мбіт/с, та USB OTG high-speed який працює в режимі HOST та має швидкість 480 Мбіт/с, зв'язку між компонентами GPIO, підключення рідкокристалічних екранів FSMC.

Однією з найважливіших особливостей мікроконтролерів STM32 є їх енергоефективність. Вони можуть працювати в режимі низького споживання енергії, що дозволяє збільшити час автономної роботи пристрою. Крім того, ці мікроконтролери мають різноманітні варіанти енергоспоживання, що дозволяє зменшити споживання електроенергії відповідно до конкретних вимог пристрою[2].

Одним із таких механізмів є режим сну, завдяки якому мікроконтролер переходить у режим низького енергоспоживання. В даному режимі він призупиняє виконання програми і вимикає більшість периферійних пристроїв. Між тим, мікроконтролер може продовжувати отримувати сигнали від деяких з них, що дозволяє швидко повернутися до роботи в разі необхідності. Крім того, мікроконтролери STM32 підтримують режим глибокого сну для виконання додаткових заходів енергозбереження. У цьому режимі мікроконтролер може вимкнути майже всі периферійні пристрої та використовувати мінімальну потужність. Цей режим дозволяє продовжити термін служби акумулятора на певний період часу, що особливо важливо для пристроїв, які працюють від акумуляторів або мають обмежені джерела живлення.

Рівень безпеки мікроконтролерів STM32 досить високий, оскільки існує кілька рівнів безпеки. Одним із таких рівнів є рівень апаратного захисту, який включає механізми запобігання злому та зовнішнього втручання. Наприклад, STM32 має модуль шифрування AES, який може шифрувати дані, що зберігаються в пам'яті мікроконтролера. Іншим рівнем є рівень захисту програмного забезпечення, який включає інструменти для запобігання вторгненню, такі як механізми для запобігання переповнення буфера та запобігання виконанню коду з невідомих джерел. Існують також програмні бібліотеки для захисту, однією з яких є STM32 TrustZone, що забезпечує захист від атак на апаратному та програмному рівнях[1].

Отже, дані мікроконтролери є ефективними інструментами для створення різноманітних систем і пристроїв. Вони мають високу продуктивність і містять недорогі та енергоефективні компоненти, що дозволяє їм працювати з набагато меншою потужністю, ніж інші мікроконтролери. STM32 також підтримує широкий спектр інтерфейсів і протоколів, що робить його універсальним і придатним для багатьох різних програм, таких як промислові контролери, вбудовані системи, системи автоматизації. Крім того, підтримка відкритого програмного забезпечення та наявність відкритих платформ дозволяють легко розробляти різні складні проекти[3].

#### Література:

1. Beginning STM32: Developing with FreeRTOS, libopenm3 and GCC / Warren Gay, 2018 – 117p.
2. Advanced Programming with STM32 Microcontrollers: Master the software tools behind the STM32 microcontroller / Majid Pakdel, 2020 – 57 p.
3. Nucleo Boards Programming with the STM32CubeIDE / Dogan Ibrahim, 2021 – 327p.



УДК 004.04

Семак. А. – ст. гр. САМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЛЬ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР У ФОРМУВАННІ КУЛЬТУРНОЇ ІДЕНТИЧНОСТІ ТА СОЦІАЛЬНОЇ ВЗАЄМОДІЇ**

Науковий керівник: старший викладач Шимчук Г.

Semak A.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **THE ROLE OF COMPUTER GAMES IN SHAPING CULTURAL IDENTITY AND SOCIAL INTERACTION**

Supervisor: Senior Lecturer Shymchuk G.

Ключові слова: геймдев, ідентичність, суспільство, культура.

Key words: gamedev, identity, society, culture.

У сучасному світі комп'ютерні ігри виконують не тільки розважальну функцію, а й мають значимий вплив на культурну ідентичність та соціальну взаємодію молодшого покоління[1]. Ця тема стає все більш актуальною в контексті глобалізації та цифрової трансформації, коли комп'ютерні ігри стають все більш доступними та популярними.

Одним з головних аспектів впливу комп'ютерних ігор на культурну ідентичність є їх здатність до формування спільної ментальної картини світу. Комп'ютерні ігри можуть зближувати людей з різних країн та культур, надаючи їм спільну мову та спільні цінності[1]. Водночас, комп'ютерні ігри можуть змінювати культурні норми та стереотипи, а також збагачувати ментальний банк людей.

Крім того, комп'ютерні ігри можуть відігравати важливу роль у формуванні соціальної взаємодії. За допомогою комп'ютерних ігор можна сприяти розвитку співпраці, комунікації та довіри між гравцями. У мультиплеєрних іграх гравці навчаються працювати у команді, розподіляти обов'язки та доводити свої ідеї до інших учасників. Крім того, комп'ютерні ігри можуть відігравати важливу роль у формуванні соціальних навичок у молодшому поколінні.

З технічної точки зору, створення комп'ютерних ігор вимагає високих технічних навичок та використання різноманітних інструментів та програмних засобів. Розробка ігор потребує роботи команди професіоналів, які володіють знаннями у таких галузях як програмування, графічний дизайн, музика та звуковий дизайн. Розробка комп'ютерних ігор потребує значних витрат на розробку та тестування, а також на маркетинг та просування на ринку. Тому створення комп'ютерних ігор може мати позитивний вплив на світову економіку, створюючи робочі місця та збільшуючи прибутки від продажу ігор[2].

Крім того, комп'ютерні ігри можуть мати позитивний вплив на розвиток технологій. Розробка комп'ютерних ігор вимагає використання останніх досягнень у галузі програмування та графічного дизайну[2]. Нові технології, які розробляються для ігор, можуть знайти застосування у інших галузях, таких як медицина, освіта та наука.

Проте, деякі дослідження показують, що довготривалий перебіг комп'ютерних ігор може мати негативний вплив на здоров'я людини, зокрема на зорову та психічну стан. Тому важливо враховувати вплив комп'ютерних ігор на здоров'я та вживати заходів для запобігання шкідливого впливу.

Одним з ключових аспектів комп'ютерних ігор є їхня здатність стимулювати креативність та самовираження гравців. У багатьох іграх гравці мають можливість створювати власні персонажі, об'єкти та світи[3]. Це дає можливість відчувати себе творцем та відтворити свої ідеї у віртуальному просторі. Крім того, у деяких іграх гравці можуть вибирати різні варіанти розвитку сюжету, що дозволяє їм керувати ходом ігрової дії та впливати на її результат.

Іншим важливим аспектом комп'ютерних ігор є їхній вплив на соціальну взаємодію молодшого покоління. Відмінність комп'ютерних ігор від традиційних форм мистецтва полягає у тому, що вони можуть бути інтерактивними та дозволяють гравцям взаємодіяти між собою, будь-якою кількістю людей з усього світу, у режимі реального часу[2]. Це дає можливість розвивати соціальні навички та комунікаційні здібності, а також взаємодіяти з людьми з різних країн та культур. У світі комп'ютерних ігор існують різні жанри та типи ігор.

До найпопулярніших жанрів належать екшн, рольові ігри, стратегії, головоломки, спортивні ігри, симулятори та ігри-пригоди. Кожен жанр має свої відмінні особливості та способи геймплею, що робить гру більш цікавою та різноманітною для гравців[1].

Позитивний вплив комп'ютерних ігор на світову економіку полягає у тому, що індустрія комп'ютерних ігор займає значне місце на ринку. Це дає можливість створювати нові робочі місця та залучати інвестиції в розробку нових ігор.

Звичайно, важливо зазначити, що наявність комп'ютерних ігор також може мати деякі негативні наслідки, зокрема в залежності від гри. Тому важливо забезпечувати здоровий підхід до гри та забезпечувати достатній контроль її використання.

У підсумку, комп'ютерні ігри є новою формою мистецтва, яка впливає на культурну ідентичність та соціальну взаємодію молодшого покоління. Вони вимагають високих технічних навичок та вкладення значних витрат, але можуть мати позитивний вплив на світову економіку та розвиток технологій. Важливо враховувати як позитивні, так і негативні аспекти впливу комп'ютерних ігор на здоров'я та вживати заходи для запобігання шкідливого впливу[3]. Також важливо досліджувати та вдосконалювати методи створення комп'ютерних ігор з метою покращення їхньої якості та відповідності соціальним потребам та цінностям.

Загальні соціальні тенденції останніх десятиліть показують, що комп'ютерні ігри стали однією з найпопулярніших форм розваг та дозвілля. Їхня відмінність від традиційних форм мистецтва полягає у тому, що вони не лише створюють красу та естетичне задоволення, але й дають можливість зануритися в інший світ, досліджувати нові ідеї та концепції, взаємодіяти з іншими гравцями та розвивати власні навички.

#### Література:

1. Muzuko Ito. Hanging out, messing around, and geeking out: Kids living and learning with new media./ Ito Muzuko, Judd Antin, Megan Finn, Arthur Law, Annie Manion, Sarai Mitnick, David Schlossberg, Sarita Yardi and Heather A. Horst / Cambridge: MIT Press. 2013, 440 p. ISBN 9780262518543.
2. Jesper Juul. The Art of Failure: An Essay on the Pain of Playing Video Games (Playful Thinking) / Juul Jesper / The MIT Press; Reprint edition, 2016, 172 p. ISBN 0262529955.
3. Taylor, T.L. Watch me play: Twitch and the rise of game live streaming. / T.L. Taylor / Princeton: Princeton University Press, 2018, 328 p. ISBN 9780691183558/

УДК 004.4

Сербін В. – ст. гр. СТМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЛЬ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ У РЕГУЛЮВАННІ ГУМАНІТАРНИХ КРИЗ**

Serbin V.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

### **THE ROLE OF NEURAL NETWORKS IN THE REGULATION OF HUMANITARIAN CRISES**

Ключові слова: нейронні мережі, штучний інтелект, системи підтримки прийняття рішень, гуманітарна криза.

Keywords: neural networks, artificial intelligence, decision support systems, humanitarian crisis.

На сьогоднішній день нейронні мережі представляють собою уособлення інструменту, який може вирішити значну кількість технічно складних та різнонаправлених завдань: від розв'язку простих математичних алгоритмів чи формування частин програмного коду і до виконання функції захисту інформаційних систем від хакерських атак. Від недавня нейронні мережі активно застосовують для створення об'єктів творчості: музики, коротких відео чи картин. Також штучний інтелект допомагає вирішувати складні економічні питання, формувати відносно успішні бізнес-плани. Навіть правоохоронні органи США використовують нейромережі з метою запобігання злочинності, а державні установи КНР – задля контролю над високопосадовцями та виявлення серед них корупціонерів.

Як демонструють приклади, спектр використання дійсно широкий, однак, чи здатне людство використати цей інструмент для покращення методів з надання допомоги при ліквідації гуманітарних катастроф? Дані ООН та різних дослідницьких організацій останніх років свідчать про те, що людство стикається з демографічними, кліматичними та екологічними проблемами великого масштабу, як ніколи раніше. На щастя, на сьогоднішній день вже існують нові програмні рішення, які можуть допомогти подолати ці незаплановані та часто катастрофічні події. Вони побудовані на системах штучного інтелекту, які можуть зрозуміти надто складні для людини шаблони даних.

Наприклад, глобальне потепління є досить серйозною проблемою останніх десятиліть, оскільки є неконтрольованим процесом і може спричинити катастрофічні наслідки для планети. Тому такі організації, як Nvidia, активно долучаються до вирішення кліматичної проблеми шляхом створення нового суперкомп'ютера зі штучним інтелектом під назвою «Earth-2». Його метою буде створення цифрового двійника планети Земля для допомоги світовим лідерам передбачити та пом'якшити наслідки шкідливого впливу зміни клімату.

NetHope, технологічний консорціум з майже 60 провідних некомерційних організацій світу, є ще однією організацією, яка вивчає вплив штучного інтелекту на гуманітарний сектор. Вона змогла визначити широкий спектр переваг нейронних мереж, у тому числі здатність охоплювати більше людей послугами та важливою інформацією. Також була відзначена здатність до передбачення надзвичайних ситуацій перед їх виникненням та поширенням, приймати швидкі рішення та покращувати результати.

NetHope продемонструвала кілька прикладів користі технології навіть на ранніх етапах її розвитку та впровадження. Для прикладу, Данська рада у справах біженців використовує штучний інтелект та відкриті дані для прогнозування вимушеного переміщення в таких місцях, як Буркіна-Фасо, Малі та Нігерія [1]. Тоді як чат-бот Норвезької ради з питань біженців допомагає венесуельським мігрантам у Колумбії вивчати сучасну імміграційну політику та закони.

Також, у 2017 році ООН запустила проект, що використовує технологію «Великих даних» у зв'язі з нейронними мережами для покращення процесу прийняття рішень: використовуючи машинне навчання та загальнодоступні дані з Twitter, організація хоче допомогти розробити інституційну політику проти ксенофобії, дискримінації та расизму щодо мігрантів і біженців [1].

Використання машинного навчання для пошуку гуманітарних знань (knowledge) є добре відомою практикою, у якій моніторинг платформ соціальних мереж здійснюється для отримання, кластеризації, анотування та ранжування актуальної інформації про поточні кризи. У цих програмах машинне навчання використовується для класифікації вмісту соціальних мереж на основі терміновості, важливості, серйозності тощо. На основі цих класифікацій планується та виконується реакція осіб, які приймають гуманітарні рішення.

Системи підтримки прийняття рішень можна використовувати і для визначення пріоритетів розподілу ресурсів на основі попиту та фактичних потреб постраждалого населення на місцях виникнення кризових ситуацій. Ці системи на базі нейронних мереж надають обґрунтовану інформацію тим організаціям та особам, які приймають рішення в ситуації гуманітарних криз щодо розподілу ресурсів.

Збалансований розподіл рятує життя та ресурси, оскільки дозволяє тим, хто вкрай їх потребує, мати пріоритетний доступ до необхідної матеріальної допомоги, і водночас захищає ці предмети від марнотратства та розподілу не тим одержувачам, у яких, насправді, може бути відсутня гостра необхідність в них [2].

Одним з таких інструментів є програма товариств Червоного Хреста та Червоного Півмісяця з швидкого розподілу гуманітарних ресурсів та фінансів на основі прогнозування для попередньої реалізації заходів. Ця програма використовує різні джерела даних, такі як метеорологічні дані та аналіз ринку, щоб визначити, коли і куди слід розподіляти гуманітарні ресурси [3].

Залежно від вибраних моделей, архітектури та програмної реалізації нейронні мережі можуть виконувати значну допоміжну функцію у вирішенні чи попередженні певного роду гуманітарних проблем та криз, однак, результати обчислень штучного інтелекту не рекомендується вважати виключно вірним рішенням, оскільки набір алгоритмів навіть з можливістю навчання не може врахувати фактор контексту поданої інформації.

### Література:

1. ШІ назавжди: роль машинного навчання у реагуванні на гуманітарні кризи [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://aibusiness.com/ml/ai-for-good-the-role-of-machine-learning-in-responding-to-humanitarian-crises>.
2. SEmHuS: семантично вбудований гуманітарний простір [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9990040/>.
3. Використання потенціалу штучного інтелекту для гуманітарної діяльності: можливості та ризику [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://international-review.icrc.org/articles/harnessing-the-potential-of-artificial-intelligence-for-humanitarian-action-919>.

УДК 004.37.042

Серьогін В. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ДОСВІДУ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ІНКЛЮЗИВНОЇ ОСВІТИ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Млинко Б. Б.

Serohin V.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

### **RESEARCH OF EXPERIENCE IN IMPLEMENTATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES FOR INCLUSIVE EDUCATION**

Supervisor: PhD, Assoc. Prof. B. Mlynko

Ключові слова: інклюзивна освіта, інформаційно-комунікаційні технології  
Key words: inclusive education, information and communication technologies

У сучасних соціокультурних умовах інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) стали значущою рушійною силою розвитку суспільства. Проблеми інформатизації суспільства, використання інформаційних технологій (ІТ) є надзвичайно важливими, саме для системи інклюзивного навчання, яка спрямована на реалізацію рівного права на освіту будь-якої особи вже на ранніх етапах без таврування її терміном інвалід. Оскільки набуття інформативних знань взаємопов'язано із засвоєнням матеріалу та особливостями розвитку дітей, то проблема опанування ІТ учнями з особливими освітніми потребами постає надзвичайно гостро, а звідси витікає, що проблема дослідження специфіки використання передових інформаційних технологій в навчанні дітей з обмеженими можливостями є актуальною в сучасній науці.

Аналіз наукових досліджень показує, що питання впровадження й застосування ІКТ в освіті відображені в працях В. Бикова, Р. Гуревича, А. Гуржія, Г.Єльнікової, М. Жаладака, В. Лапінського, О. Ляшенко, О. Овчарук, О. Спіріна, П. Дмитрук, О. Ісакова, М. Кадемія, М. Коптюг, Б. Косовська, В. Левчук, С. Томчук та інші; проблему освіти дітей з особливими потребами досліджують Н. Валентик, О. Волошина, Є. Галішнікова, О. Коломінова, З. Ленів, А. Маслюк, В. Роман, Н. Хамська, Я. Якінін, С. Якубов [1].

У своїх дослідженнях Л.Борисенко виокремлює три основні шляхи використання ІКТ в інклюзивній освіті:

- у компенсаційних цілях (використання ІКТ в якості технічної допомоги, підтримки, часткової компенсації або заміщення відсутніх природних функцій, що дозволяє учням з особливими потребами повноцінно залучатись до процесів спілкування й взаємодії);
- у комунікаційних цілях (допоміжні прилади і програмне забезпечення, альтернативні форми зв'язку, що полегшують або уможливають комунікацію у більш зручний спосіб, специфічний для кожного виду функціонального обмеження);
- у дидактичних цілях (сприяють диференціації, задоволенню індивідуальних потреб, особистісному розвитку дітей з особливими потребами, розкриттю їх здібностей, повноцінній інклюзії, включенню в освітнє й суспільне середовище) [2].

У контексті нашого дослідження, важливою є діяльність Європейської агенції з питань особливих потреб та інклюзивної освіти (The European Agency for Special Needs and Inclusive Education) – незалежної міжнародної організації, яка забезпечує платформу для взаємодії між країнами-учасниками в галузі інклюзивної освіти й навчання осіб з особливими потребами. За участю Агенції було реалізовано проект «ІКТ для включення», або «ІКТ для інклюзії» (ICT for Inclusion). Мета проекту полягала в зібранні й аналізі даних щодо використання ІКТ в інклюзивній освіті в різних країнах.

Основні положення проекту: ІКТ слід розглядати в якості ключового інструменту для забезпечення рівності освітніх можливостей; доступ до належних ІКТ слід розглядати як невід’ємне право особистості; підготовку освітніх кадрів до використання ІКТ загального й спеціального призначення слід вважати пріоритетною; для заохочення відповідних наукових досліджень і розробок у сфері ІКТ, необхідне залучення різних зацікавлених сторін; дані досліджень, результати моніторингу і т.д. у сфері ІКТ-підтримки інклюзивної освіти слід розглядати й брати до уваги на всіх рівнях системи освітніх послуг. Названі положення були використані для узагальнення аналітичних даних, отриманих у ході реалізації проекту. На основі них було сформовано рекомендації, спрямовані на покращення ІКТ-підтримки інклюзивної освіти в європейських країнах:

- забезпечення фінансової підтримки доступності програмних і апаратних засобів, електронних освітніх ресурсів для використання в інклюзивній освіті;
- поширення навчальних програм підготовки усіх зацікавлених суб’єктів у сфері інклюзивної освіти, у т.ч. батьків, педагогів, керівників освітніх установ, ІТ-фахівців, працівників засобів мас-медіа;
- забезпечення сумісності дій навчальних закладів та урядових інститутів, узгодженість їх політики в аспекті реалізації ІКТ-підтримки інклюзивної освіти;
- формування позитивного ставлення лідерів навчальних закладів до реалізації проекту [3].

Інформаційно-комунікаційні технології є важливими компонентами інклюзивної освіти, однак для ефективного впровадження ІКТ в інклюзивну освіту необхідно підготувати компетентних творчих педагогічних працівників, готових розробляти інноваційні технології навчання, оновити існуючі підходи для реалізації концепції інклюзивної освіти з використанням ІКТ, що вимагає подальших ґрунтовних наукових досліджень.

#### Література:

1. Використання інформаційно-комунікаційних технологій для забезпечення доступності і розвитку інклюзивної освіти [Електронний ресурс] – [https://www.researchgate.net/publication/331402995\\_VIKORISTANNA\\_INFORMACIJO-KOMUNIKACIJNIH\\_TEHNOLOGIJ\\_DLA\\_ZABEZPECENNA\\_DOSTUPNOSTI\\_I\\_ROZVITKU\\_INKLUZIVNOI\\_OSVITI](https://www.researchgate.net/publication/331402995_VIKORISTANNA_INFORMACIJO-KOMUNIKACIJNIH_TEHNOLOGIJ_DLA_ZABEZPECENNA_DOSTUPNOSTI_I_ROZVITKU_INKLUZIVNOI_OSVITI)
2. Впровадження засобів ікт в інклюзивну освіту [Електронний ресурс] – <http://dspace.luguniv.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/1609/Borisenko.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. Зарубіжний досвід використання інформаційно-комунікаційних технологій в інклюзивній дошкільній освіті [Електронний ресурс] – [https://lib.iitta.gov.ua/11129/1/Носенко\\_Ю.,\\_Матюх\\_Ж..pdf](https://lib.iitta.gov.ua/11129/1/Носенко_Ю.,_Матюх_Ж..pdf)

УДК 004.9

Скалецький П. – аспірант, Лісовий Н. – ст. гр. СНс-32, Гіжовський А.  
*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МОБІЛЬНІ ЗАСТОСУНКИ ТА РОЗВИТОК «РОЗУМНИХ» МІСТ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Дуда О.М.

Skaletskyi P., Lisovyi N., Hizhovskiy A.  
*Ternopil Ivan Puluji National Technical University*

## **MOBILE APPLICATIONS AND SMART CITIES DEVELOPMENT**

Supervisor: Ph.D., Dr. Duda O.M.

Ключові слова: інформаційні технології, розумне місто, web 3.0.  
Key words: information technologies, smart city, web 3.0.

На даний час практично всі інформаційні сутності взаємопов'язані через Інтернет. Завдяки ширококутовому підключенню до Інтернет, інтерактивні послуги поширюються практично в усіх доменах людської діяльності. Водночас, завдяки портативності та обширному переліку доступних функцій стали популярними смартфони. А «розумні» лічильники енергії, «розумні» прилади та безпекові пристрої стали повсякденними. Це черговий етап процесу трансформації інноваційних інформаційно-технологічних проєктів «розумних» міст. Водночас неспроможність існуючої міської інфраструктури забезпечити прийнятні показники масштабності, навколишнього середовища та безпеки зростають вимоги до критеріїв стійкості «розумних» міст [1]. Щоб покращити соціальну та економічну якість життя громадян, підвищити ефективність муніципальних служб та послуг потрібно будувати стійкіші «розумні» міста з використанням інноваційних інформаційних та комунікаційних технологій [2]. Відповідно, у процесі формування стійких «розумних» міст та для використання переваг та зручностей технологічного прогресу зростає потреба в розробці обширного переліку «розумних» пристроїв та застосунків.

Сучасні мобільні застосунки відіграють вагомую роль в інформаційних та комунікаційних технологіях. Щоб задовольнити зростаючі потреби жителів «розумних» міст, розробникам доводиться створювати застосунки для різних мобільних платформ, зокрема, Android та iOS. Це вимагає значних затрат часу та зусиль. Щоб зменшити застрати часу, розробники почали створювати мобільні програми за допомогою стандартних веб-технологій, зокрема CSS, HTML5, JavaScript, завдяки зручному перенесенню інтерфейсів з однієї платформи на іншу. На даний час, активно розвиваються мобільні застосунки розроблені таким способом. Щоб не відставати від швидкого розвитку інформаційних та комунікаційних технологій для побудови стійких «розумних» міст та залишатись конкурентноспроможними багато розробників пришвидшують процеси розроблення мобільних застосунків. Водночас безпекові аспекти часто ігноруються. Це призводить до збільшення безпекових ризиків та можливостей втрати конфіденційності мобільних застосунків [3].

### **Література**

- [1] Hammi, Badis, et al. "Is it really easy to detect sybil attacks in C-ITS environments: a position paper." *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems* 23.10 (2022): 18273-18287.
- [2] Chen, Yidan, and Fangfang Xu. "The optimization of ecological service function and planning control of territorial space planning for ecological protection and restoration." *Sustainable Computing: Informatics and Systems* 35 (2022): 100748.
- [3] Kuppa, Koundinya, et al. "ConvXSS: A deep learning-based smart ICT framework against code injection attacks for HTML5 web applications in sustainable smart city infrastructure." *Sustainable Cities and Society* 80 (2022): 103765.

УДК 004.9

Скалецький П. – аспірант, Ставицька А., Дуда В. – ст. гр. СН-11  
*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ІННОВАЦІЙНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ «РОЗУМНИХ» МІСТ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Дуда О.М.

Skaletskyi P., Stavytska A., Duda V.  
*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **INNOVATIVE INFORMATION TECHNOLOGIES OF SMART CITIES**

Supervisor: Ph.D., Dr. Duda O.M.

Ключові слова: інформаційні технології, розумне місто, web 3.0.  
Key words: information technologies, smart city, web 3.0.

«Розумні» міста формують на основі інноваційних інформаційних технологій, зокрема, давачів, інтегрованих до масштабованих обчислювальних системи та послуг. Ці системи з'єднані за допомогою численних різнотипових міських мереж, що безперервно забезпечують процеси передавання даних щодо діяльності людей та фізичних об'єктів. Зокрема пристрої, будівлі та сутності, що використовуються при формуванні потоків рішень щодо фізичної, експлуатаційної та соціальної структури сучасних міст [1]. Водночас, інноваційні інформаційно-технологічні концепти «розумних» міст еволюціонують в напрямку Web 3.0 з формуванням децентралізованих семантичних мереж [2]. В перспективі «розумні» міста майбутнього будуть активно використовувати децентралізований Web 3.0 як базовий елемент інформаційних систем. Прообраз «розумного» міста потребує використання та інтеграції обширної множини інноваційних інформаційних технологій, зокрема:

- Web 3.0.
- Блокчейн.
- Штучний інтелект (англ. Artificial Intelligence, AI).
- Хмарні обчислення (англ. Cloud computing, CC).
- Периферійні (туманні) обчислення (англ. Fog Computing, FC) тощо.

Вони покликані для передавання інформації, оптимізації ефективності міських операцій, покращення якості послуг, що надаються громадянам [3]. Ключові цілі інформаційних потоків у «розумних» містах охоплюють обширну множину видів діяльності, наприклад: управління дорожнім рухом та транспортними системами; управління електростанціями; управління комунальними послугами; управління мережами постачання ресурсів та послуг; збирання, сортування та утилізація відходів; забезпечення безпеки громадян та інформаційних систем; функціонування шкіл, бібліотек, лікарень та різноманітних громадських служб.

### **Література**

- [1] Dey, Somdip, et al. SmartNoshWaste: Using blockchain, machine learning, cloud computing and QR code to reduce food waste in decentralized web 3.0 enabled smart cities. *Smart Cities 5.1*. 2022; pp. 162-176.
- [2] Alabdulwahhab, F.A. Web 3.0: The decentralized web blockchain networks and protocol innovation. In *Proceedings of the 2018 1st International Conference on Computer Applications & Information Security (ICCAIS)*, Riyadh, Saudi Arabia, 4–6 April 2018; pp. 1–4.
- [3] Peris-Ortiz, M.; Bennett, D.R.; Yábar, D.P.B. Sustainable Smart Cities. In *Innovation, Technology, and Knowledge Management*; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 2017.



УДК 004.056.5

Стебельський М. – ст. гр. СБс-33, Букатка С. – ст. гр. СБс-32

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАГАЛЬНОСИСТЕМНІ КРИПТОГРАФІЧНІ ПОЛІТИКИ ОС LINUX. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ**

Науковий керівник: Тимошук Д. І.

Stebelskyi M. Bukatka S.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **SYSTEM-WIDE CRYPTOGRAPHIC POLICIES OF LINUX OPERATING SYSTEMS. COMPARATIVE ANALYSIS**

Supervisor: D. Tymoshchuk

Ключові слова: криптографічні політики, ядро, алгоритм, Linux.

Keywords: cryptographic policies, core, algorithm, Linux.

Загальносистемні криптографічні політики – важливий компонент системи, який налаштовує основні криптографічні підсистеми, що охоплюють протоколи TLS, IPsec, SSH, DNSsec, Kerberos та інші. Ці політики відносяться до системи захисту даних на ОС Linux, яка відома своїм високим рівнем захищеності, що в основному забезпечується за допомогою різних криптографічних методів. Адміністратор може обирати набір необхідних політик з певного пакету, а програми та сервіси змушені використовувати їх та відкидати будь-які інші протоколи, які не узгоджуються з встановленою політикою. Програми, які не відповідають вимогам встановленої політики можуть використовувати її лише тоді, коли їм це явно дозволено.

Однією з найважливіших складових загальносистемних криптографічних політик в ОС Linux є криптографічний модуль ядра Linux, який забезпечує реалізацію обраних політик та підтримку необхідних алгоритмів і протоколів на рівні ядра. Крім того, криптографічне ядро забезпечує інтеграцію із засобами керування ключами та сертифікатами, такими як OpenSSL, GnuTLS, NSS та інші.

В ОС Linux є ряд політик, які широко застосовуються для регулювання криптографічних алгоритмів з метою забезпечення безпеки даних. Це такі політики, як: Default, Legacy, Future та FIPS.

Стандартною загальносистемною криптографічною політикою є Default. Дана політика пропонує безпечні налаштування для багатьох загроз, використовуючи криптографічні алгоритми AES, RSA та SHA-2, а також протоколи TLS 1.2 і 1.3, IKEv2 та SSH2. Ключі RSA і параметри Diffie-Hellman також приймаються, якщо вони мають довжину не менше 2048 біт. Ця політика забезпечує хороший рівень безпеки та сумісність із старшими версіями ОС Linux.

У різних версіях ОС Linux можуть використовуватись різні криптографічні алгоритми, які потребують підтримки для збереження сумісності із старішими додатками або системами і для цього існує політика Legacy. Вона включає в себе застарілі криптографічні алгоритми, такі як MD5 чи SHA-1. Варто зазначити, що ця політика повинна використовуватись лише для сумісності із старими системами, які не можуть працювати з більш сучасними та безпечними криптографічними алгоритмами, адже використання застарілих алгоритмів створює вразливості в системі.

З метою забезпечення більш високого рівня безпеки і відповідності новим стандартам в найближчому майбутньому можна використовувати політику Future.

Однією із основних особливостей цієї політики є відмова від використання менш безпечних криптографічних алгоритмів, таких як TLS 1.0 та 1.1, а також RSA ключів з довжиною менше 2048 біт. В політиці Future використовуються нові криптографічні алгоритми, такі як Elliptic Curve Cryptography (ECC), EdDSA та підтримка SHA-3. Встановлюються суворіші параметри безпеки, наприклад, використання більш довгих ключів і сертифікатів, що забезпечує більшу стійкість до атак і зламів.

Політика FIPS (Federal Information Processing Standard) є стандартною для використання в урядових системах США. В ній використовуються такі алгоритми шифрування, як AES, Triple DES, RSA, DSA, SHA та інші. Метою цієї політики є забезпечення високого рівня безпеки даних в урядових системах, а використані криптографічні алгоритми проходять сертифікацію та валідацію для забезпечення їх відповідності вимогам безпеки, встановленим Національним інститутом стандартів та технологій США.

Основним практичним застосуванням загальносистемних криптографічних політик є забезпечення безпеки інформації, яка передається або зберігається на системах із використанням ОС Linux. Це дозволяє забезпечувати конфіденційність та цілісність інформації від несанкціонованого доступу, модифікації або втрати даних. Дані політики зазвичай використовуються в урядових установах, банках, великих корпораціях та інших організаціях, які працюють із конфіденційною інформацією.

Вибір певної загальносистемної криптографічної політики залежить від різних факторів, які включають в себе переваги та недоліки кожної із політик, конкретні потреби та обмеження в організації, використовуване апаратне та програмне забезпечення, а також рівень загроз. Політика Default підходить для забезпечення більшості вимог, які необхідні для захисту інформації, а такі політики, як Legacy, Future та FIPS мають більш спеціалізований напрямок, як наприклад сумісність із старішими системами, використання новітніх криптографічних алгоритмів чи застосування в сфері урядових організацій.

УДК 004.94

Стефанюк О. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ КОНЦЕПЦІЇ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Мацюк О.В.

Stefaniuk O.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **DIGITAL TWINS CONCEPT ANALYSIS**

Supervisor: Ph.D., Associate Professor Matsiuk O.V.

Ключові слова: Цифрові двійники, інтернет речей, Індустрія 4.0

Key words: Digital twins, IoT, Industry 4.0

Вперше концепція цифрових двійників була представлена 1991 року в книзі «Mirror Worlds», автором якої є Девід Гелертнер [1]. Назву концепція отримала від Джона Вікерса з NASA у 2010 році, і використовувалась ця концепція для створення цифрових симуляцій космічних кораблів та капсул, призначених для тестування [2]. Відтоді цифрові двійники почали використовуватися у все більшій кількості промислових процесів.

Цифровий двійник є віртуальним представленням фізичного об'єкта або системи, яке постійно оновлюється на основі даних у реальному часі (IoT) і використовує машинне навчання для допомоги в прийнятті рішень. Підключені датчики на фізичному об'єкті збирають дані, які переносяться на віртуальну модель, що дозволяє побачити важливу інформацію про те, як фізичний об'єкт працює в реальному світі [3]. Він є важливим інструментом, оскільки допомагає зрозуміти не тільки те, як працюють продукти, але й те, як вони працюватимуть в майбутньому. Аналіз даних з підключених датчиків у поєднанні з іншими джерелами інформації дозволяє робити ці прогнози. Цифровий двійник може бути цифровою копією електростанції, транспорту, будівлі чи навіть цілого міста, також, цифрові двійники використовуються для відтворення процесів з метою збору даних для прогнозування їхньої ефективності. Цифрові двійники дозволяють передбачати, як буде працювати продукт чи процес використовуючи дані в реальному часі та симуляції. Для покращення результатів використовується інтеграція штучного інтелекту, програмної аналітики та інтернету речей (Індустрія 4.0) [3]. Використання цифрових двійників дозволяє підсилити стратегічні технологічні тенденції, запобігти вартісним збоям на фізичних об'єктах, а також, проводити тестування процесів та послуг використовуючи передові аналітичні, прогностичні та моніторингові можливості.

Цифровому двійнику необхідні дані про об'єкт чи процес, щоб створити віртуальну модель, яка буде представляти його поведінку або стан [3]. Ці дані стосуються життєвого циклу об'єкта чи процесу і включають виробничі процеси, специфікації, інженерну інформацію, інформацію про обладнання, матеріали, деталі та контроль якості [3]. Також, використовуються експлуатаційні дані, які надають зворотній зв'язок в реальному часі, записи про технічне обслуговування та історичний аналіз. Щойно всі дані зібрано, вони використовуються для створення аналітичних моделей, що показують ефекти експлуатації, визначають поведінку та прогнозують стани. Ці моделі передбачають дії на основі інженерних симуляцій, машинного навчання, штучного інтелекту, бізнес-логіки та статистики [3]. Щоб представити

людині отримані результати, моделі відображаються за допомогою 3Д-моделей та доповненої реальності.

Цифрові двійники використовуються в найрізноманітніших галузях для цілого ряду застосувань. Застосування варіюються від транспортної промисловості, де телеметричні датчики забезпечують зворотній зв'язок від транспорту до цифрового двійника, заводів, де цифрові двійники моделюють процеси для проведення модернізації, до охорони здоров'я, де датчики передають інформацію цифровому двійнику для моніторингу та прогнозування стану пацієнтів [4]. За межами виробництва та промисловості цифрові двійники використовуються в секторі торгівлі для моделювання та покращення клієнтського досвіду, моделювання потоку людей через лікарні, для створення розумної інфраструктури та планів реагування на надзвичайні ситуації та для моніторингу клімату. Віртуальні моделі допоможуть спрямовувати рішення щодо планування та пропонувати та знаходити рішення для складних викликів, з якими стикаються розумні міста. Цифрові двійники надають компаніям безпрецедентний погляд на те, як працюють їхні продукти, що допомагає диференціювати продукцію та підвищити її якість. Компанії можуть бачити, як клієнти використовують їхні продукти, що дає можливість отримати багато корисної інформації, яку можна використовувати, щоб безпечно усунути небажані продукти чи функціонал, заощаджуючи гроші та час.

Переваги цифрових двійників залежать від того, де вони застосовуються. Загальними перевагами є підвищення надійності та доступності, зменшення ризику нещасних випадків, зниження витрат на обслуговування та запобігання незапланованим простоям завдяки прогнозуванню [4]. Втім, незважаючи на всі переваги, в деяких випадках цифрові двійники лише підвищують складність. Деякі бізнес-проблеми просто не потребують цифрових двійників для їх вирішення, оскільки вони можуть бути вирішені без додаткових витрат часу та коштів.

Завдяки інтеграції технологій штучного інтелекту та машинного навчання, цифрові двійники створюють імітаційну модель, що оновлюється разом з фізичним аналогом. Імітуючи фізичні процеси, структури та операції для безперервного потоку даних, цифрові двійники дозволяють промисловості передбачати прості, тестувати вдосконалення дизайну та реагувати на змінні обставини.

Цифрові двійники є одним з ключових факторів розвитку Індустрії 4.0, забезпечуючи автоматизацію, зниження ризиків при впровадженні продукції, обмін даними, об'єднання виробничих процесів та контроль операцій, що дозволяє оцінювати та оптимізувати продуктивність в режимі реального часу.

#### Література:

1. Gelernter, David Hillel (1991). *Mirror Worlds: or the Day Software Puts the Universe in a Shoebox – How It Will Happen and What It Will Mean*. Oxford; New York: Oxford University Press. ISBN 978-0195079067.
2. Piascik, R., et al., *Technology Area 12: Materials, Structures, Mechanical Systems, and Manufacturing Road Map*. 2010, NASA Office of Chief Technologist.
3. Cai, Yi (2017). «Sensor Data and Information Fusion to Construct Digital-twins Virtual Machine Tools for Cyber-physical Manufacturing». *Procedia Manufacturing*. 10: 1031–1042. doi:10.1016/j.promfg.2017.07.094
4. Yang, Chen; Shen, Weiming; Wang, Xianbin (2018). «The Internet of Things in Manufacturing: Key Issues and Potential Applications». *IEEE Systems, Man, and Cybernetics Magazine*. 4 (1): 6–15. doi:10.1109/MSMC.2017.270239

УДК 004.4:005.8

Тененський М. – ст. гр. СНм-51, Галюк М. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ BPM ЗАСТОСУНКІВ**

Науковий керівник: старший викладач Шимчук Г.

Tenenskyi M., Haliuk M.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **ANALYSIS OF BPM APPLICATIONS USAGE**

Supervisor: Senior Lecturer Shymchuk G.

Ключові слова: Автоматизація, бізнес процес, управління процесом, BPM

Key words: Automation, business process, process management, BPM

BPM (англ. Business Process Management) – це певний підхід до управління бізнес-процесами, що включає в себе моделювання, аналіз, виконання, моніторинг та власне оптимізацію бізнес-процесів. Основною його метою можна назвати підвищення ефективності та якості роботи бізнесу, підприємства, застосунку тощо. Так, будь-який бізнес-процес можна розглядати у якості цілеспрямованої діяльності з певною обов'язковою умовою: вона має мати завершуваний характер та приводити до будь-якого результату виконання [1]. Можна навести чимало прикладів бізнес-процесів: працевлаштування нової людини в компанію, здійснення фінансових операцій, балансування електроенергії, процес продажі товарів в мережі інтернет тощо. В загальному ж BPM здатний розбивати систему бізнес-процесів компанії чи бізнесу на довільну скінченну послідовність кроків, описує їх властивості та впроваджує автоматизацію.

BPM застосунки – це програмні засоби, що дозволяють підтримувати і виконувати бізнес-процеси в автоматизованому режимі. Вони не тільки допомагають підприємствам забезпечувати прозорість бізнес-процесів, але й дозволяють відчутно зменшувати витрати на їх виконання та підвищувати загальний рівень якості та продуктивності [2]. Також справедливим буде твердження, що сучасні BPM системи, зазвичай, складаються з певної групи програмного забезпечення, що реалізують концепцію управління бізнес-процесами, в тому числі складними та такими, що здатні динамічно розвиватись.

Застосунки такого типу, як вже було сказано, можуть використовуватись в найрізноманітніших галузях сьогодення, проте перед ними завжди буде поставлення схожа задача: функціонал BPM застосунків має включати в себе власне проектування бізнес-процесів, їх моделювання, виконання, моніторинг та загальну оптимізацію. Окрім того, за допомогою BPM можна виконати автоматизацію різних бізнес-процесів: від операцій, пов'язаних з управлінням складу, до балансування електроенергії відповідними TSO чи BSP організаціями.

Варто розуміти також і те, що інтеграція BPM застосунків та їх правильна конфігурація неодмінно призведе до підвищення якості продуктів та послуг, зменшення ризику помилок тощо. Крім того, впровадження BPM може допомогти зменшити час на виконання типових завдань, що підвищить ефективність та призведе до збільшення прибутку компанії.

Розкриваючи тему аналізу використання BPM застосунків більш детально, варто зазначити також і те, що одним з головних споживачів даних застосунків можна

назвати виробництва. Так, BPM система здатна допомогти виробничій компанії оптимізувати основні робочі процеси та збільшити ефективність обладнання чи ПЗ.

Також вищезгадані застосунки допомагають бізнес-аналітикам будь-якого професійного рівня проектувати діаграми процесів будь-якої складності, в тому числі з врахуванням довільно великої кількості розгалужень, специфічних правил чи умов до бізнес-процесу [1]. Завдяки цьому бізнес отримує чітко прописані регламенти, основна мета яких – це проведення уніфікації як діяльність компанії загалом, так і її підрозділів, кожного окремого співробітника чи програмного забезпечення для досягнення найкращих результатів.

Для побудови бізнес-процесів існує безмежна кількість різних інструментів, визнаним стандартом серед яких вважають нотація BPMN (англ. Business Process Model and Notation) – система умовних позначень, що використовується для моделювання бізнес процесів [1]. Найголовніше перевага даного стандарту полягає в тому, що будь яка діаграма бізнес-процесу, спроектована з її допомогою, буде одночасно зрозуміла як пересічному користувачу програмного забезпечення, так і професійним бізнес-аналітикам з багаторічним досвідом. Крім того, використання BPM на базі BPMN застосунків дозволить компанії зосередитися на важливих завданнях та покращити ефективність взаємодії зі своїми клієнтами, партнерами тощо.

Як можна зрозуміти з вищенаведеної інформації, типові переваги застосунків такого типу полягають в зниженні витрат на виконання, інтеграцію чи модифікацію бізнес-процесів, а також підвищенні рівня автоматизації та продуктивності, забезпеченні якості, зрозумілості, надійності та прозорості бізнес-процесів. Окрім того, саме BPM системи надають можливість достатньо швидко адаптувати бізнес-процеси до змін у ринкових умовах та вимогах споживачів.

Проте застосування BPM систем не позбавлене типових недоліків, одним з яких може вважати відносно високу складність їх інтеграції з існуючими системами. Проте цей недолік можна усунути за допомогою використання стандартних протоколів та інтерфейсів, таких як вищезгаданий BPMN, BPEL (англ. Business Process Execution Language) та WS-\* (Web Services Specifications), які дозволяють забезпечити інтеграцію BPM з іншими системами [2].

Так чи інакше, BPM застосунки неодмінно стануть в нагоді для підвищення ефективності та якості виконання бізнес-процесів. Вони дозволяють підприємствам забезпечити прозорість та контроль за бізнес-процесами, зменшувати витрати на їх виконання та підвищити продуктивність [1]. В той самий час важливо враховувати можливі недоліки, такі як складність інтеграції таких систем чи їх налаштування, та забезпечувати відповідне навчання та підтримку співробітників, щоб максимально використати переваги BPM застосунків.

Література:

1. Weske M. (2019). Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures. 3rd ed. 417 p. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ISBN 978-3-662-59431-5.
2. Panagacos T. (2012). The Ultimate Guide to Business Process Management: Everything you need to know and how to apply it to your organization. 186 p. CreateSpace Publishing. ISBN 978-1477486139.

УДК 004.056.5

Тимощук В. – ст. гр. КТ-21, Стебельський М. – ст. гр. СБс-33

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ШИФРУВАННЯ ДАНИХ В ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ**

Науковий керівник: Тимощук Д.І.

V. Tymoshchuk, M. Stebelskyi

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **DATA ENCRYPTION IN OPERATING SYSTEMS**

Supervisor: D. Tymoshchuk

Ключові слова: шифрування, операційні системи, Windows, Linux, Unix, MacOS.

Keywords: encryption, operating systems, Windows, Linux, Unix, MacOS.

Захист конфіденційності та цілісності даних є одним із важливих аспектів сучасного інформаційного світу. Шифрування є ефективним способом захисту даних в операційних системах від несанкціонованого доступу. Операційні системи, такі як Windows, Linux, Unix та MacOS, надають вбудовані рішення для шифрування даних, такі як BitLocker, LUKS, GELI та FileVault відповідно.

Одним з найпоширеніших рішень шифрування даних є BitLocker, який доступний в операційних системах Windows. Він надає можливість шифрувати всі дані на системному розділі, додаткових розділах або на зовнішньому пристрої зберігання. BitLocker - це засіб шифрування даних, який використовує метод шифрування AES (Advanced Encryption Standard) з 128-бітним або 256-бітним ключем для захисту даних. До того ж, BitLocker також може використовувати апаратний модуль шифрування (TPM - Trusted Platform Module) для зберігання ключів шифрування та захисту системи від несанкціонованого доступу до даних, що зберігаються на жорсткому диску. BitLocker може бути керований через централізовані політики (Group Policy) в корпоративному середовищі.

У свою чергу, LUKS (Linux Unified Key Setup) є стандартом для шифрування даних в операційних системах Linux. Він надає можливість шифрувати розділи або пристрої зберігання на рівні блоків даних. LUKS використовує різні типи шифрування, такі як AES, Twofish, Serpent, та інші. Він також підтримує різні режими роботи, такі як режим шифрування всього пристрою, режим шифрування розділу або режим шифрування віртуального тома.

У операційній системі Unix та її похідних, таких як FreeBSD, OpenBSD, NetBSD, використовується GELI (GEOM ELI). Він надає можливість шифрувати розділи або пристрої зберігання на рівні блоків даних. GELI використовує різні типи шифрування, такі як AES, Blowfish, 3DES та інші. Він також має функції, такі як підтримка ключів шифрування на основі паролю, ключів з файлу або ключів на основі апаратного забезпечення.

Операційна система MacOS пропонує власний інструмент для шифрування даних - FileVault. Він надає можливість шифрувати всі дані на внутрішньому диску або на зовнішньому пристрої зберігання. FileVault використовує різні типи шифрування, такі як XTS-AES-128, XTS-AES-256, та інші. Він також має функцію підтримки керування ключами шифрування через iCloud.

Всі розглянуті рішення надають високий рівень захисту даних за допомогою різних типів шифрування та можливості використання різних режимів шифрування, що

відповідає різним вимогам безпеки. Також всі розглянуті рішення є вбудованими в операційні системи, що робить їх зручними для використання. Вони мають графічний інтерфейс або командний рядок, які дозволяють користувачам налаштовувати та керувати процесом шифрування. Деякі рішення, такі як BitLocker та FileVault, також надають можливість керування ключами через центр керування, що робить їх більш зручними для використання в корпоративному середовищі.

Різні рішення мають різний рівень доступності залежно від операційної системи та версії, яку використовує користувач. Наприклад, BitLocker не доступний в базовій версії Windows 10 Home. У той же час, LUKS, GELI та FileVault доступні відразу в відповідних операційних системах без додаткових обмежень.

Кожне рішення має свій рівень безпеки, який може бути відмінним в залежності від використовуваного шифру, режиму шифрування, довжини ключа, керування ключами та інших факторів. Важливо враховувати вимоги безпеки та рівень захисту даних, який необхідний для конкретного випадку використання.

Легкість використання також є важливим фактором при оцінці ефективності рішення шифрування даних. Чим простіше та зрозуміліше рішення для використання, тим менше шансів на помилки або неправильне налаштування, що може вплинути на безпеку даних.

Загалом, рішення шифрування даних в операційних системах Windows (BitLocker), Linux (LUKS), Unix (GELI) та MacOS (FileVault) є ефективними засобами забезпечення безпеки даних. Вони надають різні функції шифрування, типи шифрів та можливості керування ключами, в залежності від операційної системи та версії.

Практичне використання шифрування даних є корисним для захисту конфіденційної інформації, такої як корпоративні дані, фінансові дані, медичні записи та інше. Шифрування застосовується в різних сценаріях, включаючи роботу з особистими комп'ютерами, ноутбуками, серверами, мобільними пристроями та зовнішніми носіями даних.

Важливо правильно налаштувати та управляти рішеннями шифрування, включаючи забезпечення безпеки ключів, використання сильних паролів та періодичну зміну паролів. Також потрібно пам'ятати, що жодне рішення шифрування не є на 100% надійним.



УДК 004.415.5

Федорович І. – ст. гр. ПІ-13мп

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

## **ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ РОЗРОБЛЕНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБРОБКИ ПРИРОДНОЇ МОВИ ДЛЯ ПОТОКІВ ТЕКСТОВИХ ДАНИХ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Олійник Ю. О.

Fedorovych I.

*National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

## **PERFORMANCE EVALUATION OF THE DEVELOPED TEXT DATA STREAM NATURAL LANGUAGE PROCESSING SOFTWARE**

Supervisor: Oliinyk Y.

Ключові слова: обробка природної мови, обробка потоків текстових даних, apache spark structured streaming.

Keywords: natural language processing, text data stream processing, apache spark structured streaming.

**Вступ.** Станом на 2020 рік, у світі щороку генерується понад 44 зетабайт даних [1]. З огляду на надвеликий обсяг даних, сфера обробки великих даних, або ж BigData, користується попитом і постійно розвивається, забезпечуючи більшу кількість засобів обробки надвеликих масивів даних та збільшуючи їх пропускну здатність. Одним з видів даних є текстові дані, які в сучасних реаліях генеруються щосекунди, для яких стандартні засоби обробки тексту не є ефективними. Тому існує потреба в засобах обробки потоків текстових даних, у яких текстові дані надходять безперервно та обробляються поодиноці або згруповано. Для таких засобів одним з ключових показників ефективності є швидкість обробки. З огляду на те, що текстові дані містять в собі певну інформацію, яка може бути видобута, важливою задачею є обробка природної мови (Natural language processing, NLP). Особливо актуальним є питання забезпечення NLP для української мови, оскільки розвиток цієї сфери є достатньо низьким та потребує покращення. З цих причин було розроблено програмне забезпечення обробки природної мови для потоків текстових даних з використання рушія Apache Spark Structured Streaming [2], морфологічного аналізатора Rymorphy2 та Великого електронного словника української мови (ВЕСУМ) [3].

**Основна частина.** Для дослідження ефективності розробленого програмного забезпечення було використано ПК з ОС Windows 11, процесором AMD Ryzen 7 3700U (4x2.3-4.0 GHz), ОЗУ 16 Гб DDR4 2400 MHz та відеокартою AMD Radeon Vega 10. В якості вхідних даних було обрано перекладений фрагмент художнього твору на українську мову обсягом у 1556 слів, 64 речення та 10035 символів. Розроблене програмне забезпечення було порівняне з програмним забезпеченням, описаним у роботі [4]. Результати проведення експерименту зображені на рисунках 1-2. Порівняння результатів експерименту наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняльна таблиця результатів експерименту

	Робота [4]	Розроблене програмне забезпечення
Загальний час, с	281	13.93
Час структуризації, с	9.42	10.93
Час токенізації, с	128.37	0.47
Час фільтрації, с	141.25	0.46
Середній час токенізації одного слова, с	0.082	0.000302
Середній час фільтрації одного слова, с	0.237	0.0008
Середній час обробки (структуризація та токенізація) одного слова, с	0.18	0.009

**Висновки.** Згідно результатів експерименту, розроблене програмне забезпечення має в 20 разів менший загальний час обробки, ніж існуючий аналог, та досягає швидкості обробки у 9 мілісекунд на слово, або ж близько 111 слів за секунду. Основне прискорення було досягнуто за рахунок покращення процесу токенізації та фільтрації, а також застосування вдосконалених інструментів DataFrame та Apache Spark Structured Streaming, на противагу старішим альтернативам – RDD та Apache Spark Streaming.

#### Список літератури

1. F. Mostajabi, A. A. Safaei and A. Sahafi, "A Systematic Review of Data Models for the Big Data Problem," in IEEE Access, vol. 9, pp. 128889-128904, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3112880.
2. Structured streaming: A declarative API for real-time applications in Apache Spark / [M. Armbrust, T. Das, J. Torres та ін.]. // Proc. Int. Conf. Manage. Data. – 2018. – С. 601–613.
3. Рисін А., Старко В. Великий електронний словник української мови (ВЕСУМ). Вебверсія 5.6.2. 2005-2022 [Електронний ресурс] / Андрій Рисін, Василь Старко – Режим доступу до ресурсу: <https://r2u.org.ua/vesum/>
4. Якимчук, О. А. Програмна бібліотека обробки текстової інформації для Apache Spark : магістерська дис. : 121 Інженерія програмного забезпечення / Якимчук Олександр Анатолійович. – Київ, 2020. – 76 с.

УДК 004.912

Федорович І. – ст. гр. ПІ-13мп

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

## **ПРОЦЕС ОНОВЛЕННЯ СЛОВНИКА УКРАЇНСЬКОЇ МОВИ ДЛЯ МОРФОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗАТОРА PYMORPHY2**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Олійник Ю. О.

Fedorovych I.

*National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

## **THE PROCESS OF UPDATING THE UKRAINIAN LANGUAGE DICTIONARY FOR THE MORPHOLOGICAL ANALYZER PYMORPHY2**

Supervisor: Oliinyk Y.

Ключові слова: обробка природної мови, українська мова, pymorphy2.

Keywords: natural language processing, ukrainian language, pymorphy2.

**Вступ.** Pymorphy2 – це морфологічний аналізатор, розроблений на мові програмування Python. У pymorphy2 заявлена підтримка української та російської мови, проте підтримка української мови є експериментальною [1], а словник, використовуваний у аналізаторі – застарілий. Ця робота спрямована на опис процесу оновлення словника української мови актуальною версією Великого словника української мови (ВЕСУМ) [2] для його використання з pymorphy2 [3].

**Основна частина.** Для генерації файлів ВЕСУМ існує репозиторій dict\_uk [4], створений та підтримуваний командою БрУК, які є авторами ВЕСУМ. Код генерації файлів словника розроблений на мові програмування Java. Для отримання файлів потрібно створити локальну копію репозиторію на комп'ютері з встановленим JDK версії 11 або новішої та запустити систему автоматичного збирання Gradle за допомогою команди «./gradlew expand». В результаті виконання команди буде згенеровано декілька файлів, з яких один файл з назвою «dict\_corp\_lt.txt», що є словником формату LanguageTool.

З огляду на те, що pymorphy2 підтримує лише словники формату OpenCorpora, отриманий словник формату LanguageTool необхідно конвертувати. Одним з рішень є програмне забезпечення, розміщене на репозиторії [5], яке розроблене на мові програмування Python. Окрім програмного забезпечення, репозиторій містить детальну діаграму сумісності тегів LanguageTool та OpenCorpora, а також електронну таблицю з переліком тегів LanguageTool, їх описом, та відповідником з OpenCorpora. Для виконання конвертації необхідно на комп'ютері з локальною копією репозиторію та інтерпретатором Python встановити залежності для програмного забезпечення та виконати команду «python bin/lt\_convert.py dict\_corp\_lt.txt full\_uk.xml».

Після отримання словника ВЕСУМ у форматі OpenCorpora необхідно скопіювати його у локальну Python-бібліотеку за допомогою утиліти pymorphy2-dicts [6]. Проте станом на зараз (pymorphy2 версії 0.9.1), вихідний код морфологічного аналізатору повинен бути модифікований в класі PredictionSuffixesDAWG, а саме збільшення розмірності змінної count з 2 до 4 байт. Це досягається шляхом зміни

символів «>ННН» на «>ІНН». Після модифікації rymorphy2, словник ВЕСУМ у форматі OpenCorpora можна скопіювати за допомогою команди «python update.py uk compile package» утиліти rymorphy2. Результатом компіляції є згенерована Python-бібліотека rymorphy2-dicts-uk, яку можна встановити за допомогою команди «pip install».

**Висновки.** Ця робота описує всі необхідні кроки для встановлення актуальної версії Великого словника української мови для морфологічного аналізатора rymorphy2. Оскільки ВЕСУМ з часом оновлюється та доповнюється, це дозволяє підвищити якість обробки української мови в rymorphy2. Також ця робота може бути використана для виведення процесів додавання словників інших мов для rymorphy2, або інтеграції ВЕСУМ в інші засоби обробки природної мови.

#### Список літератури

1. Korobov M.: Morphological Analyzer and Generator for Russian and Ukrainian Languages // Analysis of Images, Social Networks and Texts. – 2015. – С. 320-332.
2. Рисін А., Старко В. Великий електронний словник української мови (ВЕСУМ). Вебверсія 5.6.2. 2005-2022 [Електронний ресурс] / Андрій Рисін, Василь Старко – Режим доступу до ресурсу: <https://r2u.org.ua/vesum/>
3. Rymorphy2 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://github.com/rymorphy2/rymorphy2>.
4. Brown-uk/dict\_uk: Project to generate POS tag dictionary for Ukrainian language [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://github.com/brown-uk/dict\\_uk](https://github.com/brown-uk/dict_uk).
5. Чаплинський Д. LT2OpenCorpora [Електронний ресурс] / Дмитро Чаплинський – Режим доступу до ресурсу: <https://github.com/dchaplinsky/LT2OpenCorpora>.
6. Rymorphy2-dicts: Scripts for updating rymorphy2 dictionaries [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://github.com/rymorphy2/rymorphy2-dicts>.

УДК 004.031.6+623.4

Хараджян М. – учень 11-А класу

*Криворізький Центрально-Міський ліцей*

## **ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СТВОРЕННІ ДИСТАНЦІЙНИХ ПІДРИВНИКІВ**

Науковий керівник: к.пед.н., доцент Хараджян Н.А.

Kharadzjan M.

*Kryvyi Rih Central City Lyceum*

## **USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE CREATION OF EXPLODER**

Supervisor: Kharadzjan N.

Ключові слова: мікроконтролер, підрильник, інформаційні технології

Keywords: microcontroller, exploder, information technology.

Згідно з «Державною цільовою науково-технічною програмою розвитку авіаційної промисловості на 2021-2030 роки» [1], «Плану заходів щодо реалізації Стратегії відродження вітчизняного авіабудування на період до 2030 року» [2] та «Деяким питанням вітчизняного авіабудування» [3] одним із пріоритетних напрямів, за якими будуть розв'язуватимуться проблеми і досягатиметься мета Програми є саме безпілотні повітряні судна (БПС).

У сучасних збройних конфліктах дуже популярними стали цивільні безпілотні літальні апарати (БПЛА) «мікро» та «міні» розмірів масою в декілька кілограм [1, 4]. Ці БПЛА можуть використовуватись не лише як розвідники та корегувальники вогню. Їх також можна використовувати в якості носіїв зброї. У ролі корисного навантаження виступають ручні гранати типу РГД-5, Ф 1, РГН, РГО. Також як боєприпаси, можна використовувати снаряди до автоматичних та підствольних гранатометів типу ВОГ-17, ВОГ-25, гранати до американського автоматичного гранатомету Mk-19 [5]. Звісно це дуже маленька частина того, що зараз використовують, проте це одні з основних та найпопулярніших видів засобів ураження. Всі названі вище гранати дуже ефективні при роботі ними в окопах та бліндажах, а при гарній кваліфікації оператора БПЛА такою гранатою можна знищити об'єкт і більшого розміру, наприклад, танк чи іншу бронетехніку, зокрема, якщо закинути її в люк.

Але не завжди є така можливість, і доводиться знищувати живу силу та техніку на відкритому просторі. І тут можна побачити основну проблему таких систем – мала ефективність роботи на відкритій місцевості через невелику кількість уламків та невеликий радіус ураження (у середньому це 7-9 метрів). Проте зона, в якій швидкість та щільність уламків достатня, щоб нанести хоч якісь пошкодження цілі, це 2-3 метри, що дуже мало. А виходячи з умов доставки такого заряду досягти такої точності дуже складно, оскільки скидання не відбувається в ідеальних умовах, і на гранату, що падає, діє боковий вітер, який може дуже сильно здути гранату від точки прицілювання.

Ефективність використання можна збільшити за рахунок того, щоб підірвати гранату не на землі, завдяки контактному детонатору, а на деякій відстані від землі, (зокрема на рівні зросту людини – близько 1.5 метра), це дозволить збільшити площу ураження. Здійснити такі дії можна, наприклад, завдяки таймеру, але тоді скид треба робити кожного разу з однакової висоти, що може бути дуже складно через погодні умови чи роботу в умовах радіоелектронної боротьби (РЕБ). Такі умови теж є

ускладнюючим фактором. Інший варіант – це використання дистанційних підричників, які визначають відстань завдяки відбитим радіохвилям чи відбитому світлу.

Система скидання боєприпасів та дистанційний підричник були надруковані на 3d принтері (рис.1.-2). Система скидання боєприпасів складається з програмно-апаратного комплексу Arduino Nano, сервоприводу та фоторезистору (рис. 3.). Дистанційний підричник складається з доплерівського датчику, мікроконтролеру, електрозапалу та системи живлення. Схема пристрою наведена на рисунку 4. Особливістю схеми є дублювання входних та вихідних кіл. Для управління електрозапалом використовуються два незалежні транзисторні ключі.

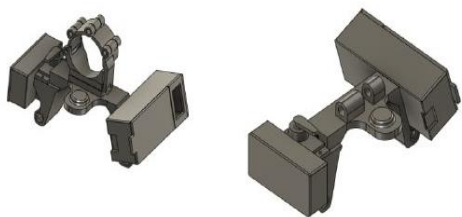


Рис. 1. Зовнішній вигляд системи скидання



Рис. 2. Зовнішній вигляд зібраного пристрою

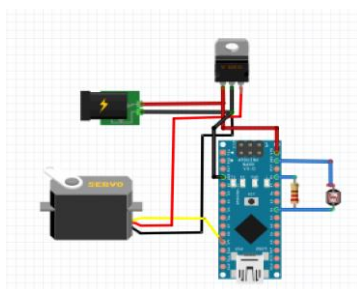


Рис.3. Схема системи скидання

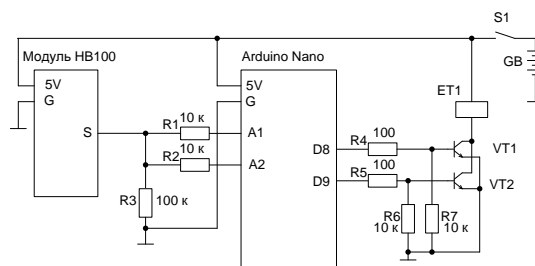


Рис. 4. Схема системи дистанційного управління підричника

В результаті дослідження питання було спроектовано, розроблено та створено систему скидання боєприпасу та систему керування дистанційним підриником. Прототип реалізованого пристрою є компактним, не громіздким, доступним та зручним у використанні, сумісним з поширеними видами боєприпасів та БПЛА. Тестування продемонструвало працездатність та ефективність пристрою, і він отримав схвальні відгуки від підрозділів, в яких ця система проходила випробування.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 10 травня 2018 р. № 429-р. *План заходів щодо реалізації Стратегії відродження вітчизняного авіабудування на період до 2030 року* [Електронний ресурс]. Доступно : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/951-2021-%D0%BF#Text>. Дата звернення – 03.04.23.
2. Постанова Кабінету Міністрів №951, від 1.09.21. *Про затвердження Державної цільової науково-технічної програми розвитку авіаційної промисловості на 2021-2030 роки* [Електронний ресурс]. Доступно : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/951-2021-%D0%BF#Text>. Дата звернення – 02.04.23.
3. Розпорядження Кабінету Міністрів № 429-р від 10.05.2018. *Деякі питання вітчизняного авіабудування* [Електронний ресурс]. Доступно : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/429-2018-%D1%80#Text>. Дата звернення – 03.04.23.
4. Основні терміни, визначення понять і класифікація: ДСТУ В 7371:2013. *Техніка авіаційна військової призначеності. Апарати літальні безпілотні*. Київ, Україна, 2014.
5. А. Й. Дерев'янчук *Основи будови артилерійських гармат та боєприпасів*. Суми, Україна: Сумський державний університет, 2011.

УДК 004.43

Хома С.-З. – ст. гр. САМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СМАРТ-КОНТРАКТИ НА ОСНОВІ RUST ДЛЯ РОЗВИТКУ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ**

Науковий керівник: старший викладач Шимчук Г.

Khoma S.-Z.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **SMART-CONTRACTS BASED ON RUST FOR DIGITAL ECONOMY DEVELOPMENT**

Supervisor: Senior Lecturer Shymchuk G.

Ключові слова: rust, смарт-контракт, економіка, блокчейн.

Key words: rust, smart-contract, economy, blockchain.

Смарт-контракти це програмні коди, які дозволяють автоматизувати виконання угод та забезпечити їх безпеку за допомогою технології блокчейн. Вони можуть використовуватись у різних галузях, таких як фінанси, медицина, логістика та інші, де необхідно забезпечити точність виконання угод та уникнути ризику шахрайства або помилок.

Мова програмування Rust зазвичай використовується для розробки смарт-контрактів через свої властивості безпеки, надійності та швидкодії. Ця мова програмування дозволяє розробникам створювати надійні програми, які важко підробити або зламати. Крім того, Rust може працювати на різних архітектурах, що робить його універсальним інструментом для розробки смарт-контрактів[1].

Застосування смарт-контрактів на основі мови програмування Rust може мати значний вплив на розвиток суспільства і поліпшення якості життя людей. Зокрема, вони можуть допомогти зменшити бюрократію та спростити процеси укладання угод, забезпечити точність виконання угод, знизити витрати та покращити ефективність бізнесу. Крім того, вони можуть допомогти у забезпеченні доступу до фінансових послуг та захисту прав громадян, зокрема у контексті мікрокредитування та соціальних програм. Смарт-контракти також можуть забезпечити відкритість та прозорість у відносинах між сторонами, що сприятиме побудові довіри в бізнес-та соціальних відносинах[1].

Однак, використання смарт-контрактів також потребує уваги до кількох проблем, зокрема, забезпечення безпеки коду, вирішення проблеми зміни правил угоди після її укладення та забезпечення достатнього рівня технічної готовності користувачів для використання нових технологій[2].

У майбутньому, застосування смарт-контрактів на основі мови програмування Rust може мати значний вплив на розвиток цифрової економіки та допомогти вирішити багато сучасних проблем суспільства[3]. Однією з ключових переваг використання мови програмування Rust для розробки смарт-контрактів її високий рівень безпеки та надійності. Rust володіє системою відслідковування пам'яті та механізмами контролю доступу, що дозволяють попереджувати багато типів помилок, що можуть призвести до критичних безпекових проблем[2]. Це особливо важливо в контексті смарт-контрактів, які часто містять фінансову та особисту інформацію користувачів.

Крім того, Rust володіє високим рівнем продуктивності та швидкості виконання коду, що важливим для розробки складних смарт-контрактів з великою кількістю операцій та обчислень[1].

Застосування смарт-контрактів на основі мови програмування Rust може мати значний вплив на розвиток різних сфер, включаючи фінанси, логістику, охорону здоров'я та багато інших. Вони можуть допомогти побудувати більш прозорі та безпечні відносини між сторонами та знизити витрати на транзакції та посередництво. Відкриваються нові можливості для реалізації соціальних програм та проєктів, зокрема у сфері екології та боротьби зі зміною клімату[2].

Хоча смарт-контракти можуть забезпечувати безпеку та ефективність у розробці нових бізнес-моделей, їх вплив на світову економіку може бути негативним. Наприклад, необхідність застосування смарт-контрактів може призвести до зменшення кількості робочих місць у багатьох галузях, а також до появи нових форм економічної нерівності. Крім того, наявність великої кількості смарт-контрактів на блокчейні може спричинити проблеми з масштабованістю та швидкістю системи, що може вплинути на ефективність її роботи. Тому, перед тим як впроваджувати смарт-контракти в широкому масштабі, потрібно ретельно оцінювати їхній вплив на різні аспекти суспільства та господарства.

Також варто зазначити, що смарт-контракти можуть стати об'єктом кібератак, що може призвести до крадіжки цифрових активів та порушення довіри до системи в цілому. Крім того, несправедлива дистрибуція цифрових активів за допомогою смарт-контрактів може призвести до зростання економічної нерівності, оскільки доступ до деяких ресурсів може бути обмеженим[3]. Таким чином, для успішного впровадження смарт-контрактів в суспільство потрібно вирішувати важливі економічні, соціальні та правові проблеми та забезпечувати відповідну регуляторну базу для розвитку цієї технології.

Проте, повний перехід економіки на використання смарт-контрактів, без використання старих технологій є доволі важким. Однією з причин є те, що на даний момент є деякі обмеження в їхній функціональності порівняно з традиційними контрактами. Наприклад, смарт-контракти можуть бути обмежені в тому, які умови можуть бути включені в контракт та які події можуть спричинити автоматичне виконання контракту. Також, існує ще одна причина, чому повний перехід до смарт-контрактів може бути складним - це велика кількість технологій та стандартів, які вже застосовуються у різних економічних системах та які використовують традиційні контракти. Це може призвести до того, що розробка інфраструктури та забезпечення сумісності між різними системами може бути витратною та складною задачею.

Отже, використання смарт-контрактів на основі мови програмування Rust може стати ключовим фактором у розвитку цифрової економіки та досягненні більш стійкого та просунутого суспільства в майбутньому.

Література:

1. Andreas M. Antonopoulos. The Internet of Money: A collection of talks / M. Antonopoulos Andreas / CreateSpace Independent Publishing Platform; 1st edition. 2016, 152 p. ISBN 1537000454
2. Melanie Swan. Blockchain: Blueprint for a New Economy. / Swan Melanie. – O'Reilly, 2015, 130 p. ISBN 9781491920497
3. Alex Tapscott, Don, Tapscott. Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin and Other Cryptocurrencies is Changing the World / Tapscott Alex, Tapscott Don / Portfolio Penguin, 2016, 384 p. ISBN 0241237858



УДК 004.9

Хом'як А. - ст. гр. СНа-12

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **КЛАСИФІКАЦІЯ ПІДХОДІВ ДО ІНТЕРФЕЙСІВ МОЗОК-КОМП'ЮТЕР**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Фриз М. Є.

Khomiak A.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **CLASSIFICATION OF BRAIN-COMPUTER INTERFACE APPROACHES**

Supervisor: Fryz M., PhD

Ключові слова: мозок, інтерфейс, класифікація

Keywords: brain, interface, classification

Для категоризації різноманітних підходів до інтерфейсів мозок-комп'ютер (ІМК) можуть застосовуватись численні схеми класифікації, залежно від використовуваних критеріїв. Нижче наведено деякі потенційні класифікації.

Інвазивні та неінвазивні: ця класифікація розрізняє підходи, які вимагають безпосереднього доступу до мозку (інвазивні), такі як мікроелектроди в корі головного мозку, та ті, які не вимагають такого доступу (неінвазивні), такі як електроенцефалографія (ЕЕГ) або функціональна магнітно-резонансна томографія (фМРТ). Інвазивні методи загалом надають дані вищої роздільної здатності, хоча несуть більші ризики та пов'язані з етичними питаннями, тоді як неінвазивні методи забезпечують більшу безпеку, але можуть мати нижчу якість сигналу. [1], [2]

Тип сигналу: ця класифікація розділяє підходи, що базуються на різних типах мозкових сигналів, таких як електроенцефалографія (ЕЕГ), магнітоенцефалографія (МЕГ), електрокортикографія (ЕКоГ) та записи діяльності окремих нейронів. Різні типи сигналів можуть бути більш підходящими для конкретних застосувань, оскільки вони можуть надавати різні рівні просторової та часової роздільної здатності, співвідношення сигнал/шум та чутливість до певних шаблонів нейронної активності. [3], [4]

Просторова роздільна здатність: ця класифікація розрізняє підходи, що пропонують різні рівні просторової роздільної здатності, такі як фМРТ та МЕГ, які забезпечують відносно грубу просторову роздільну здатність, і мікроелектроди в корі головного мозку, які можуть забезпечити набагато більш точну просторову роздільну здатність. Вища просторова роздільна здатність дозволяє точніше локалізувати нейронну активність, що може бути вирішальним для розуміння функцій конкретних областей мозку та поліпшення роботи ІМК. [5], [6]

Метод керування: ця класифікація відокремлює підходи, які використовують різні методи керування ІМК, такі як моторна уява, сенсорний зворотний зв'язок або безпосереднє керування нейронами. Вибір методу керування може значно впливати на зручність та ефективність системи ІМК, оскільки він визначає, як користувач взаємодіє з інтерфейсом та як система обробляє та інтерпретує вхідні дані користувача. [7], [8]

Область застосування: ця класифікація розрізняє підходи, розроблені для різних застосувань, таких як комунікація, моторна реабілітація або підвищення когнітивних здібностей. Різні підходи ІМК можуть бути більш ефективними або підходящими для

конкретних застосувань, залежно від таких факторів, як тип використовуваних нейронних сигналів, рівень інвазивності та необхідний рівень навчання користувача. [9], [10]

Ступінь автономії: ця класифікація виділяє підходи, які вимагають різних рівнів втручання користувача або навчання - активні або пасивні ІМК, з відкритим або замкнутим циклом. Ступінь автономії може впливати на зручність використання, задоволеність користувача та потенційне довготривале використання системи ІМК, оскільки вона визначає характер зусиль та уваги, які користувач повинен вкласти у керування інтерфейсом. [11], [12]

Це лише частина потенційних методів класифікації різноманітних підходів до ІМК. Залежно від контексту та конкретного наукового питання інші класифікації можуть бути більш доцільними.

[1] J. Wolpaw and E. W. Wolpaw, *Brain-Computer Interfaces: Principles and Practice*. Oxford University Press, 2012. doi: 10.1093/acprof:oso/9780195388855.001.0001.

[2] J. L. Collinger *et al.*, "High-performance neuroprosthetic control by an individual with tetraplegia," *Lancet*, vol. 381, no. 9866, pp. 557–564, Feb. 2013.

[3] F. Lotte *et al.*, "A review of classification algorithms for EEG-based brain-computer interfaces: a 10 year update," *J. neural eng.*, vol. 15, no. 3, p. 031005, Jun. 2018.

[4] C. Guger, G. Edlinger, W. Harkam, I. Niedermayer, and G. Pfurtscheller, "How many people are able to operate an EEG-based brain-computer interface (BCI)?," *Ieee trans. neural syst. rehabil. eng.*, vol. 11, no. 2, pp. 145–147, Jun. 2003.

[5] D. C. Van Essen and K. Ugurbil, "The future of the human connectome," *Neuroimage*, vol. 62, no. 2, pp. 1299–1310, Aug. 2012.

[6] G. Buzsáki, C. A. Anastassiou, and C. Koch, "The origin of extracellular fields and currents — EEG, ECoG, LFP and spikes," *Nature reviews neuroscience*, vol. 13, no. 6, pp. 407–420, Jun. 2012.

[7] G. Pfurtscheller and C. Neuper, "Motor imagery and direct brain-computer communication," *Proceedings of the ieee*, vol. 89, no. 7, pp. 1123–1134, 2001, doi: 10.1109/5.939829.

[8] L. R. Hochberg *et al.*, "Reach and grasp by people with tetraplegia using a neurally controlled robotic arm," *Nature*, vol. 485, no. 7398, pp. 372–375, May 2012.

[9] J. R. Wolpaw, N. Birbaumer, D. J. McFarland, G. Pfurtscheller, and T. M. Vaughan, "Brain-computer interfaces for communication and control," *Clin. neurophysiol.*, vol. 113, no. 6, pp. 767–791, Jun. 2002.

[10] J. J. Daly and J. R. Wolpaw, "Brain-computer interfaces in neurological rehabilitation," *Lancet neurol.*, vol. 7, no. 11, pp. 1032–1043, Nov. 2008.

[11] G. Dornhege, J. d. R. Millan, T. Hinterberger, D. Mcfarland, and K.-R. Müller, "Toward brain-computer interfacing," 2007.

[12] R. Leeb, H. Sgha, R. Chavarriaga, and J. D. R. Millán, "A hybrid brain-computer interface based on the fusion of electroencephalographic and electromyographic activities," *J. neural eng.*, vol. 8, no. 2, p. 025011, Apr. 2011.

УДК 004.45

Шаповалов В.–ст. гр. СА-11

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## РОЗРОБКА WEB СЕРВЕРІВ В СЕРЕДОВИЩІ ОС LINUX

Науковий керівник Хоміцький Б.В.

Shapovalov V.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

## DEVELOPMENT OF WEB SERVERS IN THE LINUX OS ENVIRONMENT

Supervisor Khomitskiy B.

Ключові слова: сайт, сервер, браузер.

Keywords: site, server, browser.

Представлений сайт працює на самописному сервері в локальній мережі і завантажує будь-які ресурси. Сам сайт зараз має основну сторінку, що представлена на рисунку. Далі сторінка яка має в собі весь код сервера з виділенням синтаксису. Після цього вкладка з маленькими і корисними програмами для проказу що сервер має змогу запитувати данні в сервера, який в свою чергу виконує програми і повертає їх результати.



Головна сторінка сайту на Web сервері

На базовому рівні, якщо браузеру потрібен файл, розміщений на веб-сервері, він запитує його через протокол **HTTP** (Hypertext Transfer Protocol – гіпертекстовий транспортний протокол). Коли запит досягає потрібного веб-сервера, то сервер HTTP(ПЗ) приймає запит, знаходить запитуваний документ (якщо ні, повідомляє про помилку 404) і відправляє назад, також через HTTP.

**Статичний веб-сервер**, або стек, складається з комп'ютера із сервером HTTP(ПЗ). Це називають "статикою", тому що сервер посилає розміщені файли в браузер "як є". Веб-сервер забезпечує підтримку HTTP. Як впливає з назви, HTTP вказує, як передавати гіпертекст (тобто пов'язані веб-документи) між двома комп'ютерами.

Тільки клієнти можуть виробляти HTTP-запити. Сервера здатні лише відповідати на запити HTTP клієнта. При запиті файлу HTTP, клієнт повинен сформувавати файловий URL (Uniform Resource Locator – єдиний вказівник на ресурс). Веб-сервер повинен відповісти на кожен запит HTTP принаймі повідомленням про помилку.

На веб-сервері HTTP-сервер відповідає за обробку вхідних запитів та відповідь на них. При отриманні запиту HTTP-сервер спочатку перевіряє, чи існує ресурс на даному URL. Якщо це так, веб-сервер відправляє вміст файлу назад до браузера. Якщо ні, сервер програми генерує необхідний ресурс. Якщо ніщо з цього неможливо, веб-сервер повертає повідомлення про помилку в браузер, найчастіше "404 Not Found".

**Динамічний контент** означає, що сервер обробляє дані або навіть генерує їх на "льоту" з бази даних.

Це забезпечує більшу гнучкість, але технічно складніше в реалізації та обслуговуванні, через що процес створення сайту дуже ускладнюється.

```
Server work on port: 80
[INFO] Connected from 127.0.0.1:37502
[INFO] Opening ./root/index.html...
===Success===
[INFO] Connected from 127.0.0.1:37506
[INFO] Opening ./root/style.css...
===Success===
[INFO] Connected from 127.0.0.1:37522
[INFO] Opening ./root/logo.png...
===Success===
[INFO] Connected from 127.0.0.1:37530
[INFO] Opening ./root/ServerLog.png...
===Success===
```

*Фрагмент протоколу обміну на Web сервері*

Сервер працює на сокетах та системних викликах. Коли він запускається, то створюється сокет і зв'язується з даними сервера (IP та порт) та починає очікувати запити на 80-му порту. Після цього, активується обробка сигналів для коректного завершення роботи сервера і закриття серверного сокета на важливому порту. Активується головний цикл обробки запитів та клієнтів. Створюється сокет для клієнта, аналізується http запит та відсилається відповідь. Відповідь ґрунтується на тому, що було в запиті.

Якщо йде запит на файл (.html, .css, .js тощо), то сервер зчитує цей файл і відсилає його в сокет разом з заголовком відповіді. Якщо запит йде за запуск ПЗ, тобто в тексті запиту є знак '?', то з цього запиту аналізується назва програми і аргументи до неї. У сервера створюється потімок, який перенаправляє весь вивід до сокета і тим самим породжує відсутність нагляду і перевірок сокета та замість себе підставляє запитувану програму, а відповідь цієї програми йде на веб-сайт. Працює сервер в межах локальної мережі, і адресується по IP адресі.

#### Література:

1. Березко Л.О., Гурик Я.П. Реалізація мережевого стека протоколів для ОС Linux з використанням технології DPDK. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Комп'ютерні системи та мережі. 2017. №1.
2. Шеховцов В.А. Операційні системи: Підручник; За загальною редакцією академіка НАН України М.З.Згуровського К. : Видавнича група BVH, 2005, -576 с.
3. Федорчук А.В. Офіс, графіка, Web в Linux. : БХВ, 2001, -416 с.

УДК 004

Шишкіна В. – ст. гр. СНм-51.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЧАТ-БОТІВ**

Науковий керівник: канд. тех. наук, доцент Козбур Г.

Shyshkina V.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **MAIN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF CHAT-BOTS**

Supervisor: Ph.D., Assoc.Prof. Kozbur H.

Ключові слова: чат-бот, месенджер, машинне навчання, IoT

Key words: chatbot, messenger, machine learning, IoT

Чат-боти - це програми, які можуть автоматизувати взаємодію з користувачами через текстові повідомлення в месенджерах, таких як Telegram, Facebook Messenger, Viber, і багатьох інших. Розвиток чат-ботів є актуальною темою для досліджень, оскільки вони стають все більш популярними в різних сферах бізнесу та повсякденного життя.

В останні роки чат-боти стали популярними інструментами для взаємодії з користувачами. Нові можливості технологій штучного інтелекту та машинного навчання, а також зростаюча популярність голосових інтерфейсів забезпечують розвиток нових підходів до створення чат-ботів.

Однією з основних тенденцій є використання штучного інтелекту для поліпшення розуміння мови та відповідей чат-ботів. Технології машинного навчання та глибокого навчання дозволяють чат-ботам вчитися на основі взаємодії з користувачами, що дозволяє їм стати все більш ефективними та точними в своїх відповідях. Зокрема вони можуть виконувати завдання з організації зустрічей, покупки товарів, резервування квитків і готелів. Чат-боти також можуть використовуватися для збору та аналізу даних про користувачів, що дає можливість розуміти їхні потреби та бажання.

Ще одна важлива тенденція полягає у розвитку голосових інтерфейсів для чат-ботів. Голосові інтерфейси забезпечують зручну та швидку взаємодію з користувачами, зокрема в тих ситуаціях, коли неможливо або незручно використовувати клавіатуру чи екран. Однак, для забезпечення ефективної роботи таких чат-ботів, необхідно вирішувати складні завдання з обробки природньої мови та розуміння інтонацій користувачів, що залишає відкриті питання для подальшого дослідження[1].

Також можна відзначити зростаючу популярність чат-ботів для роботи з різними пристроями Інтернету Речей (IoT). За рахунок зростання популярності IoT є необхідність розширення функціональних можливостей чат-ботів, що забезпечують зручну та автоматизовану взаємодію з користувачами різних пристроїв IoT. Завдяки цьому, користувачам стає доступним широкий спектр функціональних можливостей, які можуть бути виконані за допомогою чат-ботів, таких як контроль освітлення в квартирі, регулювання температури, відкриття та закриття вікон, підключення до систем безпеки, збір та аналіз даних про стан пристроїв і багато іншого[2]. Однією з найважливіших переваг використання чат-ботів для пристроїв IoT є можливість контролювати їх дистанційно та віддалено. Однак, використання чат-ботів для пристроїв IoT також стикається з деякими викликами, такими як складність розуміння

та інтерпретації команд від користувачів, складність взаємодії зі старими моделями пристроїв, та необхідність забезпечення високого рівня безпеки даних.

Зростаюча популярність чат-ботів як засобу взаємодії з користувачами свідчить про важливість їх ролі в розвитку бізнесу та покращенні досвіду взаємодії з різними платформами та сервісами. Особливим напрямком у цьому процесі є розвиток нових підходів до взаємодії з користувачами, зокрема, використання чат-ботів може допомогти створити унікальний та індивідуальний досвід для кожного користувача, що підвищить їх задоволення від взаємодії з брендом або платформою, а також сприяє збільшенню рівня лояльності користувачів[3]. Для досягнення цих цілей можуть бути використані різноманітні технології, такі як машинне навчання та аналітика даних, які дозволяють забезпечити індивідуальний підхід до кожного користувача та забезпечити йому унікальний досвід взаємодії з чат-ботом. Однак, для досягнення успіху у цій галузі, необхідно враховувати особливості цільової аудиторії, робити акцент на якість та швидкість відповідей, а також надавати можливості для подальшої персоналізації взаємодії з чат-ботом.

Такі чат-боти можуть бути використані для створення індивідуальних рекомендацій, персональних пропозицій та навіть для підтримки емоційного стану користувача.

Загалом, розвиток чат-ботів відкриває безліч можливостей для створення зручної та ефективної взаємодії з користувачами в різних галузях, таких як бізнес, медицина, освіта та багато інших.

Однак, на думку деяких дослідників, існує потреба в подальшому дослідженні проблем взаємодії з користувачами, зокрема забезпечення безпеки та конфіденційності, а також забезпечення максимальної доступності чат-ботів для людей з різними потребами та обмеженнями.

Таким чином, можна зробити висновок, що розвиток чат-ботів є актуальною темою для досліджень та відкриває безліч можливостей для покращення взаємодії з користувачами в різних галузях.

#### Література:

1. Features of Chatbots and Voice Interfaces [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.merementor.com/blog/voice-interfaces-and-chatbots>.
2. Enhancing Smart Home Design with AI Models [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.mdpi.com/1996-1073/16/6/2636>.
3. AI-based chatbots [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12525-020-00414-7>.

УДК 004.77

Юзьків О.– ст. гр. КІ-406

*ВСП «Тернопільський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ПАСИВНИХ ОПТИЧНИХ МЕРЕЖ (PON) В УМОВАХ ВІДКЛЮЧЕННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

Науковий керівник: к.т.н., викладач вищої категорії Генік І. С.

Yuzkiv O.

*Separate Structural Subdivision «Ternopil Professional College of Ternopil Ivan Puly National Technical University»*

## **USE OF PASSIVE OPTICAL NETWORKS (PON) IN CONDITIONS OF POWER SUPPLY PROBLEMS**

Supervisor: Ph.D., teacher of the highest category Genyk I.S.

Ключові слова: мережа, пасивна оптична мережа, електроенергія

Keywords: network, passive optical network, power

Протягом останніх десятиліть наявна постійна динаміка збільшення використання людством обсягів інформації, що приводить до збільшення кількості комп'ютерних мереж географічно і до росту їх швидкісних параметрів. Більшість українських провайдерів будувала власні мережі, особливо сегменти наближені до користувача, за різними технологіями, але переважно з використанням активного обладнання. Після повномасштабного вторгнення росії та руйнування енергетичної інфраструктури України, виникають проблеми із забезпечення живлення мережевої апаратури. Одним з їх рішень є використання джерел безперебійного живлення чи локальне генерування електроенергії, що не завжди є можливим, чи економічно доцільним. Другий шлях – застосування відповідних технологій побудови мереж.

В даний час актуальності набуває технологія PON (Passive Optical Network), або технологія пасивної оптичної мережі. Використання її дозволяє працювати без використання активних проміжних засобів, тобто вузлові станції для роботи не потребують електроенергії. Застосування технології PON зазвичай передбачає створення розгалуженої мережі деревовидної топології на пасивних оптичних розгалужувачах. Інформація для всіх користувачів передається одночасно з тимчасовим поділом каналів від головної станції - оптичного лінійного терміналу (OLT, Optical Line Terminal) - до кінцевих оптичних мережевих блоків (ONU, Optical Network Unit). Передача і прийом в обох напрямках проводяться, як правило, по одному оптичному волокну, але на різних довжинах хвиль. Оптична потужність з виходу OLT у вузлах мережі ділиться (рівномірно або нерівномірно) таким чином, щоб рівень сигналу на вході всіх ONU був приблизно однаковий. Можливе включення і телевізійного сигналу через мультиплексування. Всього можливе підключення до 32 (в деяких різновидах - до 64) абонентів при максимальній дальності зв'язку - до 20 км.

Головна станція провайдера має резервне живлення. А із застосуванням у мережі PON схеми FTTH (волокно до дому) кінцевий користувач може заживити обладнання від малопотужного джерела і мати доступ до даних у часи аварійних чи стабілізаційних відключень енергосистеми.

Секція:

Математика та статистика

УДК 517.9

Дерев'янюк В. – ст. гр. СНм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**ПОБУДОВА ЧИСЕЛЬНОГО РОЗВ'ЯЗКУ ПЕРШОЇ КРАЙОВОЇ  
ЗАДАЧІ ДЛЯ РІННЯ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ**

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Габрусєв Г. В.

Derevianko V.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

**NUMERICAL SOLUTION OF THE FIRST BOUNDARY VALUE  
PROBLEM FOR THE HEAT EQUATION**

Supervisor: Habrusiev H. V.

**Ключові слова:** рівняння теплопровідності, стержень, апроксимація, рівняння гіперболічного типу.

**Keywords:** heat equation, rod, approximation, hyperbolic partial differential equation

Розглянемо задачу про розподіл тепла в однорідному стержні довжиною 1, на кінцях якого підтримуються стала температура  $t_1 = 10$  та  $t_2 = 20$ , а функція

$$f(x) = \begin{cases} 10 - 20x, & 0 \leq x \leq 0.5, \\ 40x - 20, & 0.5 \leq x \leq 1; \end{cases}$$

Описує розподіл температури всередині стержня у початковий момент часу  $t = 0$ .

Як відомо, процес теплообміну стержня описується рівнянням параболічного типу [1]. Отже в математичному плані одержуємо наступну крайову задачу

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad 0 \leq x \leq 1, \quad 0 \leq t \leq T,$$

із початковою умовою

$$u(x, 0) = f(x), \quad 0 \leq x \leq 1$$

та граничними умовами

$$u(0, t) = 10, \quad u(1, t) = 20 \quad 0 \leq t \leq T.$$

Розв'язок задачі будемо проводити наближено із застосування системи комп'ютерної алгебри Mathcad [2].

Для розв'язання поставленої задачі в області виберемо крок розбиття по осі  $x$   $h = 0.1$ , а крок розбиття часового інтервалу  $\tau = 0.02$ . Для прикладу виберемо сітку розміром  $10 \times 60$ . На рисунку 1 зображено основні блоки програми. Функція  $\text{pr}(n, \tau, h, u, y1, j)$  реалізує метод прогонки, тобто розв'язуючи СЛАР обчислює значення функції  $u(x, t)$  певного часового шару на основі даних попереднього (масив значень  $y1$ ). Функція ж  $\text{P}(m1, n, \tau, h, u, f)$  дозволяє розв'язати поставлену задачу шляхом циклічного виклику функції  $\text{pr}(n, \tau, h, u, y1, j)$ .



У результаті виконання програми  $P(m1, n, \tau, h, u, f)$  ми одержуємо значення шуканої функції  $u(x, t)$  та будуємо її у вигляді поверхні та ліній рівня (рисунок 2).

```

pr(n, \tau, h, u, y1, j) :=
    \alpha_1 \leftarrow 0
    \beta_1 \leftarrow u_{0, j}
    \gamma \leftarrow \frac{\tau}{h^2}
    for i \in 1, 2.. n
        \alpha_{i+1} \leftarrow \frac{\gamma}{(1 + 2 \cdot \gamma - \gamma \cdot \alpha_i)}
        \beta_{i+1} \leftarrow \frac{\gamma \cdot \beta_i + y1_i}{(1 + 2 \cdot \gamma - \gamma \cdot \alpha_i)}
    \alpha
    \beta
    y_n \leftarrow u_{n, j}
    for k \in n - 1, n - 2.. 0
        y_k \leftarrow \alpha_{k+1} \cdot y_{k+1} + \beta_{k+1}
    y

P(m1, n, \tau, h, u, f) :=
    t \leftarrow 0
    for i \in 0, 1.. n
        y1_i \leftarrow f(x_i)
        y1
    for k \in 0, 1.. m1
        for i \in 0, 1.. n
            us_{i, k} \leftarrow y1_i
            us
        for j \in 0, 1.. 9
            y1 \leftarrow pr(n, \tau, h, u, y1, j)
            t \leftarrow t + \tau
            y1
        us
    us
    
```

Рис. 1. Програма в середовищі Mathcad.

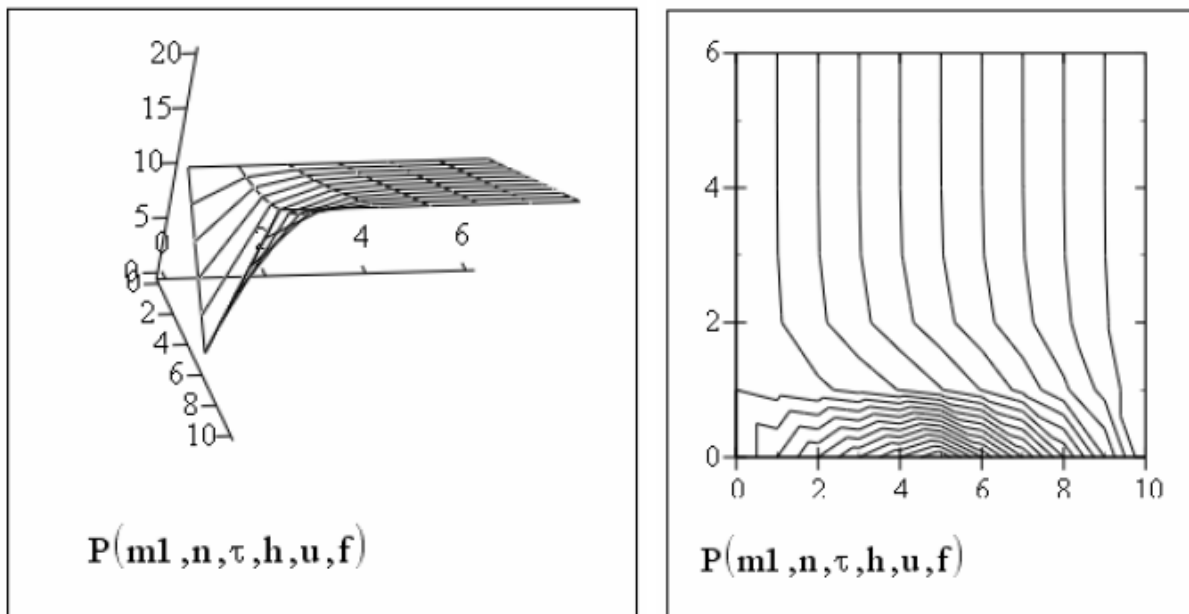


Рис. 2. Функція  $u(x, t)$ .

**Література**

1. Габрусев Григорій. Рівняння математичної фізики. Навчальний посібник / Г.В. Габрусев. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. Івана Пулюя: 2014 – 84 ст.
2. Habrusiev H. Contact interaction of a predeformed plate which lies without friction on rigid base with a parabolic indenter / Hryhorii Habrusiev, Iryna Habrusieva // Scientific Journal of TNTU. — Tern. : TNTU, 2021. — Vol 102. — P. 87–95.

УДК 517.9

Мимрик У. – ст. гр. ЕТ-11

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## МЕТОДИКА НАБЛИЖЕНОГО РОЗВ'ЯЗАННЯ РІВНЯНЬ ПАРАБОЛІЧНОГО ТИПУ

Науковий керівник: к.т.н. Габрусєва І. Ю.

Mymryk U.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

## METHODS OF APPROXIMATE SOLUTION FOR THE PARABOLIC PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATION

Supervisor: Habrusieva I. Yu.

**Ключові слова:** рівняння теплопровідності, стержень, апроксимація, рівняння гіперболічного типу.

**Keywords:** heat equation, rod, approximation, hyperbolic partial differential equation

Розглянемо першу крайову задачу для рівняння теплопровідності [1]. Вона полягає у відшукуванні такої функції  $u(x,t)$ , що при  $0 \leq x \leq a$  та  $0 \leq t \leq T$  задовольняє рівняння

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad (1)$$

початкові умови

$$u(x,0) = f(x), \quad 0 \leq x \leq a \quad (2)$$

та крайові умови першого роду

$$u(0,t) = \mu_1(t), \quad u(a,t) = \mu_2(t), \quad 0 \leq t \leq T. \quad (3)$$

До задачі (1) – (3), зокрема, приводить задача про розподіл тепла в однорідному стержні довжиною  $a$ , на кінцях якого підтримуються заданий температурний режим.

Побудуємо в області  $D = \{(x,t), 0 \leq x \leq a, 0 \leq t \leq T\}$  рівномірну прямокутну сітку розміром  $n \times m$  із кроком  $h$  по осі  $x$  та  $\tau$  – по осі  $t$

$$x_i = ih, \quad i = 0, 1, \dots, n, \quad a = nh;$$

$$t_j = j\tau, \quad j = 0, 1, \dots, m, \quad T = m\tau.$$

Апроксимацію рівняння (1) проводитимемо за допомогою чотири точкового шаблону [2] (рис. 1)

$$\frac{u_{i,j+1} - u_{i,j-1}}{\tau} = \frac{u_{i+1,j} - 2u_{i,j} + u_{i-1,j}}{h^2}, \quad (4)$$

де  $u_{i,j}$  – це наближене значення функції  $u(x,t)$  у вузлі  $(x_i, t_j)$ .

Введемо позначення  $\lambda = \frac{\tau}{h^2}$ , тоді із співвідношення (4) одержимо

$$\lambda u_{i+1,j} - (1 + 2\lambda)u_{i,j} + \lambda u_{i-1,j} = -u_{i,j-1}, \quad i = 1, 2, \dots, n-1. \quad (5)$$

Останнє співвідношення апроксимує (1) із похибкою  $O(\tau + h^2)$  лише у внутрішніх вузлах сітки. Значення функції  $u(x,t)$  для вузлів при  $i=0$  та  $i=n$  задаються крайовими умовами (3) поставленої задачі

$$u_{0,j} = \mu_1(t_j), u_{n,j} = \mu_2(t_j).$$

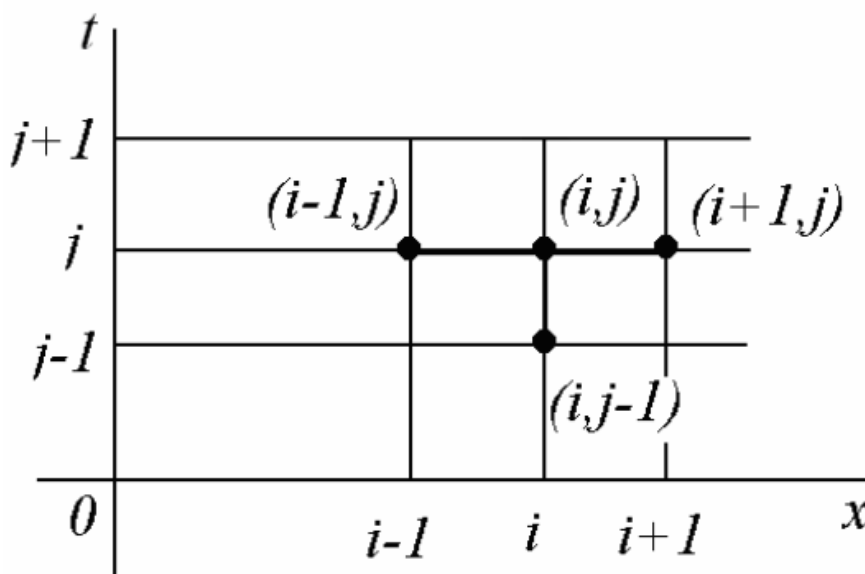


Рис. 1. Вузлова сітка

Побудована таким чином схема є неявною, тому значення  $u_{i,j}$  потрібно шукати як розв'язок системи лінійних рівнянь (5). Для розв'язання даної системи можна використовувати будь-який метод, проте найбільш раціональним, на мою думку, буде метод прогонки (оскільки одержується тридіагональна матриця СЛАР). Таким чином ми знаходимо значення функції  $u$  для часового шару  $j$ , якщо відомі її значення для шару  $j-1$ . Для нульового шару ( $j=0$ ) розв'язок є відомим із початкової умови (2)

$$u_{i,0} = f(x_i).$$

Відмінною особливістю даної схеми її стійкість при довільних значеннях параметра  $\lambda > 0$ . Явна ж схема є стійкою лише при  $\lambda < \frac{1}{2}$ , тобто при  $\tau < \frac{h^2}{2}$ . Це означає, що обчислення за явною схемою доводиться проводити із дуже малим кроком  $\tau$ , що в свою чергу приводить до значних витрат машинного часу. При обчисленнях за неявною схемою на одному кроці потрібно проводити більше операцій, проте можна як завгодно збільшити величину самого кроку  $\tau$  без ризику порушити стійкість самої схеми. Це дає змогу значно зменшити витрати машинного часу, необхідного для розв'язання задачі.

### Література

1. Габрусев Григорій. Рівняння математичної фізики. Навчальний посібник / Г.В. Габрусев. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. Івана Пулюя: 2014 – 84 ст.
2. Habrusiev H. Contact interaction of a predeformed plate which lies without friction on rigid base with a parabolic indenter / Hryhorii Habrusiev, Iryna Habrusieva // Scientific Journal of TNTU. — Tern. : TNTU, 2021. — Vol 102. — P. 87–95.

УДК 536.2

Островський О. - ст.гр. КТ-21

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## РОЗВ'ЯЗОК ЗАДАЧІ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ДЛЯ ПРЯМОКУТНОГО БРУСА

Науковий керівник: канд. фіз. – мат. наук, доцент Шелестовський Б.Г.

Ostrovskiy O.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

## SOLUTION OF THE PROBLEM ON THE SQUARED BEAM CONDUCTIVITY

Supervisor: Shelestovskyi B.

Ключові слова: температура, рівняння теплопровідності

Key words: temperature. heat conductivity equation

Розглянемо довгий прямокутний брус, одна із граней якого підтримується при заданій температурі, а на інших гранях температура дорівнює нулю. Потрібно знайти усталену температуру в довільній точці бруса. Із симетрії бруса ясно, що температура не залежить від  $z$ , тому можна обмежитись розглядом перерізу в площі  $xoy$ .

Температура  $T(x, y)$  задовольняє рівняння теплопровідності:

$$\Delta T \equiv \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0, \quad (1)$$

та краєвим умовам:

$$T|_{x=0} = 0, \quad T|_{x=a} = f(y), \quad (2)$$

$$T|_{y=0} = 0, \quad T|_{y=b} = 0. \quad (3)$$

Розв'язок рівняння (1) шукаємо у вигляді

$$T(x, y) = X(x)Y(y) \quad (4)$$

Диференціюємо (4) два рази по  $x$  і  $y$  та підставимо у (1):

$$X''Y + XY'' = 0$$

Розділивши останню рівність на  $X \cdot Y$ , відокремимо змінні:

$$\frac{X''}{X} = -\frac{Y''}{Y} = \lambda^2,$$

де  $\lambda$  – стала, приходимо до звичайних диференціальних рівнянь:

$$X'' - \lambda^2 X = 0, \quad (5)$$

$$Y'' + \lambda^2 Y = 0. \quad (6)$$

Розв'язок рівнянь (5) і (6) запишемо у вигляді:

$$Y(y) = \cos \lambda y + D \sin \lambda y, \quad (7)$$

$$X(x) = A \cdot \cosh \lambda x + B \sinh \lambda x. \quad (8)$$

Задовольняючи граничні умови (3), отримуємо:

$$Y(0) = C = 0, \quad Y(y) = D \sin \lambda y,$$

$$Y(b) = D \sin \lambda b = 0, \quad \lambda b = \pi n, \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

$$\lambda_n = n \frac{\pi}{b}.$$

Підставляючи ці дискретні значення параметра  $\lambda$  в (7) та (8), маємо:

$$X_n = A_n ch \frac{n\pi x}{b} + B_n sh \frac{n\pi x}{b}, \quad (9)$$

$$Y_n = D_n \sin \frac{n\pi y}{b}. \quad (10)$$

Отримали сукупність функцій  $T_n(x, y)$ , які задовольняють рівняння (1) та умови (3).

$$T_n(x, y) = \left( M_n ch \frac{n\pi x}{b} + N_n sh \frac{n\pi x}{b} \right) \sin \frac{n\pi y}{b}. \quad (11)$$

Покладаючи  $M_n = 0$ , задовольнимо першій умові (2).

$$T_n(x, y) = N_n \cdot sh \frac{n\pi x}{b} \cdot \sin \frac{n\pi y}{b} \quad (12)$$

Сукупність функцій (12) задовольняє рівняння (1) та трьом нульовим граничним умовам.

Для того, щоб задовольнити другу умову (2), візьмемо розв'язок рівняння (1) у вигляді ряду:

$$T(x, y) = \sum_{n=1}^{\infty} N_n sh \frac{n\pi x}{b} \sin \frac{n\pi y}{b}. \quad (13)$$

і підберемо коефіцієнти  $N_n$  так, щоб ряд при  $x \rightarrow a$  збігався до функції  $f(y)$

$$T \Big|_{x=a} = \sum_n N_n sh \frac{n\pi a}{b} \cdot \sin \frac{n\pi y}{b} = f(y) \quad (14)$$

Звідси видно, що сталі множники  $N_n sh \frac{n\pi a}{b}$  повинні бути коефіцієнтами розкладу в ряд Фур'є функції  $f(y)$  по синусам:

$$N_n = \frac{f_n}{sh \frac{n\pi a}{b}}, \quad f_n = \frac{2}{b} \int_0^b f(y) \sin \frac{n\pi y}{b} dy. \quad (15)$$

Підставляючи значення коефіцієнтів  $N_n$  в ряд (1), отримаємо шуканий розподіл температур.

$$T(x, y) = \sum_{n=1}^{\infty} f_n \frac{sh \frac{n\pi x}{b}}{sh \frac{n\pi a}{b}} \sin \frac{n\pi y}{b}. \quad (16)$$

Секція:

## Механічна інженерія

УДК 621.742

Oji Joshua Chukwuemeka - st. gr. IMP-42

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

i

### **WAYS OF INCREASING THE EFFICIENCY OF FOUNDRY PROCESSES IN SMALL-SCALE PRODUCTION**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Prof. L.M. Danylchenko

Оджі Джошуа Чуквуемека

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

### **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЛИВАРНИХ ПРОЦЕСІВ В УМОВАХ ДРІБНО-СЕРІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Данильченко Л.М.

Keywords: efficiency, foundry process, small-scale production

Ключові слова: технологія, ливарний процес, дрібно-серійне виробництво

Foundry, as the main procurement base of mechanical engineering, has a huge range of technologies and casting equipment, which can be used to perform specific production tasks with varying efficiency. It is known, that the same casting can be obtained in many ways using various technological methods. However, the economic efficiency of its production in different cases will differ significantly [1]. Modern mechanical engineering poses new tasks for foundry, the solution of which will improve the accuracy of castings; optimal adjustment and refinement of its design. With any option of casting method, the process from setting the problem to obtaining the casting can be represented as a series of successive stages (Fig. 1).

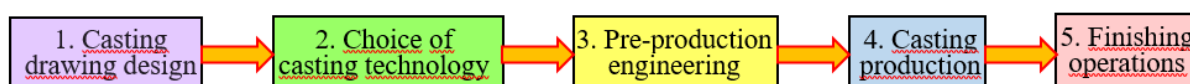


Figure 1. The main stages of new castings' manufacturing

Taking into account that the 1st-3rd stages are practically independent of production volumes, and the costs of the 4th and 5th stages are directly related to production volume of castings, then with the growth of series production the share of the 4th and 5th stages in the total cost of manufacturing one casting increases, and the share of the 1st-3rd is reduced. Thus, it is advisable to use different approaches to the preparation of the production of castings in the conditions of individual, serial and mass scales of production.

Based on the presented analysis, it is possible to formulate a number of principles for ensuring the maximum efficiency of small-scale and single foundry production: the maximum reduction in the time and cost of pre-engineering; choice of technology for the manufacturing of castings with the possibility of flexible regulation of the time and sequence of execution of individual technological operations; the versatility of the technological processes, materials and equipment used, which should make it possible to obtain castings from different alloys in a wide range of sizes, application of additive technologies. The use of additive technologies in modern foundry makes it possible to "grow" both pattern equipment and casting molds directly with minimal labor costs and a significant reduction in manufacturing time [2].

When prototyping, manufacturing pilot cast products and adjusting their design, great advantages are provided by the use of modern CAD/CAM/CAE systems, 3D printers for direct printing of casting molds and cores, which makes it possible to completely exclude the

stage of manufacturing model castings from the traditional chain of obtaining casting tooling (Fig. 2). Taking into account that in the development of new castings and development of their production, the process of adjusting the design is often repeated many times, the exclusion of the stage of design and manufacture of pattern equipment can significantly reduce costs and increase the competitiveness of production.

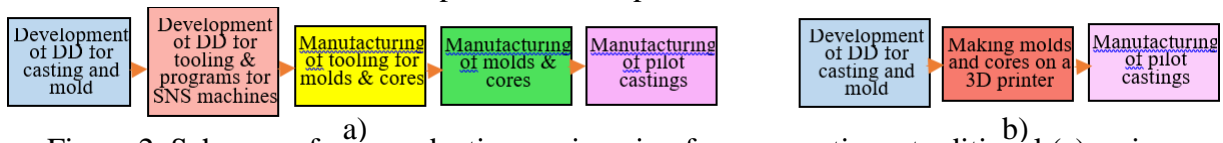


Figure 2. Schemes of pre-production engineering for new castings: traditional (a); using additive technologies for the manufacturing of molds and cores (b)

The specifics of single and small-scale production, in addition to the requirement to constantly a a new range of castings, lies in the need to manufacture casting molds of different sizes and metal consumption, prepare various alloys, and apply different approaches to organizing finishing operations. If in mass production end-to-end constantly functioning technological flows are organized with parallel execution of technological operations, then in single and small-scale production it is often necessary to use a mixed system of labor organization, with a number of operations performed sequentially with their placement in time. In such conditions, the most rational is the use of No-Bake technologies and modern cold-hardening sand-resin mixtures using batch and continuous operation. Batch mixtures, as a rule, are small-sized blade units (Fig. 3, a), which are quite simple to operate, do not require large areas and foundations for placement, and can work with most of the currently used organic binder compositions.

To organize small-scale production of molds and cores from such mixtures with acid hardeners, it is preferable to use continuous screw mixers, which make it possible to mechanize and minimize the time of mixing, transporting and filling technological equipment with mixtures (Fig. 3, b). Modern screw mixers, as a rule, are equipped with multi-circuit systems for supplying and dosing liquid binders, as well as systems for controlling temperature and heating the filler, which makes them suitable for preparing most types of sand-resin mixtures used in the modern foundry industry.

The widespread use of modern technologies and specially selected equipment with rational technological tooling allow the most efficient organization of single and small-scale production of castings, ensuring their consistently high accuracy and quality.

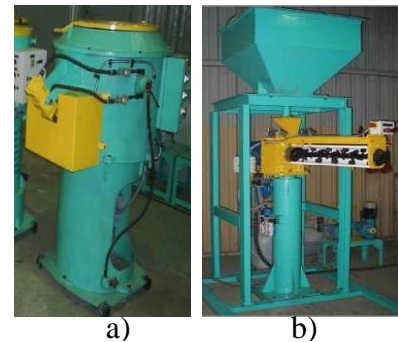


Figure 3. Mixers for the preparation of cold-hardening sand-resin mixtures [3]: blade-type batch operation of various capacities (a); screw continuous operation (b)

#### References:

1. Vasylyk V., Danylchenko L., Radyk D. Technological methods of workpieces manufacturing. Metal Casting: Manual / V. Vasylyk, L. Danylchenko, D. Radyk. Edited by L. Dzhydzhora. – Ternopil: Osadtsa U.V., 2021. – 203 p.

2. Данильченко Л.М., Радик Д.Л. Особливості запровадження адитивних технологій в процесах виробництва заготовок // Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої пам'яті професора Гевка Б.М. „Проблеми теорії проектування та виготовлення транспортно-технологічних машин“, 23-24 вересня 2021. — Т.: ФОП Паляниця В. А., 2021. — С. 26–27.

3. Seven Steps to Energy Efficiency for Foundries / [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.foundrymag.com/melt-pour/article/21928478/seven-steps-to-energy-efficiency-for-foundries>.

УДК 621.952.8

Атаманчук О., Дмитраш О. – ст. гр. МВМ-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РАДІУСА ТРАНСПОРТНОГО КАНАЛУ І СПОСОБУ БАЗУВАННЯ НА ВІДХИЛЕННЯ ВІД КРУГЛОСТІ ЗГОРТНИХ ВТУЛОК

Науковий керівник: к.т.н., ст. викладач Сенік А.А.

Atamanchuk O., Dmytrash O.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

## EXPERIMENTAL STUDY OF THE INFLUENCE OF THE RADIUS OF THE TRANSPORT CHANNEL AND THE METHOD BASED ON THE DEVIATION FROM THE ROUNDNESS OF THE TURNING BUSHES

Supervisor: Ph.D., art. teacher Senyk A.A.

Ключові слова: згортна втулка, відхилення від круглості, точність форми

Keywords: turning bush, deviation from roundness, shape accuracy

Одним із найважливіших завдань при формуванні згортних втулок є забезпечення максимально можливої точності (відхилень від круглості) на першій операції. Для виконання поставленого завдання формувались вибірки із 10 втулок, які отримували після першої операції згортання при різних радіусах транспортного каналу ( $R=100\text{мм}$ ;  $50\text{мм}$ ) і різних способах базування: формуюча матриця (ФМ) – без оправки; ФМ – з консольно закріпленою оправкою; ФМ – із оправкою, встановленою на 2-х опорах.

Із отриманих дослідних згортних втулок формували дослідні вибірки обсягом 10 втулок, шліфували торці, які після цього піддавали скануванню. Використавши метод проектування, збільшували у задане число разів, забезпечували необхідну точність вимірювання не менше 5 мкм. Вписували у отримані круглограми прилягаючі кола, які ділили на 24 положення, і у кожному із цих положень визначали  $EFK_{in}$  (де  $in$  – номер положення). Відхилення від круглості  $EFK_{in}$  у кожному положенні усереднювали і отримували усереднені круглограми, одна з яких подана на рисунку 1. Відхилення від круглості на проміжку  $[0, 2\pi]$  за усередненими круглограмами згортних втулок апроксимували десятичленим тригонометричним рядом Фур'є і отримували середні значення  $\overline{EFK}$  та дисперсії  $D(EFK)$ . Отримані значення подані в таблиці 1.

Таблиця 1

Значення характеристик розсіювання відхилень від круглості при різних способах базування та радіусах каналу

Вид базування	Радіус транспортного каналу $R$ , мм	Характеристики розсіювання відхилень від круглості		
		Середні значення $\overline{EFK}$ , мкм	Дисперсія $D(EFK)$ , мкм <sup>2</sup>	Максим. знач. $EFK_{\max}$ , мкм
ФМ – без оправки	100/50	254/231	92420/76770	1338/1235
ФМ – оправка консольна	100/50	99/79	21680/3683	629/330
ФМ – оправка на двох опорах	100/50	87/58	20240/2041	589/218
На 2-х опорах за тех. проц [1]	50	24	1802	155

Вплив радіуса транспортного каналу  $R$  і способу базування на зменшення



характеристик точності форми, а саме: на середнє значення відхилення від круглості  $EFK$ , дисперсію  $D(EFK)$  і максимальнє значення відхилення від круглості  $EFK_{max}$  подано відповідно у таблиці 2 і 3.



Рисунок 1 Усереднена круглограма згортної втулки сформованої при радіусі транспортного каналу  $R=50$  мм і способі базування ФМ – оправка на 2-х опорах

Таблиця 2

Значення характеристик  $EFK$  в залежності від радіуса транспортного каналу

Спосіб базування	Радіус тран. каналу $R$ , мм	Зменшення характеристик $EFK$ (у рази)		
		$\overline{EFK}$ , мкм	$D(EFK)$ , мкм <sup>2</sup>	$EFK_{max}$ , мкм
ФМ без оправки	100/50	1,10	1,20	1,08
ФМ – оправка конс.	100/50	1,25	5,88	1,91
ФМ – оправ на 2-х опор.	100/50	1,50	9,91	2,70

Таблиця 3

Значення характеристик розсіювання  $EFK$  в залежності від способу базування при постійних радіусах транспортного каналу

Спосіб базування	Радіус тран. каналу $R$ , мм	Зменшення параметрів (у рази)		
		$\overline{EFK}$ , мкм	$D(EFK)$ , мкм <sup>2</sup>	$EFK_{max}$ , мкм
ФМ без оправки/ ФМ – оправка конс.	100/50	2,56/2,92	4,26/20,84	2,13/3,74
ФМ без оправки/ ФМ – опр. на 2-х опорах	100/50	2,92/3,98	4,57/37,61	2,27/5,66
ФМ – оправ. конс./ФМ – оправ. на 2-х опор.	100/50	1,14/1,36	1,07/1,80	1,07/1,51
ФМ – без оправки – на 2-х опорах за [1]	50	9,62	42,60	8,63
ФМ – оправка конс. – на 2-х опорах за [1]		3,29	4,26	7,97
ФМ – оправка на 2 опорах за [1]		2,40	1,13	1,41

Аналіз отриманих даних показує, що спосіб базування більше впливає на характеристики відхилення від круглості, ніж радіус транспортного каналу. Найбільш ефективним щодо забезпечення точності форми згорнутої втулки за параметром відхилення від круглості  $EFK$  виявився технологічний процес формування згортних втулок за запропонованим технологічним процесом [1].

Середні значення відхилень від круглості згортних втулок, сформованих за цим процесом, порівняно із таким же параметром, сформованим на радіусі 50мм і однаковим способом базування, зменшились у 2,4 рази. Дисперсія розсіювання  $EFK$  зменшилась у 1,13 разів.

Ефективність запропонованого технологічного процесу формування згортних втулок підтверджено критеріями Стюдента і Фішера.

#### Перелік посилань:

1. Кривий П.Д. Конструкторсько-технологічне забезпечення підвищеної якості згортних втулок: монографія / Кривий П.Д., Сенік А.А. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019.–232с.

УДК 620.1

Баран Р.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СУЧАСНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ КАВІТАЦІЙНОГО ЗНОШУВАННЯ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Вітенько Т.М.

Baran R.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **MODERN ASPECTS OF CAVITATION WEAR RESEARCH**

Supervisor: Vitenko T.

Ключові слова: гідродинамічна кавітація, зношування, чисельне моделювання

Keywords: hydrodynamic cavitation, wear, numerical modeling

Дослідження кавітаційного зношування відіграють важливу роль у покращенні продуктивності та надійності інженерних систем, які піддаються кавітації. Падіння тиску в системі призводить до утворення та колапсу бульбашок. Цей процес може спричинити пошкодження поверхні матеріалу через різноманітні механізми, включаючи ерозію, корозію, втому та розтріскування. Тому розуміння основних механізмів кавітаційного зношування та розробка ефективних рішень для пом'якшення його наслідків є вирішальним для проектування та експлуатації високоефективних і довговічних інженерних систем.

Одним із головних завдань дослідження кавітаційного зношування є вивчення механізмів та розробка точних моделей для прогнозування швидкості та закономірностей зношування. Для всебічного розуміння механізмів кавітаційного зношування необхіден мультидисциплінарний підхід, який поєднує експериментальні та чисельні методи. Експериментальні методи, такі як акустична емісія, ультразвукові вимірювання та аналіз поверхні, можуть надати цінну інформацію про природу та тяжкість кавітаційного зносу. У той же час чисельне моделювання, наприклад, обчислювальна гідродинаміка (CFD) і аналіз скінченних елементів (FEA), може допомогти змоделювати потоки та керувати утворенням та колапсом кавітаційних порожнин.

Ще однією важливою метою дослідження є розробка ефективних матеріалів та покриттів, які можуть протистояти кавітаційному зношенню. Це потребує глибокого розуміння властивостей матеріалів та покриттів, таких як твердість, в'язкість, корозійна стійкість та адгезія, а також їх взаємодії з рідинним середовищем. Останні досягнення в галузі матеріалознавства та нанотехнологій відкривають нові можливості для розробки сучасних матеріалів та покриттів зі спеціальними властивостями, які здатні витримувати екстремальні умови кавітації. Наприклад, вчені досліджують використання наноструктурованих матеріалів, таких як графен та вуглецеві нанотрубки, як зміцнюючі фази у металевих та полімерних покриттях для підвищення їх стійкості до кавітаційного зношування. Отже вирішення дослідницьких завдань щодо кавітаційного зношування сприятимуть розробці більш ефективних, надійних і стійких інженерних систем.

УДК 621.91:621.396.6

Буковський І. - ст. гр. МВМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МЕХАТРОННИЙ ЗАТИСКНИЙ ПРИСТРІЙ З ПРИВОДОМ ВІД ШПИНДЕЛЯ ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА З ЧПК**

Наукові керівники: к.т.н. доц. Волошин В.Н., к.т.н. Буховець В.М.

Bukovskyi I.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **MECHATRONIC CLAMPING DEVICE DRIVEN FROM THE SPINDLE OF A CNC LATHE**

Supervisors: Ph.D., Assoc. Prof. Voloshyn V., Ph.D. Buhovets V.

Ключові слова: затискний пристрій, мехатронний модуль, токарний верстат з ЧПК.

Keywords: clamping device, mechatronic module, CNC lathe.

Цифрове виробництво все більше і більше впроваджується у сучасне машинобудування, основу якого складають кіберфізичні системи. В цих системах технологічне обладнання та оснащення, матеріали і продукти є активними системними компонентами та самостійно управляють своїми технологічними і логістичними процесами [1]. Одним із важливих напрямків «розумного» машинобудівного виробництва є здатність швидко і гнучко перенастроювати автоматизоване технологічне обладнання. Важливими вузлами токарних верстатів з ЧПК, що суттєво впливають на їх гнучкість, а також визначають точність і продуктивність механічної обробки, є мехатронні модулі головного руху із механізмами затиску [2, 3]. Швидкодія затискних пристроїв дозволяє скоротити допоміжний час на встановлення, закріплення заготовок і зняття оброблених деталей в автоматичному циклі роботи токарного верстата з ЧПК [3].

Як свідчить проведений аналіз мехатронних модулів головного руху токарних верстатів з ЧПК для створення сили затиску заготовки в переважній більшості використовуються окремі гідравлічні або електромеханічні приводи затиску [3]. Останнім часом все частіше провідні виробники затискної техніки переходять на виробництво електромеханічних приводів затиску, що на відміну від гідравлічних мають ряд переваг (енергоефективніші та компактніші, легко забезпечують контроль та регулювання силу затиску, екологічно чистіші, потребують менше технічного обслуговування) [4]. Одним із способів зменшення складності і вартості електромеханічних приводів затиску є запропонована в даній роботі концепція енергоефективного мехатронного затискного пристрою із приводом від мотор-шпинделя (рис. 1). Вона передбачає один привід для затиску та обертання заготовки та розроблена на основі генетико-морфологічного підходу [3].

Шпиндель 11 встановлений у шпиндельній бабці 7 у підшипникових вузлах задньої опори 8 та передньої опори і має центральний отвір, в який встановлена труба затиску 10. Труба затиску 10 приєднана до затискного патрона та в процесі затиску-розтиску рухається в аксіальному напрямку, а в процесі обробки обертається разом із шпинделем 10. Ротор 9 привідного двигуна встановлений на шпинделі 11 між його передньою і задньою опорами. Циліндричний корпус 6 закріплений на зовнішній поверхні задньої стінки шпиндельної бабки 7 так, щоб бути співвісним із шпинделем 11. Стакан 13 із зубчатим вінцем встановлений на підшипниках 4 в корпусі 6 та

приєднаний до шпинделя 11 через фланець 12. На задній частині труби затиску 10 встановлена різьбова втулка 14 на яку нагвинчена гайка 16, що встановлена у підшипниках 15, 17. На дископодібній частині гайки 16 виконаний зовнішній зубчатий вінець. Пристрій також містить дисковий елемент перемикання режимів роботи 2, який має внутрішній зубчатий вінець та торцевий зубчатий вінець. В режимі обробки внутрішній зубчатий вінець з'єднаний із зубчатими вінцями гайки 16 і стакана 13. В режимі затиску-розтиску торцевий зубчатий вінець з'єднаний із торцевим зубчатим вінцем кришки 1 та зовнішнім зубчатим вінцем гайки 16. Керування пересуванням дискового елемента перемикання режимів роботи 2 здійснюється від електромагнітного приводу 5 через тягу 3.

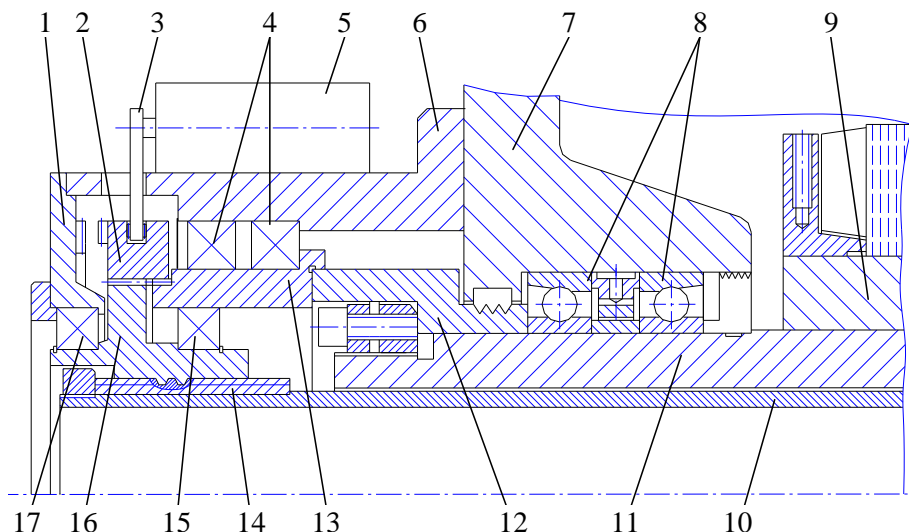


Рис. 1 – Конструктивна схема мехатронного затискного пристрою із приводом від мотор-шпинделя

В рамках теоретичних досліджень проведено моделювання крутного моменту мотор-шпинделя в режимі затиску в залежності від параметрів гвинтової пари, осьової сили приводу та сил тертя в елементах системи.

Запропонований мехатронний затискний пристрій із приводом від мотор-шпинделя має ряд суттєвих переваг, таких як енергоефективність, компактність, здатність підтримувати необхідну силу затиску без підведення енергії після затиску, легкість керування роботою затискного патрона, можливість контролю сили затиску.

Список посилань:

1. Industrial Internet of Things. Cybermanufacturing Systems/ S.Jeschke, C. Brecher, H. Song, D.-V. Rawat. – Springer, 2017. – 709 p.
2. Зажимные механизмы для высокопроизводительной и высокоточной обработки резанием: монографія/ Ю.Н. Кузнецов, В.Н. Волошин, П.М. Неделчева, Ф.В. Эль-Дахаби. – Габрово: «Васил Априлов», 2010. – 724 с.
3. Кузнецов Ю.М. Приводи затискних механізмів металообробних верстатів: монографія/ Ю.М. Кузнецов, Б.І. Придальний. – Луцьк: Вежа-Друк, 2016. – 352 с.
4. Волошин В.Н. Мехатронна система затиску токарного верстата з ЧПК з магнітореологічним середовищем/В.Н.Волошин // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС-2020): матеріали тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції (29–30 квітня 2020р., м.Чернігів). – Чернігів: Національний університет «Чернігівська політехніка», 2020. – Т1. – С. 115-116.

УДК 637.147.2

Хомин В. – ст. гр. МО-51, Гавліч Д. – ст. гр. МО-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ЛІНІЙ ВИГОТОВЛЕННЯ СИРУ КИСЛОМОЛОЧНОГО**

Науковий керівник: к.т.н., проф. Шинкарик М.М.

Khomyn V., Havlich D.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **INCREASING THE LEVEL OF MECHANISATION OF SOUR – DAIRY CHEESE PRODUCTION LINES**

Supervisor: Shchynkaryk M.

Ключові слова: casein, dehydration

Keywords : казеїн, зневоднення

Технологічні лінії виготовлення сиру кисломолочного включають досить різноманітне обладнання, яке залежить від способу виробництва творогу і продуктивності ліній, способу сквашування молока.

Донедавна основним обладнанням для скавашування згусту були відкриті ванни місткість 2,5т або 5т, зневоднення кисломолочного сиру проходило самопресуванням або на барабанних зневоднювачах, та охолодження на барабанних охолоджувачах на відкритій поверхні. Таке обладнання мало низький рівень механізації та не забезпечувало санітарних вимог.

Перспективним є використання ліній виробництва сиру кисломолочного (Польща) напівнеперервної дії, що включає 5 вертикальних сировиготовлювачі неперервної дії HPSS-10 трубчастий охолоджувач згустку типу WR/T, обладнання для відділення сироватки, двошнековий охолоджувач W/S.

Пастеризоване молоко подається в котел -сировиготовлювач де після нагріву до температури 28-32 С в нього подають закваску з чистих культур кисломолочних бактерій. Після перемішування мішалки зупиняють і протягом наступних 10-12 годин відбувається коагуляція молка. Далі проводять розрізання згустку, після чого відбувається осушення згустку шляхом перемішування з одночасним підігрівом. Сирну масу підігрівають до температури 36-46 С гарячою водою температурою 65- 75 С. Час обробки становить 2-3 години. Після досягнення бажаних параметрів і закінчення обробки маса піддається кларифікації, а сироватка, яка займає 60% обсягу котла, випускається з котла самопливом. Сироватку через систему збору подають в ємність для зберігання. Отримане зерно, змішане із залишком сироватки, подається кулачковим насосом через трубчастий охолоджувач на систему пресування сиру типу Р/Т, що складається з барабанного стандартизатора маси і пресуючого конвейєра. На наступному етапі сирне зерно піддається подальшому безперервному зневодненню до вмісту 22-28% сухої речовини на відтискній стрічці конвейєра. Після відпресовки сирна маса потрапляє у двошнековий охолоджувач, що є другим ступенем охолодження. У двошнековому охолоджувачі продукт охолоджується до температури приблизно 12 С. Обертальний рух шнеків робить теплообмін більш інтенсивним і забезпечує охолодження продукту по всьому об'єму. Після охолодження продукт подається на фасувальний автомат.

УДК 621.34

Бойко Д. – ст. гр. МГ-31

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПРУЖНУ ОПОРУ ПРИ ВСТАНОВЛЕННІ НА НЕЇ ВАНТАЖУ ВАНТАЖОПІДІЙМАЛЬНИМ МЕХАНІЗМОМ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Цепенюк М.І.

Boyko D.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **DETERMINATION OF DYNAMIC LOAD ON THE ELASTIC SUPPORT WHEN LOADING IT WITH A LOAD-LIFTING MECHANISM**

Scientific supervisor: Ph.D., associate professor Tsepenyuk M.I.

Ключові слова: вантажопідіймальні механізми, динаміка

Keywords: load-lifting mechanisms, dynamics

Вантажопідіймальні механізми широко використовуються в різних галузях народного господарства: будівництві, сільському господарстві, машинобудуванні та ін. Сучасне виробництво характеризується великими швидкостями при виконанні технологічних операцій, що приводить до значних динамічних навантажень. Особливо несприятливі умови роботи мають місце при підйманні і опусканні вантажів, так як при цьому в механізмах постійно відбуваються перехідні процеси.

При динамічних режимах роботи великих навантажень зазнають практично всі елементи конструкцій вантажопідіймальних механізмів, але також привертає увагу динамічне навантаження, яке діє на пружну опору, на яку встановлюють вантаж при його опусканні. Ця задача є важлива і менш досліджена, тому вона вирішується в даному дослідженні.

Нехай вантаж вагою  $G$  при допомозі вантажопідіймального механізму опускається вниз із постійною швидкістю  $V$  і встановлюється на пружну опору жорсткості  $C$ . Визначимо максимальне навантаження  $F_{\max}$ , яке діє на опору.

Для розв'язування даної задачі запишемо рівняння руху вантажу на основі рівняння Лагранжа другого роду. Розв'язавши рівняння при заданих початкових умовах і дослідивши функцію на максимум, отримаємо формулу для визначення максимального навантаження, яке буде діяти на пружну опору при встановленні на неї вантажу, який рухається із сталою швидкістю

$$F_{\max} = \sqrt{V^2 CM + G^2} + G.$$

де  $M$  – маса вантажу.

Використовуючи отриману формулу, було досліджено зміну максимальної сили від ваги і швидкості переміщення вантажу, а також жорсткості опори. Встановлено, що із збільшенням даних величин максимальна сила зростає. При цьому зроблено висновок, що для зменшення навантаження на пружну опору на практиці доцільно зменшити її жорсткість.

УДК 631.361.22

Бойко В. – аспірант

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ОБРІЗНИКА ЗАЛИШКІВ ГИЧКИ КОРЕНЕПЛОДІВ

Науковий керівник: д.т.н., професор Барановський В.М.

Boyko V. – graduate student

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

## METHODS OF EXPERIMENTAL RESEARCH ON THE PRUNING OF ROOT ROOT RESIDUES

Supervisor: D. Eng., Prof. Baranovsky V.M.

Ключові слова: вхідні фактори, параметр оптимізації, план-матриця.

Keywords: input factors, optimization parameter, matrix plan.

У загальному контексті об'єктом дослідження макетного зразка робочого органу є технологічний процес роботи обрізника залишків гички коренеплодів кормових буряків, який виконано за принципом «пасивний демпферний копір-підпружинений ніж».

Предметом дослідження є конструктивно-кінематичні параметри робочих органів обрізника, які забезпечують виконання технологічного процесу видалення залишків гички з головок коренеплодів кормових буряків і відповідні показники якості його роботи.

Експериментальні дослідження базувалися на основі відомих загальних положень планування, проведення та обробки експериментального масиву багатofакторних експериментів і аналізу одержаних результатів із використанням прикладних програм для ПК.

Процес проведення експериментальних досліджень базувався на основі побудованої загальної структурної моделі обрізника залишків гички, або об'єкта досліджень (рис. 1), який моделювали у вигляді кібернетичного поняття «чорної скрині», або багатовимірної складної динамічної технічної системи «вхід-вихід».

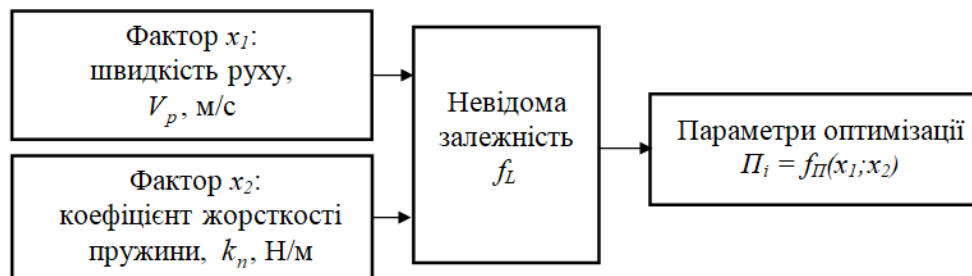


Рис. 1. Схема моделі планованого факторного експерименту типу ПФЕ 3<sup>2</sup>

Порядок побудови та проведення експериментальних досліджень обрізника головок коренеплодів кормових буряків був наступним:

- визначення змінних вхідних факторів і проведення кодування факторів;
- встановлення верхнього, нижнього рівнів і інтервалу варіювання фактора;
- складання план-матриці проведення багатofакторних експериментів;
- проведення рандомізації складеної план-матриці;

- реалізацію експериментів згідно з нумерованим порядком проведення рандомізованої план-матриці;
- обробку експериментального масиву даних з метою одержання рівняння регресії параметра оптимізації з визначенням вигляду функціонала залежності та її коефіцієнтів;
- перевірку відтворюваності одержаних функціональних даних експериментальному масиву даних;
- оцінку значущості коефіцієнтів регресії емпіричної моделі за відповідним критерієм;
- перевірку адекватності отриманої математичної моделі реальному експериментальному процесу за встановленим критерієм.

Результати кодування факторів і рівні їх варіювання наведено у табл. 1.

Таблиця 1. Результати кодування факторів та рівні їх варіювання

Фактори	Позначення		Інтервал варіюв.	Рівні варіювання, натуральні/кодовані		
	Натур.	Код.				
Швидкість різання, $V_p$ , м/с	$X_1$	$x_1$	0,4	1,6/-1	2,0/0	2,4/+1
Коефіцієнт жорсткості пружини, $k_n$ , н/см	$X_2$	$x_2$	15	25/-1	40/0	55/+1

Для визначення ефективності використання вдосконаленої конструкції обрізника, який встановлено на гичкозбиральний модуль, було проведено польові порівняльні експериментальні дослідження кількості вибитих коренеплодів з ґрунту  $B_i$  та кількості пошкоджених  $P_i$  коренеплодів для трьох конструктивних типів виконання обрізника:

- серійного обрізника (фірми «Kleine», «Moreau», «Tim» та ін.);
- обрізника, ніж якого виконаний підпружиненим;
- обрізника, у якого ніж виконаний підпружиненим, а копір встановлений на амортизаторі, виконаним у вигляді пружної пластини.

Перед початком кожного пронумерованого експерименту на заліковій ділянці коренеплодів кормових буряків, довжина якої знаходилася в межах 25...30 м (за мірою досягнення генеральної вибірки до кількості  $Z_k = 100$  коренеплодів), позначали маркером, або фіксували положення кожного коренеплоду на рівні поверхні ґрунту.

Пошкодження коренеплоду  $P_i$ , яке встановлювали візуальним спостереженням та вимірюванням значення глибини рани і наявності сколів тіла коренеплодів, визначали згідно з загальновідомою стандартною методикою

Кількість вибитих коренеплодів  $B_i$  з ґрунту та кількість пошкоджених коренеплодів  $P_i$  визначали в відсотках від загальної кількості коренеплодів одного експерименту та їх загальної маси, при цьому загальну масу коренеплодів визначали шляхом зважування на терезах з точністю  $\pm 1$  кг.

Показники кількості вибитих коренеплодів  $B_i$  та кількості пошкоджених коренеплодів  $P_i$  визначали для трьох варіантів конструктивного виконання обрізника головок коренеплодів.

Отримані результати експериментальних досліджень заносили у відповідні графі рандомізованої план-матриці. Обробку одержаних експериментальних даних проводили згідно стандартної методики.



УДК 620.172/178:669.17

Братусь В. – ст. гр. МВм – 51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПРОЕКТУВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВЕДЕНОГО ШКІВА ПРИВОДУ ГОЛОВНОГО РУХУ**

Науковий керівник: доц., к.т.н. Шанайда В.В.

Bratus V.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **DESIGN AND RESEARCH OF THE CONSTRUCTION OF THE DRIVEN PULLEY OF THE MAIN MOVEMENT DRIVE**

Supervisor: Ph.D., Associate Professor Shanaida V.

Ключові слова: моделювання, деталі машин, комп'ютерний аналіз.

Keywords: modelling, part of machine, computer analysis.

Сучасне проектування деталей, вузлів, агрегатів та машин активно спирається за засоби автоматизації праці інженера. Практично на всіх стадіях та етапах створення нової техніки інженери використовують CAD/CAM/CAE системи проектування різного типу складності та функціональних можливостей. Першочергові кроки серед проектних процедур пов'язані із аналітичним моделюванням та дослідженням властивостей розроблюваної технічної системи [1], а також використанням CAD систем [2] для геометричного моделювання та конструювання.

Широке поширення у практиці виконання розрахункових операцій отримали чисельні методи. Використання цих методів довели свою ефективність при аналізі конструкцій складних геометричних форм, конструкцій деталей із не стабільними фізико-механічними властивостями, при аналізі складних технічних систем з великою кількістю вхідних та керованих параметрів [3].

Одним із найбільш поширених чисельних методів, які знайшли своє застосування у системах із модулями інженерного аналізу є метод кінцевих елементів (МКЕ). Суть використання цього методу зводиться до поділу складної матеріальної структури на впорядкований комплекс структурних компонентів [4]. Використання таких компонентів, які можуть бути різної геометричної та просторової форми, припускає апроксимацію математичного рішення на малих підобластях – кінцевих елементах. На основі алгоритмів МКЕ працює значна кількість систем автоматизованого проектування і конструювання.

Процес проектування розпочинаємо з формування структури досліджуваного технічного об'єкта (технічної системи), встановлення зв'язків між елементами системи та призначення рівня критеріальних оцінок [5] для аналіз та оцінювання отриманих результатів.

Дослідження конструкції веденого шківів, які проведені в САЕ середовищі, показали наступні результати: внесення змін до конструктивних характеристик шківів (див. рис. 1) дозволили зменшити його масу на 16% (матеріал шківів – Сталь 35); максимальні сумарні деформації зміщені від зони посадки шківів на вал до ниток шківів; значення коефіцієнтів запасу по текучості: для шківів із гнутою спицею – 1005, а для шківів з полегшеною спицею – 10.

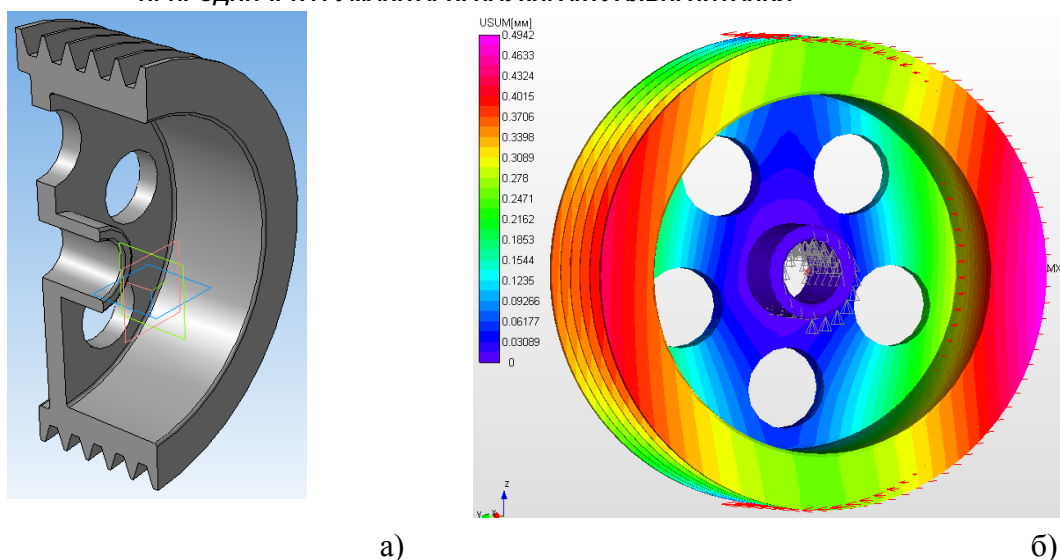


Рис. 1 Приклад використання CAD і CAE модулів для дослідження напруженого стану в конструктивних елементах шківів: а- запропонована конструкція шківів; б – результати аналізу сумарних переміщень.

Дослідження напружено-деформованого стану конструктивних елементів шківів показало, що у порівнянні з базовою конструкцією виконання полегшеної спиці дозволило більш рівномірно розподілити картину сумарних напружено та сумарних деформацій, а також зменшити інерційні характеристики нової конструкції.

Список посилань:

1. Склярів Р. Використання багатофункціонального пакету MathCad при прогнозуванні параметрів металорізальних верстатів / Р. Склярів, В. Шанайда // Збірник тез доповідей Х VI наукової конференції ТНТУ ім. Ів. Пулюя, 5-6 грудня 2012 року — Т. : ТНТУ, 2012 — Том II : Матеріалознавство та машинобудування. — С. 69. — (Машинобудування).

Режим доступу: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/9116>

2. Vitenko T. Features of creating a solid models and assembly operations at CAD-systems / Vitenko T., Shanaida V., Drożdziel P., Madlenak R. // 9th International Conference on Education and New Learning Technologies, Barcelona (Spain), 3rd-5th of July, 2017: IATED Academy, 2017. – P. 7464-7469.

Режим доступу: <https://library.iated.org/view/VITENKO2017FEA>

3. Склярів Р. Дослідження перехідних процесів електропривода металорізального верстата з використанням інформаційних технологій / Склярів Р., Шанайда В., Савчук М. // Вісник ТНТУ. — 2011. — Том 16. — № 1. — С.117-125. — (машинобудування, автоматизація виробництва та процеси механічної обробки).

Режим доступу: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/962>

4. Редько Р. Г. Дослідження пружно-силових характеристик затискних цанг, виготовлених за діючими та новими технологіями / Р. Г. Редько, О. І. Редько, В. В. Шанайда, Р. А. Склярів // Наукові нотатки. - 2014. - Вип. 44. - С. 249-253.

Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nn\\_2014\\_44\\_41](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nn_2014_44_41).

5. Склярів Р. А. Розробка критеріальних оцінок для аналізу компоновок верстатів з паралельною кінематикою / Р. А. Склярів, В. В. Шанайда // Матеріали ХІХ наукової конференції ТНТУ ім. Ів. Пулюя, 18-19 травня 2016 року — Т. : ТНТУ, 2016 — С. 74. — (Машинобудування).

Режим доступу: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/17396>

УДК 621.85.051.5

Вовкотруб А. – ст. гр. МВм – 51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФЕКТІВ КОЛЕСА ЗУБЧАТОГО ПРИВОДУ ГОЛОВНОГО РУХУ ВЕРСТАТА

Науковий керівник: доц., к.т.н. Шанайда В.В.

Vovkotrub A.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## INVESTIGATION OF DEFECTS OF THE GEAR DRIVE WHEEL OF THE MAIN MOVEMENT OF THE MACHINE

Supervisor: Ph.D., Associate Professor Shanaida V.

Ключові слова: дефекти поверхні, похибка виготовлення, зубчате колесо.

Keywords: processing defect, alignment error, gear wheel.

Розвиток вимірювальної техніки дозволяє вдосконалити процес проектування машин. Застосовуючи таке обладнання як координатно-вимірювальні машини, системи тривимірного сканування та багатоосьові верстати з числовим програмним керуванням можна отримати достатню кількість вузлових точок для аналізу взаємного розміщення елементів конструкції. Як правило, статистичний аналіз дискретної множини точок проводять з використанням типових методик [1], а результати аналізу використовують для прийняття нових технічних рішень [2]. Ще на етапі виконання проектних робіт ми можемо контролювати граничні позиції об'єктів дослідження: співвісність валів та отворів тощо проводячи розрахунок розмірного ланцюга системи.

Найпоширенішим виробничим дефектом зубчастого колеса є виробнича похибка при виготовленні зубів. Це може призвести до пошкодження ременя, що в свою чергу може призвести до поломки верстата. Вимірювання параметрів зубчастого колеса вказують на похибки співвісності діаметрів впадин, виступів, посадкових діаметрів тощо. Ці похибки означають, що форма зубців колеса виготовлена із значними відхиленнями. Дані дефекти можна отримати в результаті використання одного типу фрези для виготовлення всіх діапазонів діаметрів зубчатих коліс. Вивчення процесу зносу вінця колеса характеризує похибку виготовлення зубчастого колеса. Прикладами похибок зубчастого колеса є похибки круглості (рис. 1), неякісне виготовлення канавки зуба, що приводить до погіршення взаємодії пасу з колесом та зношуванню вузла.

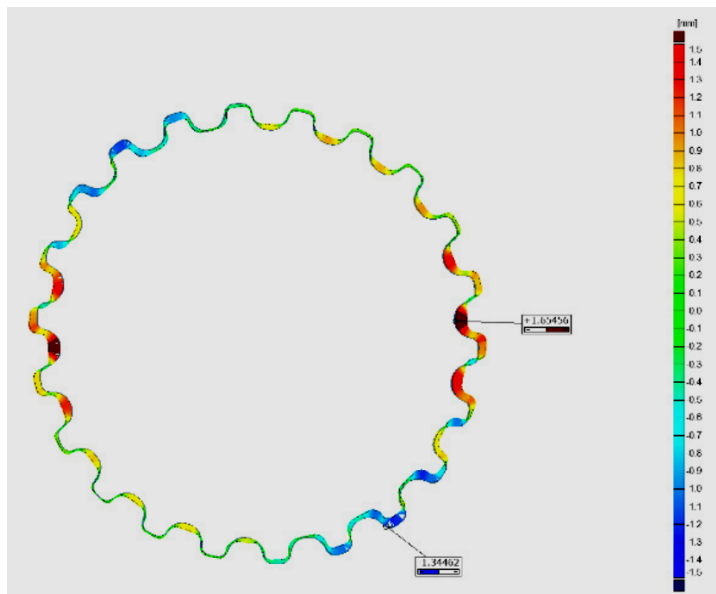


Рисунок 1. Відхилення геометрії зубчастого колеса.

Результати дослідження посадкового отвору зубчастого колеса показують похибки виготовлення, такі як

похибки округлості та циліндричності (рис.2). Вимірювання показують відхилення які не можуть бути виражені у вигляді класичної форми. Ця похибка важлива для аналізу контактних напружень між з'єднаними ділянками [3] та для кінцевого положення зубчастих коліс у трансмісії.

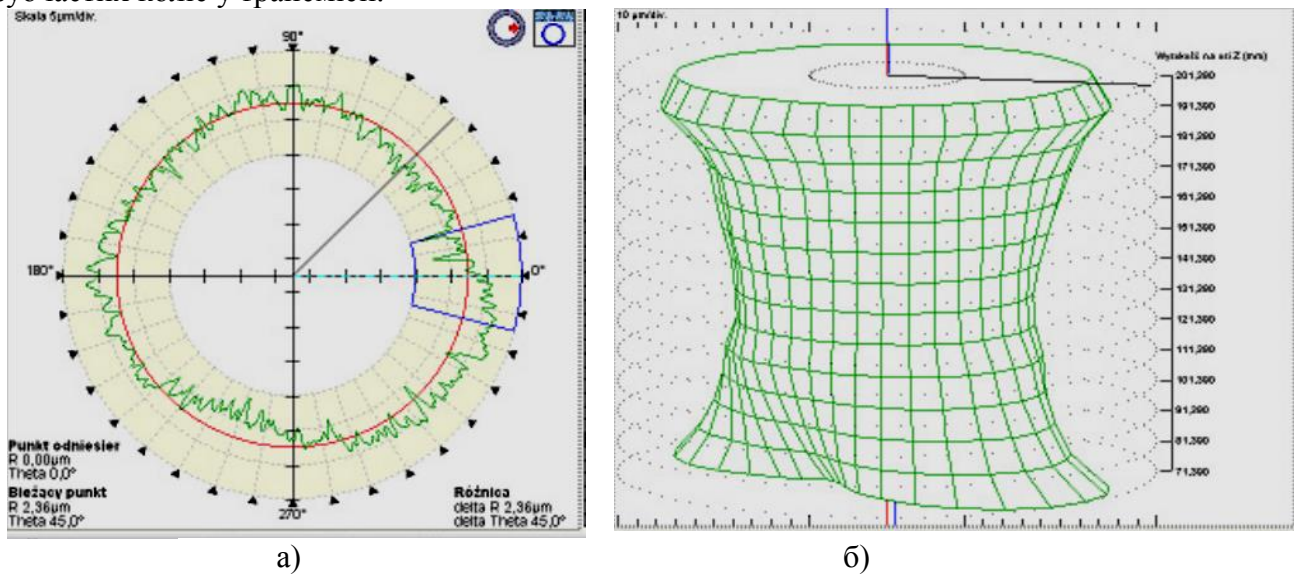


Рисунок 4. Дослідження посадкового отвору зубчатого колеса:  
а – відхилення від округлості; б – відхилення від циліндричності.

Дослідження геометричних відхилень та перехідних процесів зв'язаних з ними сприяє підвищенню якості та надійності вузла та верстата в цілому, запровадження у виробництві нових технологій точної металообробки.

#### Список посилань:

1. Vitenko T. Features of creating a solid models and assembly operations at CAD-systems / Vitenko T., Shanaida V., Drożdziel P., Madlenak R. // 9th International Conference on Education and New Learning Technologies, Barcelona (Spain), 3rd-5th of July, 2017: IATED Academy, 2017. – P. 7464-7469.  
Режим доступу: <https://library.iated.org/view/VITENKO2017FEA>
2. Склярів Р. Використання багатофункціонального пакету MathCad при прогнозуванні параметрів металорізальних верстатів / Р. Склярів, В. Шанайда // Збірник тез доповідей X VI наукової конференції ТНТУ ім. Ів. Пулюя, 5-6 грудня 2012 року — Т. : ТНТУ, 2012 — Том II: Матеріалознавство та машинобудування. — С. 69. — (Машинобудування).  
Режим доступу: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/9116>
3. Склярів Р. Дослідження перехідних процесів електропривода металорізального верстата з використанням інформаційних технологій / Склярів Р., Шанайда В., Савчук М. // Вісник ТНТУ. — 2011. — Том 16. — № 1. — С.117-125. — (машинобудування, автоматизація виробництва та процеси механічної обробки).  
Режим доступу: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/962>

УДК 62-93

Головко В.В.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЧИСЕЛЬНІ ЯВИЩА ТЕРТЯ В МЕХАНІЗМАХ**

Науковий керівник: д.т.н., професор, Рогатинський Р.М.

Holovko V.V.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **NUMERICAL PHENOMENA OF FRICTION IN MECHANISMS**

Supervisor: D.Sc., Professor Rohatynskiy R.M.

Ключові слова: тертя, сила

Keywords: friction, force

В результаті підвищення довговічності деталей машин скорочуються витрати запасних частин і матеріалів на їх виготовлення, зменшується кількість працюючих і трудомісткість при експлуатації, технічному обслуговуванні та ремонті. Збільшення терміну служби машин рівноцінне збільшенню їх випуску на тих же виробничих площадках. Вирішуючи завдання підвищення надійності і довговічності машин, ми тим самим збільшуємо виробничі потужності машинобудівних підприємств.

У загальній проблемі надійності, точності і довговічності машин, механізмів і приладів основне місце належить питанням тертя, змашувальній дії, зношуванню поверхонь деталей і робочих органів, які є між собою в дуже складних кореляційних залежностях.

З розвитком науково-технічного прогресу необхідно проводити складніші розрахунки сил опору у важконавантажуваних, автоматичних і особливо точних вузлах тертя і забезпечувати їх антифрикційність в експлуатаційних умовах. У багатьох галузях промисловості виникла необхідність створення спеціальних фрикційних пристроїв і гальмівних систем, для чого потрібно керувати процесами зовнішнього тертя, знати і використовувати його закони. Наука про тертя відстає від потреб практики і в наш час не може дати відповіді на багато важливих питань у реальному масштабі. Сучасний стан теорії зовнішнього тертя не дозволяє конструктору проводити необхідні розрахунки сил тертя в машинах, які проектують.

Класифікацію основних видів тертя в машинах можна провести за ознаками, наведеними в таблиці 1.1. За характером відносного руху розрізняють тертя ковзання і тертя кочення. Іноді обидва види тертя проявляються сумісно, коли кочення супроводжується просковзуванням, наприклад, у зубчастих або зубчасто-гвинтових передачах або між колесами і рейками. Залежно від того, чи є відносно переміщення дотичних пар макро- або мікро-зміщенням, розрізняють силу тертя руху, неповну силу тертя спокою, найбільшу силу тертя спокою. Сила може виступати в узагальненому понятті й виступати як момент сил.

Сила тертя руху – сила опору при відносному переміщенні одного тіла по поверхні другого під дією зовнішньої сили, направленої тангенціально до загальної межі між цими тілами. Найбільша сила тертя спокою – сила граничного опору відносно переміщення дотичних тіл без порушення зв'язку між ними за відсутності зміщення на контакт. Якщо прикладена до одного із тіл паралельно площині дотику сила перевищує хоча б на нескінченно малу величину силу тертя спокою, то порушується рівновага. Неповна сила тертя спокою – сила опору, направлена протилежно до зусилля

зсуву, за відсутності зміщення на контактi. Вона змінюється від нуля (за відсутності сил, що прагнуть порушити відносний спокій тіл у площині їх дотику) до найбільшого значення, коли вона переходить у силу тертя спокою. Деформація тіл, в першу чергу нерівностей їх поверхонь, під дією зусилля зсуву і протилежної йому неповної сили тертя спокою викликає попереднє зміщення тіл, що передує їх відносному переміщенню. Попереднє зміщення мале за величиною і пропорційне прикладеній силі зсуву. Воно частково зворотне, тобто після зняття сили зсуву відбувається частково зворотнє зміщення. На ділянках фактичного контакту попереднє зміщення дорівнює нулю. Залежно від наявності змащувального матеріалу розрізняють такі види тертя: тертя без змащувального матеріалу і тертя зі змащувальним матеріалом.

Таблиця 1.1 Класифікація видів тертя

Ознака класифікації	Вид тертя
Наявність відносного руху	Тертя спокою, тертя руху
Характер відносного руху	Тертя ковзання, тертя кочення тертя кочення з ковзанням (просковзування)
Наявність змащувального матеріалу (мастила)	Тертя без змащувального матеріалу (сухе); тертя зі змащувальним матеріалом (рідинне, граничне)
Умова контактування з контртілом	У вузлах і з'єднаннях машин при контактi виконавчих органів машин з робочим середовищем
Показники надійності і довговічності	Нормальні процеси тертя; патологічні процеси тертя.
Область службового використання	Тертя антифрикційних з'єднань; тертя фрикційних пар

У загальному під тертям розуміють комплекс явищ у зоні контакту поверхонь двох тіл, які переміщуються одне до одного, в результаті чого в цій зоні виникають контактні сили. Тертя, є наслідком сил когезії й адгезії. Чисельність явищ тертя в машинах не вичерпується перерахованими видами.

Для вимірювання сили тертя використовують різні трибометри. Вони дозволяють досліджувати вплив тертя, випробування на зносостійкість, дослідження поведінки матеріалів та покриттів при поверхневому терті та ковзанні.

**Література:** Закалов, О.В. Основи тертя і зношування в машинах: Навчальний посібник/О.В. Закалов, І.О. Закалов. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. – 322 с.

Гнучкі гвинтові конвеєри: проектування, технологія виготовлення, експериментальні дослідження / Гевко І. Б., Лещук Р. Я., Гудь В. З., Дмитрів О. Р., Дубиняк Т. С., Навроцька Т. Д., Круглик О. А. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. – 208 с.

УДК 621.326

Грабовський А. – аспірант, Камінський О. – аспірант,  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## РОЗРАХУНОК ПРИВЕДЕНОГО КОЕФІЦІЄНТА ТЕРТЯ В ПРОЦЕСІ ФОРМОУТВОРЕННЯ НАВИВНИХ ЗАГОТОВОК

Науковий керівник: д.т.н., проф. Пилипець М.

Grabovskyi A., Kaminsky O.  
Ternopil Ivan Puluj National Technical University

## CALCULATION OF THE REDUCED FRICTION COEFFICIENT IN THE SHAPING PROCESSES OF SCREW BLANKS

Supervisor: Doctor of Technical Sciences, Prof. Pylypets M.

Ключові слова: оправа, навивна заготовка

Key words: frame, screw blanks

Сучасні технічні системи, що включають у свій склад гнучкі гвинтові заготовки (ГЗ) висувають підвищені вимоги до їх якості і точності. При виготовленні ГЗ методами деформування стрічкових або листових заготовок не завжди забезпечується необхідна точність їх зовнішніх і внутрішніх діаметрів, оскільки в процесі формоутворення заготовок діють фактори, які не завжди можна врахувати однозначно. Дослідження показали, що неоднозначно на процес формоутворення впливає тертя, яке створюється формоутворювальними інструментами.

Навиваючи стрічкову заготовку на оправу вона контактує з формоутворювальним роликком з радіусом  $R_x$ . Ролик обертаються на пальці у підшипнику ковзання, радіус шийки якого рівний  $r_x$ .

В початковій стадії навивний рух обертання оправи приймаємо рівномірноприскореним, тоді кут повороту  $\varphi$  можна визначити із формули:

$$\varphi = \frac{\varepsilon \cdot t^2}{2} \quad (1)$$

де  $\varepsilon$  - кутове прискорення оправи;

$t$  - час обертання оправи;

Швидкість оправи  $\omega$  визначається за формулою:

$$\omega = \varepsilon \cdot t \quad (2)$$

Якщо засікти із визначеного моменту час  $t$  і порахувати кількість оборотів  $n$  оправи, підставивши ці значення у формулу (1)

$$2\pi n = \frac{\varepsilon \cdot t^2}{2},$$

то звідси можна визначити кутове прискорення:

$$\varepsilon = \frac{4\pi n}{t^2} \quad (3)$$

Вимірявши з допомогою тахометра швидкість обертання оправи і час до стабільного обертання, тоді кутове прискорення можна визначити із формули (2)

$$\varepsilon = \frac{\omega}{t} = \frac{\pi n_1}{30t} \quad (4)$$

де  $n_1$  - число обертів оправи за тахометром.

Використавши основне рівняння динаміки обертового руху:

$$M = I\varepsilon \quad (5)$$

визначимо момент опру обертання оправи, для чого розглянемо сили, що діють в процесі формоутворення.

Сили тертя ковзання між формоутворюючим роликом і віссю на якій вони встановлені

$$F_{24} = F_{34} = f \cdot P \cdot \cos \alpha \quad (6)$$

де  $f$  - коефіцієнт тертя ковзання в опорі ролика;

$P$  - сила притискування ролика до стрічки;

$\alpha$  - половина кута між напрямками дії сил притискування.

Прирівнявши ці сили до робочої окружності формоутворювального ролика за рівністю моментів:

$$F_{25}R = F_{24}r \quad (7)$$

$$F_{35}R = F_{34}r$$

маємо

$$F_{25} = F_{35} = f \cdot P \frac{r}{R} \cos \alpha \quad (8)$$

Тоді момент опору обертання оправи

$$M = (F_{25} + F_{35})R_0 + (P_{25} + P_{35})k \quad (9)$$

де  $R_0$  - радіус навівання,  $R_0 = r_0 + b$

$k$  - коефіцієнт тертя торця ролика до стрічки в процесі формоутворення.

Замінивши у формулі (9) значення  $F_{25}$  та  $F_{35}$  із формули (8), на  $P_{25}$  і  $P_{35}$  отримаємо:

$$M = 2PR_0 \cos \alpha \left( f \frac{r}{R} + \frac{k}{R_0} \right) \quad (10)$$

або, якщо прийняти, що вираз  $2 \cos \alpha \left( f \frac{r}{R} + \frac{k}{R_0} \right)$  буде приведеним коефіцієнтом тертя

$f_{np}$  в зоні формоутворення, тоді

$$M = PR_0 f_{np} \quad (11)$$

Підставивши у формулу (5) значення  $M$  з формули (11), а значення  $\varepsilon$  з формули (3) або (4) зможемо обрахувати приведений коефіцієнт:

$$f_{np} = \frac{4I\pi n}{PR_0 t^2} \quad (12)$$

або

$$f_{np} = \frac{I\pi n_1}{30PR_0 t^2} \quad (13)$$

Виведена залежність для визначення приведенного коефіцієнта тертя формоутворювальних інструментів дозволяє більш точно формувати технологічні параметри процесу формоутворення ГГЗ.



УДК 621.91

Домарецький О. – ст. гр. МПм-51, Домарецький І.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ШЛІФУВАННЯ ПЛОСКОЇ ПОВЕРХНІ ПЕРЕРИВЧАСТИМ ШЛІФУВАЛЬНИМ КРУГОМ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Дячун А. Є.

Domaretskyi O., Domaretskyi I.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **THE RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF THE FLAT SURFACE GRINDING PROCESS BY INTERMITTENT GRINDING WHEEL**

Supervisor: Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof. Diachun A.Ye.

Ключові слова: шліфувальний круг, потужність

Keywords: grinding wheel, power

Під час проведення експериментальних досліджень траєкторія шліфування здійснювалась під кутом до плоскої поверхні, тому при переміщенні шліфувального круга вздовж заготовки відбувалось зростання глибини різання. Це дозволяло одержати точні значення величини критичної глибини різання, коли відбувалось припалювання заготовки. Початкова глибина різання дорівнювала 1 мм. Швидкість різання та подача заготовки залишались незмінними для усіх експериментів і дорівнювали 20 м/с та 1,4 мм/с відповідно. Продуктивність подачі мастильно-охолоджуючої рідини складала 40 літрів/хв. Протягом процесу шліфування вздовж заготовки відбувалось вимірювання потужності різання. Різка зростання потужності різання свідчило про припалювання поверхні заготовки. Визначались залежності потужності шліфування звичайних шліфувальних кругів та кругів із канавками, при цьому потужність на шпинделі верстата представлено як функцію глибини різання. Встановлено, що при збільшенні глибини різання відбувається зростання потужності різання, при цьому звичайний шліфувальний круг досягав максимальної глибини різання 1,4 мм, що була граничною глибиною різання, при якій відбувалось термічне пошкодження заготовки. При використанні шліфувального круга з канавкою максимальна глибина різання досягала величини 2,4 мм. При цьому потужність на шпинделі зменшувалась на 48% порівняно із випадком при застосуванні звичайного шліфувального круга.

Подібні тенденції також спостерігались при вимірюванні тангенціальної та радіальної сил різання при шліфуванні. Зниження потужності на шпинделі та сил різання при використанні шліфувального круга із канавками порівняно із звичайним шліфувальним кругом ймовірно є через комбінацію двох факторів: по-перше, при використанні шліфувального круга із канавкою відбувається збільшення подачі мастильно-охолоджуючої рідини в зону контакту між заготовкою та шліфувальним кругом, що покращує процес різання, по-друге, утворення канавок на шліфувальному крузі може збільшити відстань між активними ріжучими абразивними зернами на поверхні круга, як наслідок зростає товщина стружки та продуктивність процесу.

УДК 621.9.06-533.61

Дунець О. – ст. гр. МВс – 41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ В ОПОРАХ ШПИНДЕЛЬНОГО ВАЛА**

Науковий керівник: доц., к.т.н. Шанайда В.В.

Dunets O.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL FOR DETERMINING THE TEMPERATURE IN A ROLLER BEARING OF SPINDLE**

Supervisor: Ph.D., Associate Professor Shanaida V.

Ключові слова: моделювання, методи аналізу, комп'ютерний аналіз, тепловий потік  
Keywords: modelling, methods of analysis, computer analysis, heat flow

Актуальність вимог щодо проведення діагностики, контролю та випробувань механічних вузлів [1] стосовно розробки нових енергоефективних методів є незмінною і на сьогоднішній день. На підприємствах-виробниках та в умовах експлуатації верстатного обладнання встановлено основні поняття і принципи класифікації верстатів по точності, загальні вимоги до випробувань на точність і загальні вимоги до методів перевірки точності. Точність металорізальних верстатів визначають трьома групами показників: показники, що характеризують точність обробки зразків виробів; показники, що характеризують геометричну точність верстатів; додаткові показники.

До додаткових показників точності верстата відносять здатність збереження відносного розташування виконавчих поверхонь, на які встановлюють верстатні пристрої та інструменти, в тому числі, за умови впливу тепла, що виникає під час роботи верстата. Перелік показників точності верстатів визначається стандартами на норми точності верстатів конкретних типів і технічними умовами. Обов'язковому випробуванню на точність підлягають усі нові верстати, а також верстати після середнього та капітального ремонту.

При вивченні теплового навантаження опор шпиндельного вала (рис. 1, а) встановлено період найбільш інтенсивного нагріву в перші 10 хв роботи. Слід зазначити, що вивчення процесу нагріву опор проводили при холостому ході верстата. В наступні 90 хв проходить рівномірне нагрівання опори, далі протягом 100 хв відбувається незначний приріст з переходом в період стабілізації температурного поля після 200-ї хвилини.

Крім того, нами проведено аналіз розподілу температурного поля вздовж осі шпиндельного вала для кількох вузлових точок, при чому в їх перелік увійшли точки де розміщені опори шпиндельного вала (рис. 1, б). Всі дослідження виконували із застосуванням пакетів математичного аналізу [2] та з використанням сучасних підходів щодо організації розрахункових робіт [3, 4].

Отримані результати наглядно ілюструють, що зони розміщення опор вала є джерелом теплового навантаження.

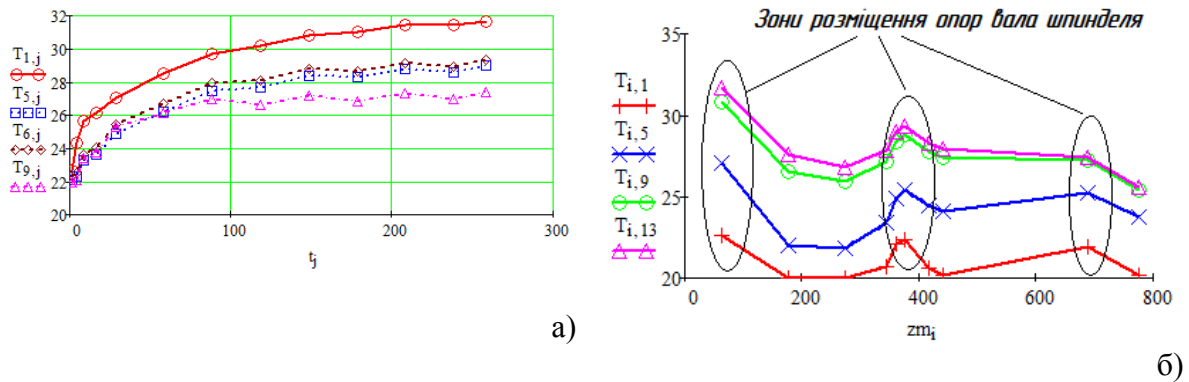


Рисунок 1. Розподіл теплового потоку в опорах шпиндельного вала:  
 а – з плином часу; б – у зонах розміщення опор кочення.

Щодо інших опор, то з попередньо поданого графіка видно, що їхнє температурне навантаження поступово зменшується, а у хвостовій частині температурне поле практично не змінюється із 150-ї хвилини роботи вузла, причому, активний контроль проводили протягом 268 хвилин.

За результатами математичного моделювання встановлено, що для кожної характерної точки доцільно використати нелінійну математичну залежність типу  $f(x) = a \cdot x^b + c \cdot x + d$ .

Для першої опори, яка є найбільш навантаженою за результатами аналізу теплового поля, ми розрахували значення змінних параметрів у рівнянні нелінійної регресії і воно має вигляд:

$$f(x, a, b, c, d) = 9.504 \cdot x^{0.131} - 2.343 \cdot 10^{-3} \cdot x + 12.64$$

при цьому середньоквадратичне відхилення становить  $E=0.051$ . Аналогічні рівняння можна отримати для будь-якої точки на валу шпинделя або апроксимувати розрахункові значення для точок, які знаходяться між двома характерними точками для яких визначено значення теплових навантажень.

#### Список посилань:

1. Кабінет Міністрів України. (28 грудня 2016). Постанова № 1056, Деякі питання визначення середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності загальнодержавного рівня на 2017-2021 роки. [Електронний ресурс].  
 Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1056-2016-%D0%BF>.
2. Шанайда В.В. Пакет MathCAD в інженерних розрахунках / В.В. Шанайда. – Тернопіль: вид-во ТДТУ, 2001. – 163 с.
3. Склярів Р. Використання багатofункціонального пакету MathCad при прогнозуванні параметрів металорізальних верстатів / Р. Склярів, В. Шанайда // Збірник тез доповідей XVI наукової конференції ТНТУ ім. Ів. Пулюя, 5-6 грудня 2012 року — Т. : ТНТУ, 2012 — Том II : Матеріалознавство та машинобудування. — С. 69. — (Машинобудування).  
 Режим доступу: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/9116>
4. Vitenko T. Features of creating a solid models and assembly operations at CAD-systems / Vitenko T., Shanaida V., Drozdziel P., Madlenak R. // 9th International Conference on Education and New Learning Technologies, Barcelona (Spain), 3rd-5th of July, 2017: IATED Academy, 2017. – P. 7464-7469.  
 Режим доступу: <https://library.iated.org/view/VITENKO2017FEA>

УДК 621.91.06

Лецишин Н. - ст. гр. МВм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОГЛЯД МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БАГАТОШПИНДЕЛЬНИХ ТОКАРНИХ АВТОМАТІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Склярів Р.А.

Leshchyn N.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **OVERVIEW OF THE POSSIBILITY OF USING THE METHODS OF MATHEMATICAL MODELING FOR THE FORECAST OF TECHNICAL CHARACTERISTICS OF MULTI-SPINDLE LATHES**

Supervisor: Ph.D., Associate Professor Sklyarov R.

Ключові слова: прогнозування, багатошпиндельний токарний автомат, методи математичного моделювання.

Keywords: forecasting, multi-spindle lathe, methods of mathematical modeling.

Прогнозування розвитку технічних систем (до них беззаперечно можна віднести багатошпиндельні токарні автомати (БТА)) дозволяє визначитись в напрямках проведення пошукових і дослідницьких робіт.

Існуючі методи прогнозування, що можуть використовуватися для прогнозування технічних характеристик БТА можна класифікувати за напрямками, часовими інтервалами, по точності та кількості варіантів рішень. При прогнозуванні за часовими інтервалами можна відслідкувати процес розвитку технічної системи від найближчого до далекого майбутнього. Для верстатобудування побудова часового інтервалу розпочинається з найкоротшого терміну, він, як правило, складає 2-3 роки для зарубіжних фірм та 4-5 років для вітчизняних фірм [1].

При прогнозуванні в більшому часовому інтервалі необхідно враховувати також розвиток суміжних галузей знань. Для галузі верстатобудування це - інструментальні матеріали та матеріали взагалі, конструктивні елементи приводів, а також тенденції розвитку систем керування.

Розвиток конструкцій верстату переважно направлений на покращення технічного рівня запропонованої конструкції, підвищення його продуктивності, точності обробки та надійності. Важливим при цьому є врахування того, що розвиток параметрів верстату з часом може досягнути рівня насичення, коли подальша модернізація чи вдосконалення конструкції не дає очікуваного результату [3].

Технічні характеристики БТА можна вважати детермінованими і стохастичними параметрами, оскільки вони характеризуються різною довжиною часового ряду. При прогнозуванні слід враховувати, що технічні характеристики верстату, які стосуються попередніх етапів його розвитку (за прийнятою часовою шкалою) не є визначальними при формуванні тенденцій його розвитку, такі статистичні дані мають меншу вагу. Тоді для прогнозування технічних характеристик БТА доцільно використовувати адаптивні методи екстраполяції, одним з яких є метод експоненційного згладжування [3].

Доцільним при прогнозуванні технічних характеристик БТА є використання кореляційних методів прогнозування, які дозволяють дослідити час запізнення між тенденціями, що розвиваються паралельно, та мають різну природу. Прикладом таких тенденцій може бути розвиток систем керування верстатом та розширення його технологічних можливостей. Технічні характеристики верстату (величина швидкості обробки, подачі та інші) є випадковими величинами, оскільки ці дані характеризують конкретні моделі обладнання різноманітних виробників. В цьому випадку доцільно використовувати також регресійні методи прогнозування, наприклад метод нелінійної регресії.

Так з використанням методу парних регресій можна дослідити вплив появи нових інструментальних матеріалів на процес точності обробки. Так поява нових інструментальних матеріалів призводить до створення нових ріжучих інструментів. Ці інструменти можуть дозволити обробку матеріалів з більш високою швидкістю різання. Це в свою чергу потребує зміни конструкції приводу верстату (застосування нових, більш швидкісних двигунів) та шпиндельного вузла. Обробка на більш високих швидкостях, при тонкому точінні, дозволяє отримати вищу точність оброблюваної поверхні деталі.

Для того, щоб врахувати вплив всіх випадкових параметрів (значень технічних характеристик), доцільним є використання імовірнісної моделі, яка дозволяє здійснити ефективне прогнозування технічних характеристик верстату [4].

При прогнозуванні технічних характеристик БТА найбільш можна використовувати інтерполяційні методи, які дозволяють здійснити прогноз з високою точністю. Дані методи передбачають використання степеневих поліномів. В багатьох випадках більшій степені полінома відповідає вища точність представлення, але при цьому є обмеження по степені поліному (їх визначають наявні дані в кожному конкретному випадку).

На практиці фахівці, що займаються питаннями прогнозування, використовують сполучення декількох взаємодоповнюючих методів прогнозування, що дозволяє досягнути кращих результатів. В такому випадку обрані методи моделювання формують групові методи прогнозування.

Проведений аналіз показав, що різноманітні прогнозуючі моделі можуть мати застосування в межах зон їх раціонального використання. Ці зони здебільшого визначаються характером вихідних даних обраних для прогнозу.

#### **Перелік використаної літератури:**

1. Скляр Р. А. Визначення мінімального обсягу інформації для прогнозування у галузі верстатобудування. Матеріали всеукраїнської наукової конференції Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя. . – Тернопіль: ТДТУ ім. І. Пулюя (м. Тернопіль, 13 – 14 травня 2009.), 2009.- 468 с., - С. 26.
2. Скляр Р., Шанайда В. Використання багатофункціонального пакету MathCad при прогнозуванні параметрів металорізальних верстатів. Збірник тез доповідей Х VI наукової конференції ТНТУ імені Івана Пулюя, 2012, С. 69.
3. Скляр Р. Використання методу нейронних мереж для прогнозування металорізальних верстатів / Р. Скляр, А. Гагалюк // Матеріали ХХІ наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя, 16-17 травня 2019 року. — Т. : ТНТУ, 2019. — С. 34. — (Машинознавство та машинобудування).
4. Четвержук Т. І., Полінкевич Р. М., Редько Р. Г., Залета О. М., Скляр Р. А., Статистичне моделювання технічних характеристик металорізальних верстатів. Міжвузівський збірник наукових праць «Наукові нотатки» за галузями знань «Фізико-математичні науки» та «Технічні науки», Випуск 71, Луцьк, 2021, № 71. – 363 с. – С. 322-329.

УДК 602

Кучерявий Є.– ст. гр. МОМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПРИГОТУВАННЯ СОЛОДУ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Пилипець О.М.

Kucheryaviy Y.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **THE MALT MAKING PROCESS INTENSIFICATION**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Prof . Pylypets O.M.

Ключові слова: зерно, калібрування, сушіння.

Keywords: grain, calibration, drying.

Приготування солоду - це складний процес, який включає в себе кілька етапів.

Вдосконалення процесу виготовлення солоду може забезпечити більш ефективну та якісну продукцію. Основні напрямки вдосконалення процесу виготовлення солоду включають в себе:

1. Покращення якості вхідної сировини:

- використання селективних методів відбору зерна ячменю за якістю та розміром;
- сортування зерна з використанням новітніх технологій, що дозволяють відокремлювати зерно за кольором та якістю;
- використання високоякісних насінин з високим вмістом білка та низьким вмістом вологи, що дозволить покращити якість солоду та знизити втрати ваги.

2. Оптимізація процесу сушіння:

- використання сучасних технологій сушіння, таких як вакуумне сушіння та сушіння з використанням мікрохвильової технології;
- встановлення оптимальних параметрів температури та вологості повітря під час сушіння;
- використання спеціального обладнання, яке дозволить регулювати температуру та вологість повітря.

3. Вдосконалення процесу калібрування:

- використання сучасних технологій калібрування, що дозволяють відокремлювати зерно за розміром та якістю;
- встановлення оптимальних параметрів калібрування, що дозволяють знизити кількість невідповідних зерен та підвищити якість солоду;
- використання спеціального обладнання, яке дозволить автоматично відокремлювати невідповідні зерна.

4. Використання нових технологій:

- сучасні технології, такі як автоматизовані системи контролю та моніторингу, можуть допомогти в забезпеченні більш точного та стабільного процесу виготовлення солоду.

5. Ефективне використання електроенергії:

- виготовлення солоду потребує значних енергетичних витрат на пророщування, сушіння та піджарювання зерна. Застосування енергоефективних технологій, таких як теплові насоси та енергозберігаючі сушарки, може допомогти зменшити витрати енергії та зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

УДК 621.9

Світановський Н. – ст. гр. МВс - 41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МОДЕЛЮВАННЯ ШПИНДЕЛЬНОЇ БАБКИ ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНОГО ВЕРСТАТА**

Науковий керівник: к.т.н. Крупа В.В.

Svitanovskyi N.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **MODELING OF THE SPINDLE HEADSTOCK OF THE LATHE-TURRET MACHINE**

Supervisor: Ph.D. Krupa V.

Ключові слова: токарно-револьверний верстат, шпиндельна бабка, розрахунок  
Keywords: lathe-turret machine, spindle headstock, calculation

Шпиндельна бабка є основним елементом верстата який передає обертальний рух оброблюваній заготовці, деталі або інструменту. В корпусі верстата 1Г325 змонтований шпиндель з опорами та валики приводу різьбового копіра. Від його стану залежить якість обробки деталей та продуктивність, тому має бути дотриманий ряд вимог, які задаються відповідними стандартами та визначається іншими чинниками, а саме: точність обертання, жорсткість шпинделя, вібростійкість, швидкохідність шпинделя, достатня несуча здатність, довговічність та допустимий нагрів підшипників.

На основі проведеного аналізу у роботі описано призначення базової моделі верстата 1Г325 та типи деталей що обробляються на токарно-револьверних верстатах. Проаналізовано будову конструкції верстата та опис конструкції верстата, а саме : редуктора, коробки подач, різьбонарізного пристосування, механізму подачі та затиску прутка, фартука револьверного супорта, поздовжнього упору та командоапарата.

Проведено розрахунки основних елементів шпиндельної бабки. Виконано кінематичний та загальний силовий розрахунок шпиндельної бабки, визначено модулі зубчастих коліс циліндричних зубчастих передач, проведено автоматизований розрахунок силових навантажень на вали, а також діаметри валів.

Проведено повний розрахунок циліндричної зубчастої передачі, з визначенням всіх необхідних конструктивних параметрів та розрахунок параметрів інших зубчастих передач для решти шестерень шпиндельної бабки.

Розроблено 3-D модель шпиндельної бабки в системі SolidWorks. Сконструйовано елементи шпиндельної бабки та описано принцип їх роботи. Проведено автоматизований розрахунок вала в системі SolidWorks Simulation та конструювання валів і їх діаметрів.

На основі проведеного розрахунків встановлено, максимальні напруження у окремих місцях вала становлять 30% його допустимих напружень. Тому запропоновано зменшити діаметр вала в окремих місцях, із забезпеченням його необхідних міцнісних і жорсткісних характеристик.

1. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підруч. – 2-е вид. перероб. – Львів: Афіша, 2003. – 560 с.
2. Бочков В.М., Сілін Р.І., Гаврильченко О.В. Розрахунок та конструювання металорізальних верстатів: підручник; за ред. Сіліна Р.І. – Львів: Бескид Біт, 2008. – 448 с.

УДК 621.742

Рубаха С., Рубаха Т. - ст. гр. МПм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ ДЕФЕКТІВ ВИЛИВОК В ПРОЦЕСАХ ЛИТВА ПІД ТИСКОМ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Радик Д.Л.

Rubakha S., Rubakha T.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **ANALYSIS OF CASTING DEFECTS IN PRESSURE DIE CASTING PROCESSES**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Prof. Radyk D.L.

Ключові слова: литво під тиском, вилівка, дефект

Keywords: pressure die casting, casting, defect

Литво під тиском супроводжується появою різних видів дефектів і браку виливок, який у багатьох випадках є важко виправним і виникає внаслідок недосконалої підготовки виробництва, недоліків конструювання й виготовлення форм. До таких видів браку відносяться:

1) передчасне зношення форм і утворення сітки тріщин, розпалу, що відображається на якості поверхні виливки. Цей вид дефектів спричиняється невірним вибором матеріалу форми або неправильним режимом її термічного оброблення;

2) різні дефекти виливки, спричинені недосконалим проектуванням літнкової системи;

3) неточність розмірів виливки внаслідок віддачі (привідкритої форми) при гідравлічному ударі в момент запресування; відбувається це внаслідок завищеної площі виливки або відсутності замків у формі;

4) повітряна пористість, яка відноситься до невиправних дефектів, оскільки залежить головним чином від конструкції деталі й не завжди усувається раціональністю літнкової системи або вентиляції.

При розгляді дефектів слід акцентувати увагу на тих недоліках, які суттєво впливають на якість виливки та утворюються в процесі литва і повинні бути усунені під час технологічного процесу [1]. Оскільки при литві в металеві форми за умов механізації процесу всі операції закономірно повторюються, то брак виливки, отриманої методом литва під тиском, може виникати лише у разі порушення деяких елементів технологічного процесу (температури заливки, хімічного складу сплаву, витримки металу у формі, температури форми тощо).

Аналіз видів дефектів виливок при литві під тиском виявив значну їх кількість: газова пористість, недоливи, газові раковини, тріщини, нарости (рис. 1, а – г), заливи, розводи, короблення, пригари, пустоти, спай, розшарування, шлакові раковини, рихлість, пористість тощо.

Зокрема, недолив характеризується тим, що при заливці деякі частини виливки залишаються незаповненими. Спай – це наскрізні або поверхневі із заокругленими краями потоки передчасно застиглого металу. Газовими раковинами є порожнини, розташовані на поверхні або всередині виливки. Гарячі та холодні тріщини - це наскрізні та ненаскрізні розриви або надриви у стінках виливок. Поверхня зламу в



холодних тріщинах є абсолютно чистою; в гарячих тріщинах, оскільки вони з'являються за високих температур, поверхня зламу завжди є окисленою.

Виправлення деяких ливарних дефектів не викликає великої складності. Наприклад, незначні дефекти виливок просочують мастикою, зашпаровують замазкою, виправляють газовим зварюванням або термічним обробленням. Раковини покривають бакелітовим лаком або заробляють замазкою.

Для зниження відсотку браку також необхідно проводити контроль температури сплаву та ливарної форми, розмірів літникової системи, швидкості та часу заливки сплаву, вентиляції ливарної форми тощо.

У ході аналізу було встановлено, що брак виливок нерідко виникає внаслідок недотримання технологічних режимів, неякісного приготування сплавів, недосконалості прес-форм або проблем з інструментом для заливки форми. В останньому випадку ці дефекти можуть бути суттєвими або дорогими для їх усунення в майбутніх виробничих процесах, коли необхідно повністю проводити капітальний ремонт прес-форми. Для дефектів, пов'язаних з прес-формою, насамперед має значення оформлення літника. Тому аналіз дефектів виливки необхідно починати з конструкції прес-форми та основних технологічних параметрів процесу. Часто при запуску нової прес-форми або форми, яка перебувала на ремонті або доопрацюванні, виникає необхідність в усуненні дефектів шляхом переналагодження параметрів машини. В такому випадку параметри переробки відрізняються від раніше встановлених, стають специфічними. Експлуатація такої форми в результаті є дорожчою, ніж своєчасно проведене вдосконалення конструкції форми. У таких випадках різко звужується «вікно переробки»; найчастіше машина експлуатується на межі своїх можливостей, що призводить до передчасного зношення її вузлів і агрегатів. Тому ще на стадії дослідних зразків необхідно так оптимізувати форму та процес, щоб навіть за невеликих змін параметрів, можна було отримувати заготовки належної якості.

Виробництво із застосуванням литва під тиском зазвичай потребує запровадження передових інновацій та значних інвестицій у обладнання. Саме тому особливо важливо перед використанням правильно спроектувати прес-форму та літникову систему, використовуючи сучасні ливарні технології, з метою уникнення потреби в подальшому їх доопрацюванні після виявлення серйозних дефектів виливок безпосередньо в процесі їх виробництва. Інші дефекти, пов'язані з процесом литва або матеріалами, вирішуються значно легше та дешевше.

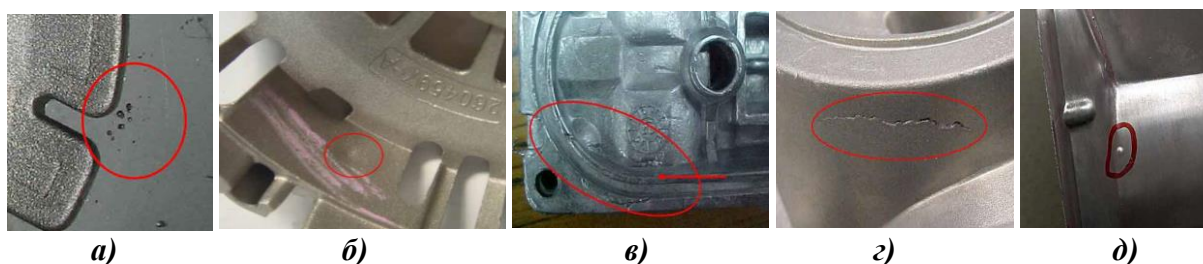


Рис.1 – Дефекти виливок в процесах литва під тиском [2]:  
а) газова пористість; б) газові раковини; в) недоливи; г) тріщини; д) нарости

#### Література:

1. Vasylyk V., Danylchenko L., Radyk D. Technological methods of workpieces manufacturing. Metal Casting: Manual / V. Vasylyk, L. Danylchenko, D. Radyk. Edited by L. Dzhydzhora. – Ternopil: Osadtsa U.V., 2021. – 203 p.
2. Die Casting Defects and How to Avoid Them / [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.dolincasting.com/13-die-casting-defects-and-how-to-avoid-them.html>

УДК 621.9/178:669.17

Лубянський О. – ст. гр. МВм – 51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩІ СІЧЕННЯ ТРУБНОГО ПРОФІЛЮ ПРИ КОСОМУ РІЗІ

Науковий керівник: доц., к.т.н. Шанайда В.В.

Lubianskyi O.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

### DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL FOR DETERMINING THE SECTIONAL AREA OF A PIPE PROFILE WITH AN OBLIQUE CUT

Supervisor: Ph.D., Associate Professor Shanaida V.

Ключові слова: моделювання, методи аналізу, комп'ютерний аналіз, металообробка  
Keywords: modelling, methods of analysis, computer analysis, metalworking

Процеси механічної обробки нерозривно пов'язані з енергетичними затратами. У більшості випадків, при аналізі процесу різання ми розглядаємо усталені (призначені) параметри глибини різання та подачі різального інструменту, а також об'єм матеріалу, який видаляють за одиницю часу. Процес відрізання деталей (заготовок) на пиловідрізнних верстатах має дещо відмінні характеристики, оскільки у вертикальній площині пила входить під кутом до оброблюваної деталі, а виходить з деталі практично паралельно до поверхні, яка виступає в ролі установчої бази.

Окрім того, при реалізації процесу різання під кутом меншим за  $90^\circ$  до поверхні, яка виступає за направляючу базу, об'єм зрізаного матеріалу буде зростати як за одиницю часу різання, так і при повній відрізьці деталі чи заготовки.

У процесі дослідження параметрів поперечного січення  $40 \times 40 \times 3$  профільної труби згідно стандарту ДСТУ 8940:2019 (Труби сталеві профільні (Технічні умови)) (див. рис. 1), що при зміні кута відрізання профілю шляхом зміщення відрізного профілю на 22 мм по одній із сторін, змінюються як геометричні параметри оброблюваного профілю, так і навантаження на привід головного руху верстату.

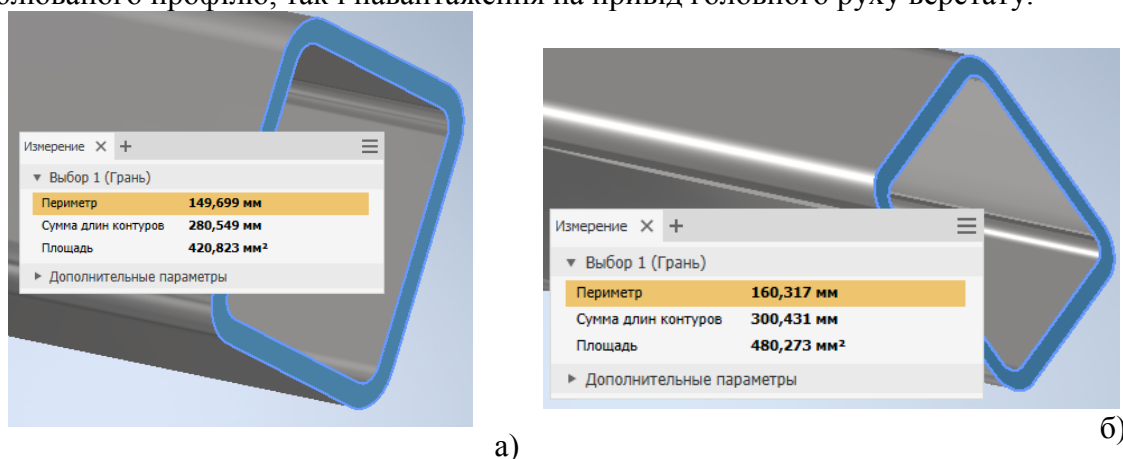


Рисунок 1. Параметри січень профільної труби: а – нормальний різ; б – косий різ.

Оскільки параметри поперечного січення при косому різі є змінними і залежать, власне, від величини зміщення по одній із сторін, то перший етап вивчення цього

процесу полягає у визначенні математичної залежності, яка би дозволила розраховувати ці параметри від величини зміщення. Провівши аналіз доступних інструментів для виконання такого аналізу [1], а також різні математичні моделі, які були реалізовані із застосуванням цієї інструментальної платформи [2, 3] ми реалізували алгоритм нелінійної регресії загального виду (див. рис. 2).

$$\begin{aligned}
 f_{pl}(zm, a, b, c, d) &:= a \cdot zm^b + c \cdot zm + d & \frac{d}{da} f_{pl}(zm, a, b, c, d) &\rightarrow zm^b \\
 \frac{d}{db} f_{pl}(zm, a, b, c, d) &\rightarrow a \cdot zm^{b-1} \cdot \ln(zm) & \frac{d}{dd} f_{pl}(zm, a, b, c, d) &\rightarrow 1 \\
 \frac{d}{dc} f_{pl}(zm, a, b, c, d) &\rightarrow zm & FF(x, k) &:= \begin{pmatrix} k_1 \cdot x^{k_2} + k_3 \cdot x + k_4 \\ x^{k_2} \\ k_1 \cdot x^{k_2} \cdot \ln(x) \\ x \\ 1 \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

$$s1 := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \text{Kcoef} := \text{genfit}(vx, vy, s1, FF)$$

$$\text{Kcoef} = \begin{pmatrix} 0.65 \\ 1.584 \\ -1.24 \\ 420.873 \end{pmatrix}$$

а) б)

Рисунок 2. Реалізація не лінійної регресії загального виду:

а – вихідне рівняння і його частинні похідні; б – розв’язок системи рівнянь.

В такий спосіб ми встановили, що для профільної труби згідно стандарту ДСТУ 8940:2019 з січенням 40x40x3 величину площі поперечного перерізу в залежності від величини зміщення по одній із сторін можна описати рівнянням:

$$Pl(x) = 0.65 \cdot x^{1.584} - 1.24 \cdot x + 420.873.$$

Після розрахунку значень досліджуваного параметра за запропонованою залежністю було проведено порівняння площ зрізаного шару із фактичними показниками (див. табл.1)

Таблиця 1. Порівняльні дані площ поперечного перерізу при прямому і косому різках

Зміщення, мм	0	10	15	20	25	30	35	40
Площі:								
Фактичні, мм <sup>2</sup>	420.823	433.774	449.439	470.494	496.255	526.029	559.176	595.134
Розрахункові, мм <sup>2</sup>	420.873	433.404	449.664	470.825	496.322	525.767	558.869	595.4
Похибка, %	0.012	0.085	0.05	0.07	0.013	0.05	0.055	0.045

Слід зазначити що отримані результати також можна оцінити за середньо-квадратичним відхиленням, яке становить  $E = 0,105 \text{ мм}^2$  і є найменшим серед показників, які були розраховані при реалізації інших алгоритмів.

Список посилань:

1. Шанайда В.В. Пакет MathCAD в інженерних розрахунках / В.В. Шанайда. – Тернопіль: вид-во ТДТУ, 2001. – 163 с.
2. Склярів Р. Використання багатофункціонального пакету MathCad при прогнозуванні параметрів металорізальних верстатів / Р. Склярів, В. Шанайда // Збірник тез доповідей XVI наукової конференції ТНТУ ім. Ів. Пулюя, 5-6 грудня 2012 року — Т. : ТНТУ, 2012 — Том II: Матеріалознавство та машинобудування. — С. 69. — (Машинобудування).
3. Герасимчук Г. А. Розробка математичної моделі та дослідження складних профільних з'єднань у спеціальних пакетах комп'ютерного моделювання/ Г. А. Герасимчук, Р. А. Склярів, В. В. Шанайда // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». Луцьк, - 2013. Випуск №42. – С.75-80.

УДК 602

Маракін М.– ст. гр. МОм-51, Чайківський І. – ст. гр. МОм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ШНЕКОВИХ ПОДРІБНЮВАЛЬНИХ МАШИН**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Пилипець О.

Marakin M., Chaikivskyj I.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **THE IMPROVING DIRECTIONS OF THE SCREW MEAT GRINDER CONSTRUCTIONS**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Prof . Pylypets O.M.

Ключові слова: робочий орган, шнек, обробка харчових продуктів.

Keywords: working bodies, screw, food processing.

Ефективність будь якого технологічного процесу, у т.ч. і процесу подрібнення м'яса і м'ясопродуктів залежить від правильного врахування властивостей і поведінки оброблюваного об'єкту при виконанні над ним технологічних операцій, тобто можливість максимально точного прогнозування результатів його обробки і за необхідності внесення до технологічних режимів процесу відповідних уточнень, що забезпечують необхідну якість і максимальну продуктивність обробки.

Найважливішими чинниками, що впливають на якість подрібнення сировини є конструктивні і геометричні параметри різального інструмента, кінематика процесу і динамічні властивості системи машина-інструмент-матеріал.

Параметри що впливають на параметричну надійність шнекових подрібнювальних машин:

1. Вхідні параметри: сировина для обробки ( вид, гатунок, маса кусків, температура); ріжучий інструмент (комплектність, ступінь затуплення і затяжки інструментів, діаметри отворів вихідної ґратки); кінематичні параметри (частота обертання шнеків, швидкість подачі сировини); умови експлуатації (якість технологічного обслуговування, кількість працюючих машин на одного робітника).

2. Вихідні параметри: якість продукції; продуктивність; енергозатрати.

Доцільним є знаходження оптимальних параметрів роботи подрібнювальних машин, що забезпечують найкраще різання продукту, найменше спрацювання різального комплекту, а отже і щонайменше потрапляння металу в продукт. Дотримання оптимальних режимів різання забезпечує високу якість готових виробів, параметричну надійність роботи та максимальну продуктивність подрібнювальних машин при мінімальних енергетичних витратах.

Основні вимоги до машин для подрібнення м'яса наступні:

1. Вимоги, що впливають на структурно-механічні характеристики та якість подрібненої сировини: забезпечення заданого ступеню подрібнення сировини при збереженні якості продукту з мінімальними втратами сировини; подрібнення не повинно супроводжуватись великими зусиллями стиснення, створюваними, наприклад, шнеками у вовчках при подачі сировини в зону різання, тому що це призводить до відтискання соку. При виробленні сирокочених ковбас цей ефект може бути

позитивним, через зменшення вологи у фарші, але разом з тим змінюється його вітамінний і мінеральний склад.

2. Вимоги, що забезпечують збереження якості сировини з огляду на медико-біологічні та санітарні норми: температура подрібнення сировини повинна бути нижче допустимої; виключається попадання в робочі зони змащувальних матеріалів і металевих включень від зношування деталей; деталі, що контактують з сировиною, необхідно виготовляти з корозійностійких матеріалів або з матеріалів зі спеціальним покриттям, стійким до агресивного м'ясного середовища; робоча зона повинна бути зручною для розбирання і складання вузлів, легкодоступною для санітарної обробки та видалення залишків сировини.

3. Відповідність конструкційних форм і експлуатаційних властивостей конкретним умовам роботи; достатня жорсткість і висока зносостійкість; безпека в роботі. Конструкційні форми корпусів інструментів і ножів, а також спосіб установки ножів треба вибирати таким, щоб різальну частину збірних інструментів можна було заточувати за одну установку на заточному верстаті.

Основним недоліком майже всіх шнекових подрібнювачів є те, що конструкція їхніх подаючих органів не пов'язана з структурно-механічними характеристиками м'ясної сировини, не забезпечує раціонального режиму її переміщення до різальних органів, а процес протискування м'яса через ґратки супроводжується великим опором і при цьому виконується непродуктивна робота та знижуються якісні показники м'ясопродукту.

Напрямки удосконалення конструкцій подаючих шнеків наступні:

- Виконання останнього витка шнека з виступом більш інтенсивного подавання сировини до різальних ґраток;
- Застосування шнека зі змінним кроком, в останньому витку якого виконанні отвори з гострими кутами заточування, спрямованими в бік обертання шнека, для додаткового подрібнення зворотного потоку сировини;
- Виключення закручування сировини при подачі її до різальних органів з високим тиском;
- Виконання двозахідного шнека для забезпечення руйнування сировини по всій довжині шнека під час транспортування до різального механізму;
- Виконання витків шнека з різальними крайками;
- Застосування автоматичного регулювання подачі сировини до зони подрібнення;
- Поєднання у шнекові робочих функцій транспортування і перемішування сировини та ін.

Напрямки удосконалення різальних вузлів подрібнювальних машин:

- Виконання приймальних ґраток з перерізом, що збільшується по ходу обертання ножа;
- Виконання отворів у вхідних ґратках з нахилом до їх площин у вигляді конусів або сопел;
- Виконання лез ножів криволінійними, інколи зубчастої форми;
- Підвищення кількості обертів ножа у порівнянні зі шнеком;
- Застосування ножів з підлуженими лопатями;
- Застосування для різання зворотно-поступального руху притиснутих ґраток;
- Забезпечення оптимального тиску на контактні ґраток і ножів.

УДК 537.8, 539.3

Мартинчук Н. – ст. гр. МП-21

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В КОЛЕСІ ДЛЯ НАГРІВАННЯ ЇЇ ДО ТЕМПЕРАТУРИ 755 °С.

Науковий керівник: ст. викладач Береженко Б.М.

Martinchuk N.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

## DISCLAIMER OF FAULT IN THE WHEELS FOR HEATING TO TEMPERATURE 755 °C

Supervisor: Berezenko B. M.

Ключові слова: відновлення, граничні умови, динамічна в'язкість

Keywords: restoration, boundary conditions, dynamic viscosity

Важливо визначити повну потужність, яка затрачається власне в колесі для його нагрівання, щоб при цьому досягти на ободі колеса температури 755 °С. Вона

знайдеться за формулою [1, 2]: 
$$P_4 = 2 \cdot \pi \cdot a \int_{x_{04}}^{x_6} W_4 (l_k - x) dx \quad (1)$$

де  $a$  – висота індуктора,  $l_k$  – віддаль від внутрішньої поверхні індуктора до осі колеса.

Джерело нагріву має найбільшу питому потужність на поверхні колеса (підготовленій) і ця питома потужність росте із частотою, перебуваючи з нею в лінійній залежності, питома потужність швидко зменшується зі збільшенням глибини проникнення. Тому цей нагрів слід кваліфікувати як поверхневий нагрів.

Оскільки колесо у всіх трьох випадках виготовлене із одного і того ж матеріалу (Сталь 55), то глибина проникнення у всіх випадках майже однакова.

Збільшуючи потужність теплових джерел з допомогою збільшення кількості витків індуктора збільшується потужність теплових джерел.

Порівняно малоефективно збільшується питома потужність теплових джерел з допомогою частоти струму.

Енергія магнітного поля на поверхні колеса (підготовленій) росте із частотою, перебуваючи з нею в лінійній залежності, енергія магнітного поля швидко зменшується із збільшенням глибини проникнення. Енергія магнітного поля інтенсивніше змінюються зі зміною сили струму та кількості витків індуктора.

Важливим є дослідження, яким є розподіл поширення температури в колесі, починаючи від поверхні на ободі колеса в напрямку до його осі. Це дослідження проводиться в одномірному випадку при умові відсутності конвективного теплообміну із зовнішнім середовищем. Таке дослідження дасть змогу визначити верхнє значення температури і найточніше воно буде виконано для поверхні ободу колеса. Таке знаходження температури (її оцінка зверху) є оправдане тим, що у випадку коли знайдена температура таким методом не пошириться за час нагрівання до осі колеса, то

вона не пошириться до неї і у випадку врахування конвективного обміну із середовищем.

Досліджено потужність теплових джерел в колесі при збільшенні часу (проміжку) нагріву від 30с до 240с зменшується від 756 кВт до 302 кВт, тобто в 2,5 рази, а сила струму в індукторі (для порівняння взято при частоті  $f = 200$  Гц) для таких же проміжків часу нагрівання – відповідно 2598 А і 1715 А. Тобто, має місце спадання необхідного для нагрівання струму в 1,5 раз. Характерним є той факт, що при частотах, які перевищують 1000 Гц потужність теплових джерел встановлюється і стає рівною  $\approx 676$  кВт, 502 кВт, 427 кВт, 384 кВт, 334 кВт, 304 кВт відповідно для проміжків термообробки  $\tau = 30с, 60с, 90с, 120с, 180с, 240с$ .

Дуже важливе допущення стверджує той факт, що температура поширюється по (незначно) зігнутому температуропроводі так же, як і по прямому, коли в обох випадках відсутній обмін з середовищем.

Досліджено, причину стрімкого спадання температури зі збільшенням  $X$  (проникнення в матеріал колеса) є різке зменшення при цьому питомої потужності теплових джерел.

З допомогою виразу (1) можна розв'язувати цілий ряд задач, пов'язаних зі знаходженням температури в колесі коли вона не перевищує температури Кюрі ( $\approx 755С$ ), таких як:

- знаходження температури у всіх точках колеса у випадку, коли на поверхні колеса буде температура рівна температурі Кюрі;
- дослідити можливість досягнення температури Кюрі за найкоротший технічно допустимий проміжок часу;
- вивчити можливість застосування формули (1) у випадку, коли температура в деяких зонах колеса перевищує температуру Кюрі;
- знайти можливість застосування формули (1) для моделювання процесу нагрівання на колесах невеликого розміру і перенесення результатів на колеса натуральних розмірів;
- вивчити залежність поширення температури у колесі від електрофізичних також від його теплофізичних характеристик ;
- дослідити залежність питомої потужності джерел нагрівання від конструктивних параметрів індуктора ( $N$  - кількість витків,  $a$  - висота індуктора) та віддалі від індуктора до поверхні колеса;
- розроблення елемента технологічного процесу підтримання температури на одному рівні в колесі, де ще немає розплаву, з температурою частини колеса, де вже залитий розплав.

#### Література:

1. Король О.І. Математичне моделювання визначення температурного поля при відновленні деталей циліндричної форми [Текст] / Король О.І. // Вісник ТНТУ ім. Івана Пулюя. – №3 – 2014 –С.223-231.
2. Михайлишин М.С., Шаблій О.М., Король О.І. Математичне моделювання індукційного нагріву в процесах відновлення експлуатаційних властивостей деталей циліндричної форми [Текст] / Михайлишин М.С., Шаблій О.М., Король О.І. // Вісник ТНТУ ім. Івана Пулюя. – №4 – 2014 –С.233-250.

УДК 621.9.02 (075.8)

Миськевич В. - ст. гр. МВМ-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ОСНОВНІ ФАКТОРИ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ПРОДУКТИВНІСТЬ ОБРОБКИ НА СТРІЧКОПИЛЬНОМУ ВЕРСТАТІ

Науковий керівник: к.т.н., доц. Склярів Р.А.

Myskevych V.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

## MAIN FACTORS THAT DETERMINE THE PRODUCTIVITY OF PROCESSING ON A BAND SAW MACHINE

Supervisor: Ph.D., Associate Professor Sklyarov R.

Ключові слова: стрічко-пилний верстат, стрічкова пила, продуктивність.

Keywords: band saw machine, band saw, productivity.

Для здійснення порізки сортового матеріалу, а також фібри, текстоліту та пластмас, на підприємствах використовують стрічко-пилні верстати [1]. На цих верстатах можна здійснювати відрізання матеріалу під будь-яким кутом до  $45^\circ$ .

Процес різання передбачає закріплення заготовки на робочому столі та відносний рух пили, що знаходиться в натягнутому стані. Швидкість різання, при цьому, встановлюється клинопасовим варіатором, а довжина заготовки визначається регульованим упором [2].

При цьому на верстаті важливо встановити оптимальні параметри різання, оскільки це, в кінцевому результаті, буде впливати на якість та точність процесу розпилювання, а також на тривалість експлуатації стрічкової пили.

На рис. 1 приведено схему, де вказані основні фактори, що впливають на вибір параметрів, які дозволяють розрахувати процес порізки мірного прокату на стрічко-пилному верстаті.

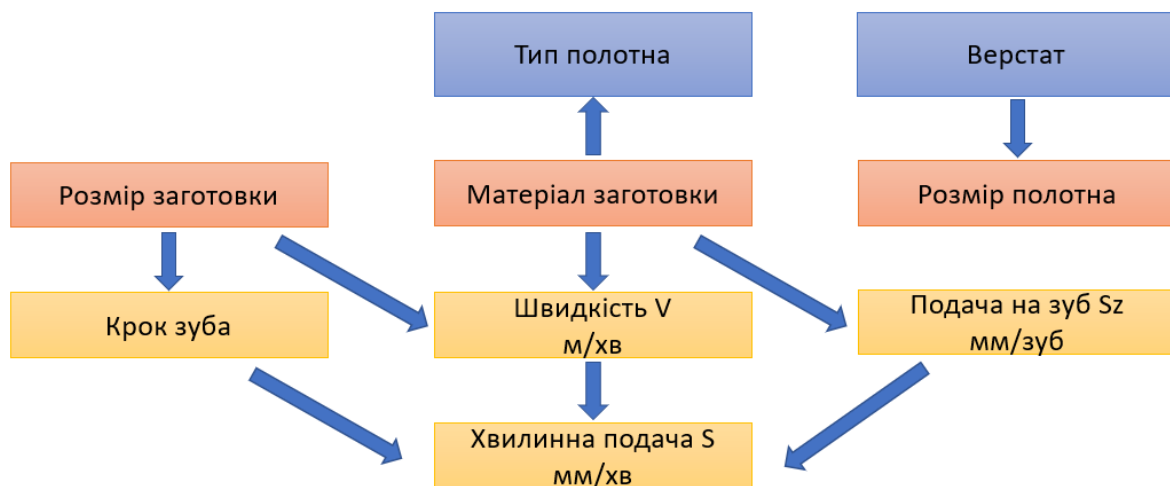


Рис. 1. Основні фактори, що впливають процес відрізки заготовки на стрічко-пилному верстаті



При виборі типу полотна пили слід врахувати матеріал, порізка якого буде здійснюватися, його товщина, режими різання, та техніко-економічні характеристики обладнання.

Провідні виробники пильних стрічок розробили рекомендації щодо вибору матеріалу стрічки для різних умов експлуатації та характеристик оброблюваного матеріалу. Вони рекомендують до використання наступні інструментальні матеріали [3, 4]:

- **швидкорізальні сталі (High Speed Steel, HSS)** - вони містять високі концентрації вуглецю, хрому, вольфраму, кобальту, молібдену та інших елементів. HSS стрічки мають високу твердість, зносостійкість, міцність та стійкість до перегріву. Їх рекомендовано використовувати для різання металів, сталей, алюмінієвих сплавів та інших матеріалів;

- **вуглецеві сталі (Carbon Steel, CS)** – вони виготовляються з високо-вуглецевої сталі з домішками марганцю, кремнію та інших елементів. CS стрічки мають високу твердість, але меншу зносостійкість і міцність, ніж HSS стрічки, Їх переважно використовують для різання тонких металевих листів, труб і профілів;

- **біметалічні стрічки (Bimetal Band, BB)** – вони складаються з двох шарів - зубчастої частини, виготовленої з HSS, та основи, виготовленої зі сталі з низьким вмістом вуглецю. BB стрічки поєднують в собі високу твердість та зносостійкість HSS стрічок з міцністю та гнучкістю сталевих основи. Їх використовують для різання металів різної твердості і зносостійкості.

- **карбідні стрічки (Carbide Band, CB)** - вони складаються з основи з високо-вуглецевої сталі, на яку наноситься шар карбіду, який забезпечує додаткову твердість і міцність стрічки. CB стрічки використовують для різання важких металевих заготовок з високою твердістю, наприклад, нержавіючої сталі або сплавів.

Товщина полотна пили, обирається в залежності від товщини оброблюваної заготовки та її фізико-хімічних властивостей, як правило вона знаходиться в межах від 0,8 до 2,4 мм. Менша товщина відповідає меншим граничним розмірам заготовки.

Кут заточування пили, згідно рекомендацій виробників [3, 4] може знаходитись в межах від  $6^\circ$  до  $12^\circ$ , для різних пил можуть бути встановлені різні значення.

Загальні рекомендації щодо вибору кроку зубів при різанні різних заготовок дуже близькі між собою і відрізняються лише прив'язкою цих рекомендацій до марок та типорозмірів пилок.

Параметри швидкості різання та подачі визначаються конкретними моделями обладнання, на якому здійснюється відрізка. Сучасні стрічко-пильні верстати є високопродуктивними, вони здатні забезпечити необхідну продуктивність. В залежності від типорозміру та конструктивного виконання вони можуть забезпечувати різні потреби різання: контурне пиляння, відрізка під кутами, різання пакетів заготовок різного профілю. Площі поперечного перерізу при цьому можуть досягати більше  $1 \text{ м}^2$ , при цьому стрічкове пиляння забезпечує мінімальне відхилення різку від перпендикулярності. Саме тому даний тип обладнання доцільно використовувати на виробництві.

#### Перелік використаної літератури:

1. Дроздов Ф. Н., Лебедев В. В. Рубежин В. С. Справочное пособие по отрезным станкам. Минск: Белорусь, 1968. - 268 с.
2. Веселовский С. И. Разрезка материалов. М.: Машиностроение, 1973, 360 с.
3. Bahco. Metal Cutting [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://www.bahco.com/int\\_en/industries/industrial-cutting/metal-cutting.html](https://www.bahco.com/int_en/industries/industrial-cutting/metal-cutting.html).
4. Saw bands. PROFESSIONAL BAND SAWS FOR METAL AND WOOD [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.pilous.cz/en/metal/saw-bands>.

УДК 621.91.06

Миськів М. - ст. гр. МВМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСОБЛИВОСТІ АНАЛІЗУ КОМПОНУВАЛЬНИХ СХЕМ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ ПОБУДОВАНИХ НА АГРЕГАТНО-МОДУЛЬНОМУ ПРИНЦИПІ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Склярів Р.А.

Myskiv M.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **FEATURES OF THE ANALYSIS OF DESIGN SCHEMES OF METAL CUTTING MACHINES BUILT ON THE AGGREGATE-MODULAR PRINCIPLE**

Supervisor: Ph.D., Associate Professor Sklyarov R.

Ключові слова: компоновальна схема верстату, металорізальний верстат, агрегатно-модульний принцип

Keywords: design schem of metal cutting machine, metal cutting machine, aggregate-module principle

Сучасні металорізальні верстати будуються з використанням агрегатно-модульного принципу формування компоновок, який передбачає використання стандартних модулів та агрегатів, які можуть бути легко замінені або додані для розширення функціональних можливостей проєктованого верстату. Застосування стандартних модулів та агрегатів сприяє зменшенню часу та витрат на розробку та виробництво верстатів, а також на їх обслуговування та ремонт.

Агрегатно-модульний принцип формування компоновальних схем верстатів передбачає [1]:

- використання стандартних модулів та агрегатів для розробки та виробництва верстатів;
- проєктовані модулі повинні мати стандартизовані параметри та можливості заміни без необхідності проведення складних ремонтних робіт;
- конструкція модулів повинна передбачати можливість їх легкої комбінації та заміни в процесі експлуатації;
- модульне виконання вузлів та агрегатів повинно забезпечувати можливість їх легкої заміни без необхідності розбирання всього верстату;
- розроблені модулі та агрегати повинні забезпечувати виконання конкретної функції, їх конструкція повинна передбачати можливість інтеграції з іншими модулями та агрегатами;
- проєктований верстат повинен мати максимальну просту конструкцію, яка повинна бути зрозумілою для користувача, та дозволяти легко здійснити його налаштування та провести технічне обслуговування;
- модульна конструкція верстату повинна забезпечувати можливість розширення його функціональності шляхом додавання нових модулів або агрегатів.

Дослідження компоновальних схем металорізальних верстатів є важливою задачею, вирішення якої дозволить здійснити високопродуктивне та ефективне обладнання, яке дозволить здійснювати механічну обробку металів та інших матеріалів.

Як відомо, компоувальна схема верстата визначається розташуванням та кількістю осей, що контролюють рух різального інструмента. Ці осі можуть бути лінійними або кутовими та можуть мати різну конфігурацію. Верстати з числом осей від двох до п'яти є найбільш поширеними [2].

Дослідження компоувальних схем металорізальних верстатів має на меті визначити оптимальну компоувальну схему, яка забезпечуватиме максимальну точність та ефективність обробки матеріалу.

Компоувальна схема верстату дозволяє здійснити попередню оцінку конструкції верстата через опис розташування основних вузлів в просторі та їх взаємозв'язки між собою. Загальноприйнята форма математичного опису компоувальної схеми верстату дозволяє відобразити взаємозв'язок між блоками верстата у відносній формі, яка передбачає врахування порядку розташування блоків та їх можливих переміщень в попередньо обраній системі координат [3].

Такий опис не дає можливості отримати інформацію про конкретне положення блоків у просторі і їх максимальне переміщення, що в певній мірі ускладнює аналіз компоувань верстату та вибір його оптимального варіанту.

В останні роки ми спостерігаємо бурхливий розвиток комп'ютерних технологій та програмного забезпечення. З'являються нові підходи, що дозволяють здійснювати частково автоматизоване проектування, але проблема якісного відбору компоувальної схеми верстату залишається актуальною. Слід систему, що дозволить здійснювати відбір кращих варіантів компоувань верстатів за обраними критеріями.

Тобто необхідно сформулювати критерії, що дозволять за мінімальної кількості вхідних даних здійснити оцінку компоування металорізального верстату. До таких критеріїв можна віднести критерій жорсткості та компактності.

Важливою характеристикою верстата є його робочий простір, він визначає габарити оброблюваної деталі. Форму робочої зони верстату визначають його конструктивні особливості [4]. Тому критерії, що будуть враховувати розмір робочої зони верстату є перспективними для оцінки та дослідження компоувальних схем металорізальних верстатів.

Розробка верстатного обладнання побудованого на агрегатно-модульному принципі дозволяє суттєво скоротити час на його проектування та виготовлення, знизити його собівартість та в цілому підвищити ефективність виробництва.

#### **Перелік використаної літератури:**

1. Аверьянов О. И. Модульный принцип построения станков с ЧПУ. - М.: Машиностроение, 1987.- 232 с.
2. Врагов Ю. Д. Анализ компонок металлорежущих станков.- М.: Машиностроение, 1978. - 208 с.
3. Кузнецов Ю. М., Скляров Р. А. Формалізований опис шпиндельного вузла як основної компоненти багатошпиндельного токарного автомата. Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем : зб. наук. праць. - Краматорськ : ДДМА, 2009. - Вип. 25. – С. 139-146.
4. Скляров Р. А. Розробка критеріальних оцінок для аналізу компонок верстатів з паралельною кінематикою / Р. А. Скляров, В. В. Шанайда // Матеріали ХІХ наукової конференції ТНТУ ім. Ів. Пулюя, 18-19 травня 2016 року — Т. : ТНТУ, 2016 — С. 74. — (Машинобудування).

УДК 537.8, 539.3

Михальчук Н. – ст. гр. МП-21

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ ОСТИГАННЯ КОЛЕСА ПІСЛЯ ПОПЕРЕДНЬОГО НАГРІВАННЯ І ЗАЛИВКИ РОЗПЛАВЛЕНОГО МЕТАЛУ В ТИГЕЛЬ

Науковий керівник: асистент Король О.І.

Mukhalchuk N.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

## STUDY OF COOLING OF THE WHEEL AFTER PRE-HEATING AND POURING OF MOLTEN METAL INTO THE CRUCIBLE

Supervisor: Korol O

Ключові слова: відновлення, граничні умови, динамічна в'язкість

Keywords: restoration, boundary conditions, dynamic viscosity

Розглянемо остигання по всій робочій поверхні металевого колеса, після заливання розплавленого металу в технологічний тигель [1, 2]. Остигання буде проходити від 1600°C до 20°C. Причому при 1450 – 1600°C як залитий рідкий метал, так і підготовлений на границі між ними основний метал будуть в рідкому стані та в сумі рідкого металу й аустеніту, тобто будуть створені умови для їх взаємного перемішування та дифузії, що сприятиме їх дійсному з'єднанню.

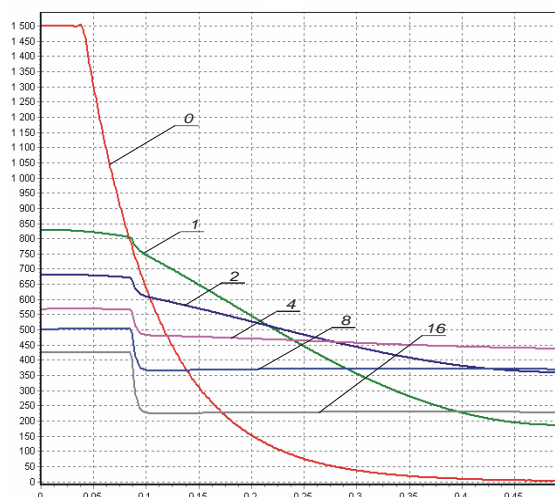


Рисунок 1 – Зміна температурного поля при охолодженні у часі через 1, 2, 4, 8 і 16 годин сталевго колеса при товщині стінки футеровки  $d_e=1$  см.

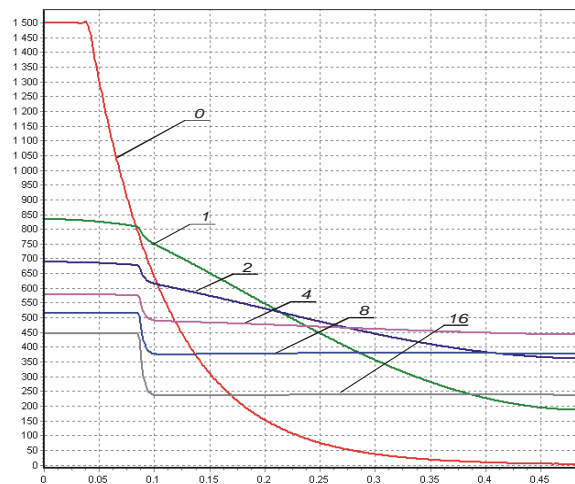


Рисунок 2 – Зміна температурного поля при охолодженні у часі через 1, 2, 4, 8 і 16 годин сталевго колеса при товщині стінки футеровки  $d_e=1,5$  см.

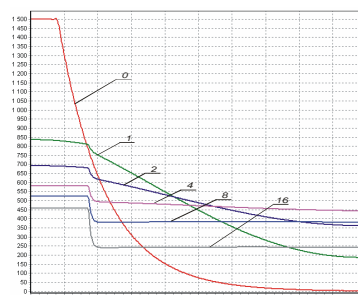


Рисунок 3 – Зміна температурного поля при охолодженні у часі через 1, 2, 4, 8 і 16 годин сталевго колеса при товщині стінки футеровки  $d_e=2$  см.

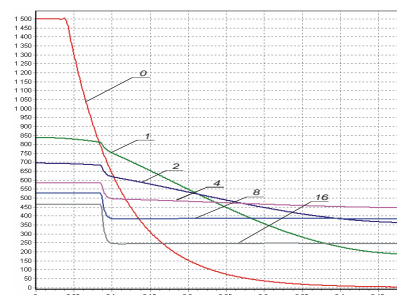


Рисунок 4 – Зміна температурного поля при охолодженні у часі через 1, 2, 4, 8 і 16 годин сталевго колеса при товщині стінки футеровки  $d_e=2,5$  см.

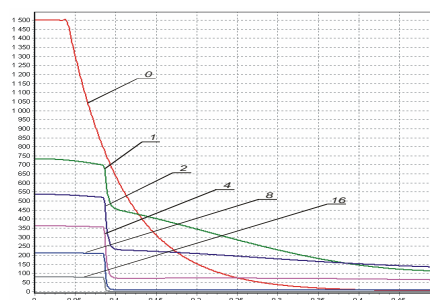


Рисунок 5 – Зміна температурного поля при охолодженні у часі через 1, 2, 4, 8 і 16 годин сталевго колеса при товщині стінки футеровки  $d_e=2,5$  см.

Після підготовки колеса до заливки в підготовлений тигель розплавленого металу і здійснення цієї операції відбувається процес остигання колеса разом із залитим металом.

На основі виведених залежностей створено програму обчислень температурного поля у колесі у процесі охолодження, графіки різних варіантів охолодження зображено на рис.1 – 4. Для всіх варіантів прийнято коефіцієнт теплопровідності сталі  $\lambda = 40$ .

На рис. 1 – 5 показано процес охолодження колеса при різних товщинах екрануючого шару (футеровки). Видно, що збільшення товщини шару приводить до більш повільного охолодження. При збільшенні тепловіддачі з поверхні суттєво прискорюється процес охолодження (рис. 4 – 5). Збільшення коефіцієнта теплопровідності футеровки (заміна шамоту на глинозем) також набагато прискорює охолодження, що видно із рис. 5. Основну небезпеку становить нагрівання центральної області колеса при  $x = 0,5$ , що може призвести до розпресовування посадки колеса на вісь [1, 2]. Аналіз графіків показує, що у найнесприятливішому випадку температура у вказаній точці не перевищуватиме  $450$  °С. У реальних умовах охолодження, за рахунок використання примусового вентилявання внутрішньої частини колеса, температура у точці  $x = 0,5$  буде значно меншою (рис. 4 – 5).

На основі виведених залежностей створено програму обчислень температурного поля у колесі у процесі охолодження, графіки різних варіантів охолодження зображено на рис.1 – 5. Для всіх варіантів прийнято коефіцієнт теплопровідності сталі  $\lambda = 40$ .

На рис. 1 – 5 показано процес охолодження колеса при різних товщинах екрануючого шару (футеровки). Видно, що збільшення товщини шару приводить до більш повільного охолодження. При збільшенні тепловіддачі з поверхні суттєво прискорюється процес охолодження (рис. 4 – 5). Збільшення коефіцієнта теплопровідності футеровки (заміна шамоту на глинозем) також набагато прискорює охолодження, що видно із рис. Література:

1. Король О.І. Математичне моделювання визначення температурного поля при відновленні деталей циліндричної форми [Текст] / Король О.І. // Вісник ТНТУ ім. Івана Пулюя. – №3 – 2014 –С.223-231.
2. Михайлишин М.С., Шаблій О.М., Король О.І. Математичне моделювання індукційного нагріву в процесах відновлення експлуатаційних властивостей деталей циліндричної форми [Текст] / Михайлишин М.С., Шаблій О.М., Король О.І. // Вісник ТНТУ ім. Івана Пулюя. – №4 – 2014 –С.233-250.

УДК 621. 891

Ничук О. - ст. гр. МАс-31

*Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ МЕТОДОМ ФАБО**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Гупка А.Б.

Nuchuk O.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **INCREASING THE DURABILITY OF CYLINDER SLEEVES OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES USING THE FABO METHOD**

Supervisor: Ph.D., Associate Professor Gypka A.B.

Ключові слова: двигун, гільза, довговічність

Keywords: engine, sleeve, durability

Ресурс роботи двигунів внутрішнього згоряння залежить головним чином від зносостійкості спряжень циліндро-поршневої групи та кривошипно-шатунного механізму. Саме ці деталі в значній мірі визначають технічний стан двигуна, тому задача підвищення їх працездатності являється однією із актуальних.

Проведені раніше дослідження показали, що ефективно знижують інтенсивність зношування даних пар тертя тонкі антифрикційні покриття латуні та міді, які реалізують ефект структурної самоорганізації поверхневих плівок в зоні фрикційного контакту. Відносна простота та універсальність методу ФАБО (фінішна антифрикційна безабразивна обробка) дозволяє використовувати його, як у масовому виробництві так і на невеликих авторемонтних майстернях. На сьогоднішній день технологія нанесення таких покриттів відпрацьована ще недостатньо. Представлені матеріали мають за ціль значне підвищення продуктивності процесу фрикційного латунювання гільз циліндрів автомобільних двигунів.

Як показав аналіз існуючі конструкції пристроїв для фрикційного латунювання мають доволі складну конструкцію і відносно великий машинний час обробки. Для підвищення процесу латунювання із спрощення конструкції інструмента пропонується пристрій на базі серійної хонінгувальної головки, який призначений для нанесення покриття на внутрішню (робочу) поверхню гільзи (Рис.1 ). Корпус 1 даного пристрою має три радіальних пази, які рівномірно розміщені по колу, з розміщеними в них колодками 3, які в свою чергу можуть переміщатися в радіальному напрямку. Для розтиску колодок служить конічний шток 2. Зворотній віджим колодок і їх фіксація від випадання у вільному стані здійснюється кільцевими пружинами 7. На колодках з допомогою осей 6 та гайок 4 встановлені натираючі елементи 5, які виготовлені із матеріалу покриття яке наноситься і які мають форму циліндричних роликів. Вісь 6 може вільно обертатися в отворах колодок 3.

Пристрій за допомогою штифта приєднується до хонінгувального верстата. Від штатної системи верстата до штоку 2 необхідне зусилля, під дією якого колодки 3 розтискаються і натираючі елементи 5 притискаються з необхідним зусиллям до оброблюючої поверхні гільзи циліндра.

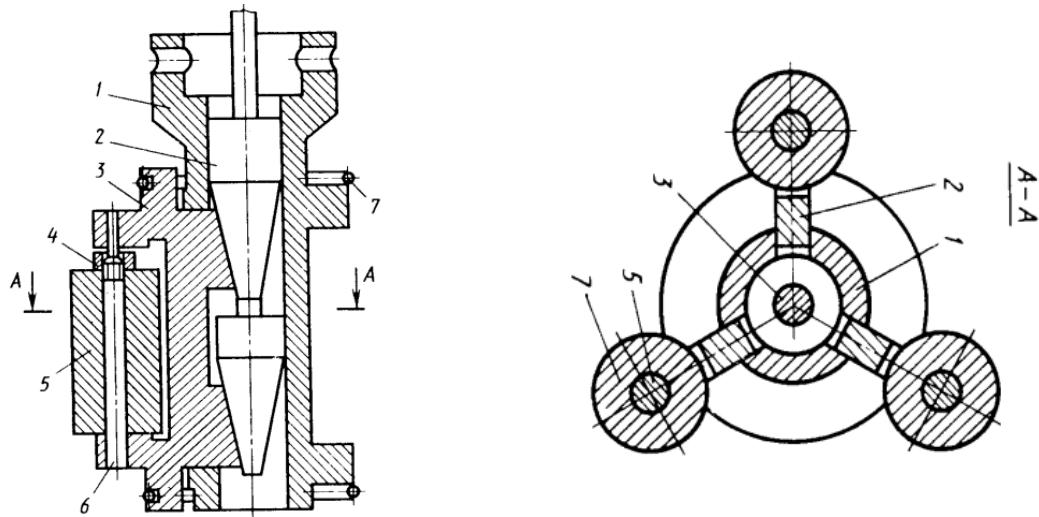


Рисунок 1 Пристрій для фрикційного латунювання гільз циліндрів автомобільних двигунів

Пристрій здійснює одночасно обертовий та зворотньо-поступальний рух, як при хонінгуванні отворів. В результаті зворотно-поступального руху відбувається проковзування натираючі елементів 5 і перенос матеріалу покриття на робочу поверхню гільзи. Оскільки в процесі роботи натираючі елементи постійно контактують із поверхнею гільзи, вони зношуються рівномірно і не втрачають циліндричної форми. Таким чином постійно забезпечується лінійний контакт і високий контактний тиск у спряженні інструмент-деталь, які необхідні для одержання покриття високої якості.

Проведені дослідження по приміненню даного пристрою покриття наноситься за 10-20 подвійних зворотно-поступальних рухів, що приводить до значного зменшення машинного часу. Наприклад, нанесення покриття із латуні Л 62 на поверхню гільзи циліндрів двигуна КамАЗ-740 проводилось при обертовій швидкості 1,0 м/с та осьовій швидкості (швидкість зворотно-поступального руху) – 0,2 м/с. Зусилля притискання натираючі елементів до оброблюючої поверхні в даному випадку менше у порівнянні з іншими пристроями, що дозволило понизити деформацію деталі.

Вплив ФАБО на якість припрацювання деталей циліндро-поршневої групи оцінювалось шляхом порівняння поверхонь тертя після припрацювання серійних гільз та гільз оброблених методом ФАБО. Порівнювались наступні параметри: 1) стан поверхонь тертя, наявність на них дефектів, які б свідчили про порушення нормального процесу припрацювання (глибокі риски, натири, задири); 2) шорсткість поверхонь тертя після припрацювання, яка оцінювалася по параметру Ra.

Результати порівняльних досліджень показали, що робоча поверхня гільз циліндрів, оброблена методом ФАБО практично не має пошкоджень, в той час як приблизно 80% серійних гільз після обкатування мають на поверхнях риски та натири. Параметр шорсткості поверхонь латуньованих гільз циліндрів на 60 – 80% менше чим у серійних. Таким чином латуньовані гільзи циліндрів мають більш високу якість поверхонь тертя у порівнянні із серійними гільзами. Тонкий шар латуні сприяє бідьш якісному припрацюванні поверхонь тертя. Оскільки якісне припрацювання підвищує зносостійкість пари тертя, тому періоди експлуатації циліндро-поршневої групи двигуна також збільшується

УДК 621.98.01

Оліховський В. – ст. гр. МВс-31

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ВИЗНАЧЕННЯ НАЙІМОВІРНІШОЇ ДОВЖИНИ ЗАГОТОВКИ ДЛЯ ЗГОРТНОЇ ВТУЛКИ

Науковий керівник: к.т.н., ст. викладач Сенік А.А.

Olikhovskiy V.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

## DETERMINATION OF THE MOST LIKELY CARD LENGTH AS A BLANKET FOR A FOLDING BUSH

Supervisor: Ph.D., art. teacher Senyk A.A.

**Ключові слова:** згортна втулка, величина відпружинювання, точність форми

**Keywords:** turning bush, springing value, shape accuracy

Проаналізувавши доступні літературні джерела, присвячені технологічному процесу формування згортних втулок, виявлено, що існуючі методи визначення довжини карточки не враховують, по перше, стохастичності її довжини, діаметрів фільтер і формуючого пуансона, а по друге, зміщення радіуса нейтрального шару згортної втулки як кривого бруса прямокутного перерізу великої кривизни.

Дані розрахунки приведені для привідних роликів і втулкових ланцюгів типорозміру ТРД38-3116.012Т.

Прийmemo згортну втулку як плоский кривий брус великої кривизни, так як виконується умова:

$$\rho \leq 7 \cdot h, \quad (1)$$

де  $\rho$  – радіус кривизни осі бруса;  $h$  – розмір (висота) поперечного перерізу у площині кривизни (рис.1).

На рис.1 схематично зображено фрагмент згортної втулки, поданої як плоский кривий брус.

Зауваження: в процесі згортання втулки волокна матеріалу, розміщені на зовнішній циліндричній поверхні  $B$ , розтягуються, на внутрішній циліндричній поверхні  $C$  – стискуються, а на нейтральній лінії залишаються недеформованими. Епюра напружень по поперечному перерізу подана на рис.2.

Довжину карточки  $L_k$  у загальному можна визначити за формулою:

$$L_k = 2\pi \cdot r_n. \quad (2)$$

Величина  $r_n$  (радіус кривизни нейтральної лінії) визначається за формулою:

$$r_n = h / \ln R / r, \quad (3)$$

де  $h$  – товщина кривого бруса (товщина стінки карточки);  $R$  і  $r$  – відповідно радіуси зовнішньої і внутрішньої циліндричних поверхонь кривого бруса (згортної втулки).

Для визначення  $L_{k,r_n}$  скористаємось конструктивними параметрами згортної втулки, які подані у таблиці 1.



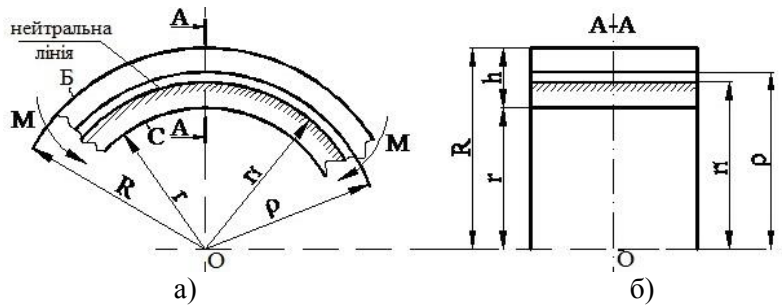


Рисунок 1 Схематичне зображення кривого бруса великої кривизни:  
 а) згин бруса двома моментами; б) переріз А-А

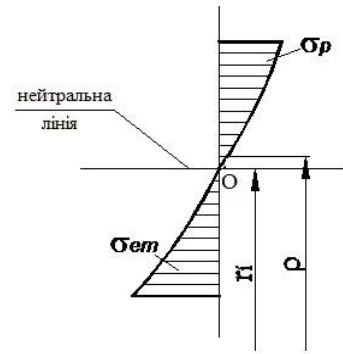


Рисунок 2 Схематичне зображення напружень по поперечному перерізу А-А

Таблиця 1

Конструктивні параметри згортної втулки ТРД38-3116.012Т

Позначення конструкторських параметрів	$\bar{D}$	$\bar{d}$	$\bar{R}$	$\bar{r}$	$\bar{\rho}$	$\bar{h}$
Значення параметрів, мм	11,13	8,10	5,565	4,050	4,8075	1,515

Найімовірнішу довжину  $\bar{L}_{\kappa, r_n}$  визначимо, підставивши у формулу (3), середні значення величин  $h$ ,  $R$  і  $r$ , а отримане значення  $\bar{r}_n$  – у формулу (2).

Тобто:

$$\bar{r}_n = \bar{h} / \ln \bar{R} / r = 1,515 / \ln 5,565 / 4,050 = 1,515 / \ln 1,3741 = 4,767.$$

Тоді середнє значення довжини карточки  $\bar{L}_{\kappa, r_n}$  буде:

$$\begin{aligned} \bar{L}_{\kappa} &= 2\pi \cdot \bar{r}_n = 6,28 \cdot 4,767 = 29,937 \text{ мм.} \\ \bar{L}_{\kappa} &= 29,937 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Визначимо середнє значення довжини  $\bar{L}_{\kappa, \bar{\rho}}$  карточки за середнім значенням радіуса кривизни  $\bar{\rho}$  осі кривого бруса.

$$\bar{L}_{\kappa, \bar{\rho}} = 2\pi \bar{\rho} = 6,28 \cdot 4,8075 = 30,191 \text{ мм.}$$

Знайдемо відхилення середнього значення довжини карточки  $\bar{L}_{\kappa, r_n}$ , визначеного за  $\bar{r}_n$ , від середнього значення довжини карточки, визначеного за  $\bar{\rho}$ :

$$\begin{aligned} \Delta \bar{L}_{\kappa} &= \bar{L}_{\kappa, \bar{\rho}} - \bar{L}_{\kappa, r_n} = 30,191 - 29,937 = 0,254 \text{ мм.} \\ \Delta \bar{L}_{\kappa} &= 0,254 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Відносна похибка складе:

$$\delta_1 = \frac{\Delta \bar{L}_{\kappa}}{\bar{L}_{\kappa, r_n}} \cdot 100\% = \frac{0,254}{29,937} \cdot 100\% = 0,89\%.$$

Отримані дані розрахункового параметра (довжини карточки, заготовки) коли довжина карточки визначалась через  $\rho$ , дані результати досліджень корегування довжини карточки заготовки втулки варто враховувати при проектуванні обладнання для формування згортних втулок а також при розрахунку довжини заготовки (карточки) для згортної втулки.

УДК 531.374

Пасічник Є. - ст. гр. МПс – 41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ХАРАКТЕРНІ ОСОБЛИВОСТІ РЕМОНТНОГО ВИРОБНИЦТВА**

Науковий керівник: к.т.н. Паньків В.Р.

Pasichnyk E.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **CHARACTERISTICS OF REPAIR WORKING**

Supervisor: Pankiv V., Ph.D.

Ключові слова: ремонт, виробництво, машинобудування

Keywords: repair, manufacturing, machine building

Виявлення загальних ознак ремонту (вторинного виробництва) машин та їх виготовлення (первинного виробництва), а також відмінностей цих виробництв один від одного необхідно для запозичення прогресивних засобів оснащення, технологій та організаційних форм та визначення специфічних шляхів розвитку ремонтного виробництва.

Особливості технології ремонту машин обумовлені наявністю розбірного процесу, невизначеним станом деталей ремонтного фонду та необхідністю визначення технічного стану деталей ремонтного фонду та їх сортування;

Деталі нових машин виготовляють із матеріальних напівфабрикатів, які мають технологічну визначеність. Вихідний об'єкт ремонту – це ремонтний фонд машин, що складається із забруднених та зношених деталей. Ушкодження однойменних елементів деталей характеризуються різними значеннями (допустимими та граничними), що обумовлює різну залишкову довговічність деталей. Велика кількість станів деталей ремонтного фонду потребує групування заготовок з подібними поєднаннями ушкоджень, формування партій таких заготовок та запуск їх на відновлення партіями.

Таким чином, відмінність ремонтного виробництва від машинобудування обумовлюється такими причинами:

- наявністю спеціалізованих виробництв (розбирання, очищення, визначення технічного стану деталей, створення ремонтних заготовок, комплектування складальних робочих місць деталями різних категорій), яким немає аналогів у машинобудуванні;

- наявністю технологічних процесів, властивих тільки ремонтному виробництву (відділення експлуатаційних забруднень від поверхонь деталей ремонтного фонду, розбирання агрегатів після їх тривалої експлуатації, нанесення відновлювальних покриттів, відновлення жорсткості, втомної міцності і герметичності деталей);

- великою кількістю станів вихідних та ремонтних заготовок;

- відсутністю у ремонтному виробництві стадії відпрацювання виробів на технологічність, тому що креслення виробів застосовують розробки машинобудівного виробництва з невеликими змінами;

- великою потребою у створенні переналагоджених ресурсів технологічного оснащення та необхідністю виготовлення великої кількості оснастки на універсальне обладнання.

УДК 531.374

Павлюк П., ст. гр. МПс – 41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЗВАРЮВАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Паньків М.Р.

Pavlyuk P.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **MODELING OF WELDING PROCESSES**

Supervisor: Pankiv M., Ph.D., Assoc. Prof

Ключові слова: модель, зварювання, деформація

Keywords: model, welding, deformation

Для моделювання зварювальних процесів широко застосовують комп'ютерне моделювання. Залежно від методів реалізації розрізняють аналітичні та алгоритмічні математичні моделі. В аналітичних математичних моделях вихідні та вихідні параметри пов'язані залежностями у вигляді аналітичних виразів. Вид аналітичного виразу для параметрів, що шукаються, дозволяє досліджувати фундаментальні властивості об'єкта, його якісну поведінку, будувати нові гіпотези про його внутрішньої структури. Проте можливості аналітичних методів суттєво обмежені рівнем розвитку відповідних розділів математики, і в більшості випадків їх застосування обмежено відносно нескладними моделями у вузькому діапазоні значень параметрів.

Алгоритмічні (комп'ютерні) математичні моделі знаходять більше практичне застосування і можуть бути числовими або імітаційними. При числовому моделюванні сукупність вихідних математичних співвідношень замінюється кінцевим аналогом. Це найчастіше досягається дискретизацією вихідних співвідношень, тобто переходом від функцій безперервного аргументу до функцій дискретного аргументу. Після дискретизації вихідного завдання виконується побудова обчислювального алгоритму. Знайдене рішення дискретного завдання приймається за наближене рішення вихідного математичного завдання. Ступінь наближення визначених за допомогою чисельного методу параметрів моделі залежать від наступних чинників:

- від похибок самого методу, пов'язаних із заміною вихідної моделі її дискретним аналогом;

- від помилок округлення, що виникають під час виконання комп'ютерних розрахунків та пов'язаних з кінцевою точністю подання чисел.

Основною вимогою до обчислювального алгоритму є його збіжність, тобто. можливість отримання рішення вихідного завдання із заданою точністю за визначеним числом кроків. Питаннями розробки та використання чисельних методів, а також побудови на їх основі обчислювальних алгоритмів займається обчислювальна математика. Імітаційне моделювання полягає у створенні деякого алгоритму, що моделює поведінку складної системи з урахуванням взаємодії один з одним складових її елементів. Суть імітаційного моделювання зазвичай полягає не так в отриманні рішення будь-якої певної задачі, скільки в отриманні інструменту дослідження та прогнозування поведінки складної системи при різних комбінаціях керуючих параметрів.

Математична модель – це еквівалент об'єкта, який відбиває у математичній формі найважливіші його властивості, яким він підпорядковується, зв'язки, якими наділені його складові частини.

Математична модель розробляється на шляху модель-алгоритм-програма.

Основні етапи математичного моделювання:

1. Побудова моделі. На першому етапі задається об'єкт на дослідження.
2. Розв'язання математичного завдання. На цьому етапі проводиться розробка алгоритмів та чисельних методів вирішення задачі.
3. Інтерпретація одержаних результатів з математичної моделі. Наслідки, виведені з моделі мовою математики, інтерпретуються на мову, прийнятій у цій галузі.
4. Перевірка адекватності моделі. На цьому етапі з'ясовується, чи узгоджуються результати експерименту з теоретичними наслідками моделі в межах певної точності.
5. Модифікація моделі. На цьому етапі проводять спрощення моделі для досягнення практично прийняттого рішення.

Математичне моделювання процесів зварювання охоплює такі сфери:

1. Пряме та зворотне математичне моделювання та оптимізацію зварювальних процесів. Проводиться розробка алгоритмів, математичних моделей процесу зварювання та комп'ютерних програм. Вирішення цієї задачі дозволяє визначити оптимальні режими зварювання.

2. Теорію зварювальних деформацій та напружень. Проводиться розробка механічних моделей та алгоритмів, розв'язання задач теорії термопластичності методом кінцевих елементів, методом зменшення тимчасових та залишкових деформацій та напружень. Будь-яка зварювальна операція, пов'язана з нагріванням, неминуче призводить до зміни форми конструкції та виникнення в ній тимчасових та залишкових деформацій. Розв'язання даних завдань дозволяє визначити, які напруження та деформації виникнуть у конструкції при даній технології зварювання залежно від параметрів зварювання.

3. Теплові процеси при зварюванні. Дозволяє провести розв'язання задач теплопровідності аналітичними та чисельними методами та визначити, як розподіляється тепло при зварюванні у виробі, тому що від цього залежить форма зварного шва, розміри зони термічного впливу, тимчасові та залишкові деформації та напруження в металі в критичному діапазоні температур, коли відбуваються структурні перетворення.

4. Дифузійні процеси при зварюванні. Проводиться розробка фізико-математичних моделей, аналіз хімічної мікро- та макронеоднорідності зварних з'єднань. Математичне моделювання дифузійних процесів дозволяє визначити перерозподіл хімічних елементів при зварюванні шва, що викликає зміну механічних характеристик зварного шва.

5. Металургія зварювання. Проводиться моделювання плавлення та затвердіння металу шва, фазові перетворення у твердому стані, прогнозування властивостей різних зон зварного з'єднання. Сприяє підбору найбільш раціонального режиму зварювання, визначенню його послідовності, оптимальної температури нагріву.

Математичне моделювання дозволяє отримати режими зварювання, які будуть гарантовано відповідати всім вимогам щодо механічних властивостей та структури металу у всіх зонах зварного з'єднання, що скорочує час, витрачений інженером на розрахунки, дозволяє більш точно визначати режими зварювання, допомагає уникнути помилок при проектуванні, дозволяє автоматизувати процес розрахунків, знижуючи працю інженера-зварювальника. Математичне моделювання незамінне у випадках, коли проведення великої кількості експериментів економічно недоцільно, або неможливо. Математичне моделювання дозволяє звести до мінімуму витрату ресурсів виробництва, за збереження якості продукції і тим самим допомагає створити більш економічну технологію.

УДК 621.9.06

Прокопик Т. - ст. гр. МВм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ БАГАТООПЕРАЦІЙНИХ ВЕРСТАТІВ ТА ВИМОГИ ДО НЬОГО**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Склярів Р.А.

Prokopyk T.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **TECHNOLOGICAL EQUIPMENT OF MULTIO-PERATION MACHINES AND REQUIREMENTS FOR IT**

Supervisor: Ph.D., Associate Professor Sklyarov R.

Ключові слова: багатоопераційний верстат, технологічне оснащення.

Keywords: multi-operation machine, technological equipment.

Технологічне оснащення багатоопераційних верстатів (БОВ) може включати в себе сучасні технології та компоненти, що забезпечують виконання основних технологічних операцій з високою точністю та продуктивністю, їх проектування передбачає дотримання вимог системного підходу [1] та прогнозування [2].

В склад технологічного оснащення БОВ верстатів входять:

- системи числового керування (CNC) – вони дозволяють здійснювати автоматичне керування рухами верстату з використанням комп'ютерної програми;
- інструментальні магазини – системи автоматичної заміни інструментів (САЗІ), їх використання передбачає заміну інструментів з використанням автооператорів;
- гідравлічні та пневматичні системи - дозволяють проводити різноманітні технологічні операції та переходи з використанням стисненого повітря або рідини, вони дозволяють зменшити вплив вібрацій та шуму під час роботи верстата;
- пристрої контролю інструментів – забезпечують автоматичне визначення положення інструментів на верстаті та їх стан;
- пристрої контролю точності обробки на верстаті.

БОВ здатні виконувати обробку плоских поверхонь деталей, свердлили отвори, нарізати різні види різей (метричну, дюймову), розточувати внутрішні отвори, проводити фасонне фрезерування, а також виконувати інші операції.

Як показав аналіз, сучасні БОВ здебільшого використовують термінали компаній Fanuc, Siemens, Heidenhain, Mazak та Okuma. Так компанія Fanuc пропонує CNC-систему серії Fanuc 30i, яка забезпечує високу точність та надійність обробки деталей. В компанії Siemens найбільше використання мають такі моделі CNC як Sinumerik 840D та Sinumerik 828D. Багато верстатобудівних фірм в якості системи керування використовують системи керування компанії Heidenhain, такі як TNC 640 та TNC 620, фірми Mazak - Mazatrol SmoothX та Mazatrol Matrix Nexus 2, а також системи керування Okuma - такі як OSP-P300S і OSP-P300L.

Кожна з цих моделей має свої особливості та можливості для програмування та керування різними типами БОВ. Вибір конкретної моделі CNC-системи залежить від потреб виробництва та від специфіки конкретного верстата.

САЗІ мають значний вплив на конструкцію БОВ, оскільки їх встановлення може збільшити габаритні розміри та вагу верстату. Також їх використання впливає на

компонувальну схему обладнання. Встановлювані системи повинні забезпечувати швидкий та легкий доступ до інструментів, але при цьому слід більше уваги приділити питанням безпеки, щоб зменшити ризик травмування для оператора. Оскільки БОВ здебільшого передбачають роботу протягом тривалого часу, то це потребує використання для САЗІ більш надійних та міцних матеріалів та компонентів. Також в цих верстатах слід передбачити наявність відповідної системи керування верстатом, які можуть виконувати такі функції, як автоматична діагностика стану інструментів, відслідковування положення інструментів в просторі та інші.

При проектуванні оснащення БОВ гідравлічними та пневматичними системами, необхідно враховувати вимоги до САЗІ, механізмів регулювання тиску, затиску інструменту та оброблюваної заготовки, а також до систем мащення та охолодження. Крім того, потрібно забезпечити правильне розміщення компонентів системи та їх взаємодію з іншими елементами верстата.

Системи пристроїв контролю, що використовуються в БОВ, дозволяють забезпечувати точність та якість обробки деталей. Основні типи систем контролю, що використовуються на БОВ, включають:

- системи вимірювання довжини інструменту (дозволяють вимірювати довжину інструменту та корегувати позицію інструменту відносно оброблюваної деталі);
- системи вимірювання розмірів деталей (дозволяють визначати розміри оброблених деталей та контролювати їх відповідність встановленим параметрам;
- системи контролю зусиль різання (можуть контролювати зусилля, які прикладаються до інструменту під час обробки деталі);
- системи контролю вібрації (дозволяють контролювати рівень вібрації під час обробки деталі, підвищують точність та якість обробки);
- системи контролю охолодження і змащення (вони дозволяють контролювати рівень охолодження та змащення інструменту та деталі під час обробки, забезпечують оптимальні умови для роботи інструменту та підвищують тривалість його експлуатації).

У процесі проектування технологічного оснащення для БОВ необхідно враховувати різні вимоги та особливості, такі як потужність верстату, швидкість і точність рухів, типи операцій, які він виконує, і т. ін.

На сьогоднішній день, розвиток технологічного оснащення БОВ активно продовжується. Використання штучного інтелекту, додаткових датчиків та збільшення швидкості обробки, дозволяють підвищувати ефективність і точність цього типу металообробного обладнання.

### **Перелік використаної літератури:**

1. Четвержук Т. І., Полінкевич Р. М., Редько Р. Г., Залета О. М., Склярів Р. А. Статистичне моделювання технічних характеристик металорізальних верстатів. Міжвузівський збірник наукових праць «Наукові нотатки» за галузями знань «Фізико-математичні науки» та «Технічні науки», Випуск 71, Луцьк, 2021, № 71. – 363 с. – С. 322-329.
2. Склярів Р. А. Вибір бази порівняння при прогнозуванні стратегії підвищення якості технологічного обладнання. Матеріали наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя механіко-технологічного факультету «Прогресивні матеріали та технології в машинобудуванні, будівництві та транспорті. (м. Тернопіль, 16 травня 2011 р.), 2011.- С. 111-112

УДК 621.326

Сем'яник Р. – аспірант, Бойчук В. – ст. гр. ПМЗм-22-1

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

## ЦИКЛІЧНА ДОВГОВІЧНІСТЬ СТАЛІ 17Г1С

Науковий керівник: к.т.н., доцент Біщак Р.Т.

Semyanyk R.V., Boychuk V.P.

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

## CYCLIC DURABILITY OF 17G1C STEEL

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Roman Bishchak

Keywords: cyclic loading, durability, main pipeline, steel

Наявні моделі накопичення пошкоджень у сталях магістральних газопроводів на різних структурних рівнях, за умов циклічних навантажень та тривалої експлуатації не завжди дозволяють сформулювати параметри оцінювання процесів деформування на різних масштабних рівнях. За наявності в матеріалі тріщиноподібних дефектів важливим є аналіз процесів накопичення пошкоджень біля вершини тріщини та врахування наявних деформацій та діючих напружень.

Метою роботи є виявлення закономірностей циклічного деформування та руйнування сталі 17Г1С, що широко застосовується в газотранспортному комплексі.

З фрагмента труби зі сталі 17Г1С, діаметром 1020 мм вирізали плоскі зразки розміром  $70 \times 10 \times 1$  мм. В якості концентратора напружень в зразках виготовляли отвір діаметром 2,5 мм. Зразки випробовували на циклічний розтяг при  $\Delta\sigma = 350$  МПа за допомогою сервогідравлічної випробувальної машини Biss UTM 150. У процесі втомних випробувань проводили фотозйомку зразків за допомогою фотоапарату Canon D550.

За умов дії циклічних навантажень визначальним при оцінюванні довговічності до зародження і поширення тріщин є структурний стан сталі, характеристики міцності та пластичності матеріалу. Експериментально отримані показники довговічності сталі зовнішньої ( $N_f = 35$  тис/циклів) і внутрішньої ( $N_f = 42$  тис/циклів) поверхонь труби магістрального газопроводу, табл. 1.

Таблиця 1

Циклічна довговічність зразків сталі 17Г1С (нової)

Довговічність зразка, тис. циклів	Місце вирізки	
	Зовнішня поверхня	Внутрішня поверхня
$N_f$	35	42

Циклічне деформування матеріалу призводить до виникнення неоднорідних мезоструктур і деформуванню матеріалу. Зародження втомного дефекту є кінцевою стадією деформування матеріалу, коли відбувається глобальна втрата зсувної стійкості на макрорівні і розпочинається ріст магістральної втомної тріщини.

Зміни швидкості росту тріщини в сталі 17Г1С вирізаної із зовнішнього і внутрішнього шарів труби відповідають стабільній ділянці кінетичної діаграми втомного руйнування. При цьому довговічність сталі внутрішнього шару на 20% вища ніж зовнішнього.

УДК 621.326

Сем'яник Р. – аспірант, Ходоровський І. - ст. гр. ПМЗм-22-1

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

## ВПЛИВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО НАПРАЦЮВАННЯ СТАЛІ 25X1M1Ф НА ЗАКОНОМІРНОСТІ СТРУКТУРНОЇ ДЕГРАДАЦІЇ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Біщак Р.Т.

Semyanyk R., Hodorovskiyy I.

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

## THE INFLUENCE OF THE OPERATION 25X1M1F STEEL ON THE REGULARITY OF STRUCTURAL DEGRADATION

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Roman Bishchak

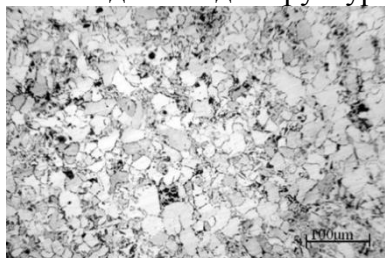
Keywords: degradation, temperature, roller, steel, structure

Досліджували фрагмент суцільнокованого ролика машини безперервного лиття заготовок, який виготовлено на ВАТ "ММК ім. Ілліча". Термообробка ролика: відпал при 920°C, кування, протифлокенний відпал та нормалізація при 950...980°C з відпуском при 650°C.

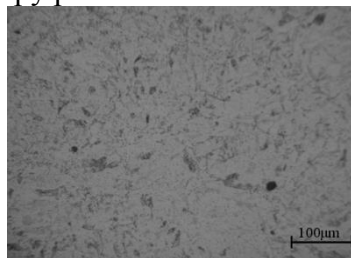
Для аналізу структури матеріалу, з ролика вирізали темплет у зоні термоциклічного навантаження на глибині до 5 мм від зовнішньої поверхні. Для цього використали металографічний мікроскоп Axiovert 40 MAT (Carl Zeiss). Крім того, структуру матеріалу аналізували поза зоною термомеханічного впливу на глибині 50,0 мм від поверхні ролика. Темплети попередньо полірували на шліфополірувальному верстаті типу Bauehler Beta та протравлювали в суміші азотної та соляної кислот.

У початковому стані сталь 25X1M1Ф має ферито-перлітну структуру із чітко окресленими межами зерен (рис. 1, а). Експлуатований матеріал поверхневого шару ролика на глибині до 5,0 мм має розсіяні пошкодження, втрачається чіткість міжфазних меж матеріалу. В об'ємі феритних зерен і на їх межах карбіди набувають сферичної форми (рис. 3.3, б).

Вичерпування пластичності матеріалу спричиняє зародження і об'єднання мікродефектів у кількох площинах ковзання, що в свою чергу обумовлює множинне тріщиноутворення на поверхні ролика. Аналіз шліфів приповерхневих ділянок матеріалу, на оптичному мікроскопі, свідчить, що структура матеріалу в околі втомної тріщини є подібною до структури поверхневого шару ролика.



а



б

Рис. 1. Структура сталі 25X1M1Ф ( $\times 200$ ) у вихідному (а) та деградованому (б) станах

Методами скануючої мікроскопії виявлено розподілені у феритній матриці зерна перліту розміром близько 30...50 мкм та включення різних типів, які спричиняють концентрацію напружень, внаслідок меншої величини їх модуля пружності.



УДК 621.326

Собчук С., Нагірняк М. - ст. гр. ПМЗм-22-1

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

## **МЕТАЛУРГІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗВАРЮВАННЯ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Біщак Р.Т.

Sobchuk S., Nagirnak M.

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

## **METALLURGICAL FEATURES OF THE TITANIUM ALLOYS WELDING**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Roman Bishchak

Keywords: alloys, metallurgical, titanium, welding

На зварюваність титану та його сплавів особливо впливають висока хімічна активність металу до газів, що містяться у повітрі (кисню, азоту та водню) та його підвищена схильність до росту зерна при температурі вище 800-850 °С.

Титан володіє високою температурою плавлення (1668 °С), тому при його зварюванні потрібне потужне, концентроване джерело тепла. Основна проблема зварювання титанових сплавів - це надійний захист металу, що нагрівається вище 300-400 °С, від водню, кисню і азоту, що містяться в повітрі.

При нагріванні до температури 350 °С і вище титан активно поглинає кисень, утворюючи оксидний шар металу з високою твердістю, міцністю та низькою пластичністю. Поява такого шару може призвести до того, що на поверхні деталі, що зварюється, з'являються тріщини. По мірі окислення оксидна плівка змінює забарвлення від жовто-золотистого до темно-фіолетового, що переходить у біле. Ці кольори в навколошовній зоні характеризують якість захисту титану при зварюванні від навколишнього середовища.

При температурі вище 500 °С титан активно взаємодіє з азотом з утворенням нітридів, що підвищують твердість і міцність металу, але знижують його пластичність.

Що стосується водню (водень утворюється в результаті розкладання води на водень і кисень під впливом високої температури дуги), то під його впливом, з титаном відбувається дуже шкідливе явище, що називається водневою крихкою. Хімічна природа цього процесу полягає в утворенні закристалізованому металі, що містить розчинений водень, гідридів титану, що підвищують крихкість металу і викликають в ньому тріщини. На практиці це призводить до того, що через деякий час після зварювання (іноді досить тривалий) приварена деталь, яка не мала, здавалося б, ніяких дефектів, просто відламується - сама по собі або після легкого удару.

Підростання зерна, що має місце при високих температурах, також негативно позначається на міцності титану. Цьому сприяє низька теплопровідність титану, що збільшує час перебування шва і навколошовного металу в зоні високих температур. Щоб зменшити підростання зерна, зварювання необхідно виконувати за мінімально можливої погонної енергії.

Таким чином, основна проблема зварювання титанових сплавів - це надійний захист металу, що нагрівається вище 300-400 °С, від водню, кисню і азоту, що містяться в повітрі.

УДК 621.326

Цебрій А., Бугайчук Д., Сорока А. - ст. гр. ПМЗм-22-1

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

## ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОСТРУКТУРИ ЗВАРНОГО З'ЄДНАННЯ ТИТАНОВОГО СПЛАВУ VT1

Науковий керівник: к.т.н., доцент Біщак Р.Т.

Cebriy A., Bugaychuk D., Soroka A.

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

## INVESTIGATION OF THE MICROSTRUCTURE OF THE WELDED JOINT OF TITANIUM ALLOY VT1

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Roman Bishchak

Keywords: alloys, microstructure, titanium, VT1, welding

Титанові сплави знаходять широке застосування в різних галузях виробництва зокрема для виготовлення обладнання в хімічній промисловості. Зварювання титанових сплавів має ряд технологічних складнощів, пов'язаних з фізико-хімічними особливостями матеріалу. Метою роботи є дослідження структури зварних з'єднань титанового сплаву VT1.

Зварювання зразків виконувалося неплавким вольфрамовим електродом джерелом живлення постійного струму СВАРОГ TIG 250P AC/DC за таких параметрів режиму: сила зварювального струму  $I_{зв} = 80$  А, напруга на дузі  $U_{д} = 16$ , витрата аргону 10-14 л/хв. Зварювання зразків здійснювалося без технологічного оснащення.

Металографічне дослідження проводили шляхом візуального спостереження та фотографування мікроструктури шліфів на металографічному мікроскопі Carl Zeiss Ахіо, за різних збільшень. Травлення зразків виконувалося реактивом у складі: HCl - 16,6 %; HNO<sub>3</sub> - 16,6 %; HF - 16,6 %; H<sub>2</sub>O – 50 %.

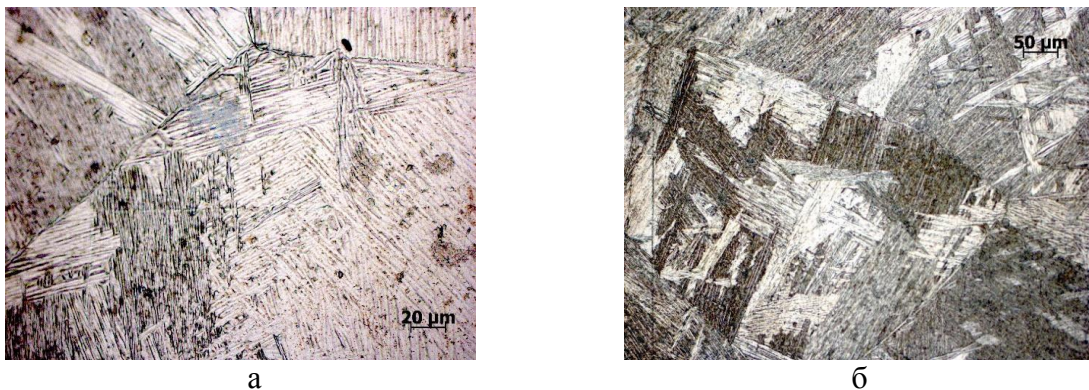


Рис. 1. Мікроструктура зварного з'єднання титанового сплаву VT1: зона термічного впливу (а), зварний шов (б)

Мікроструктура титанового сплаву VT1 (рис. 1, а) представляє собою  $\beta$  – зерна розміром 150..200 мкм, які складаються з пакетів паралельних  $\alpha$  – пластин, товщина яких складає 4..10 мкм, а довжина співмірна з розміром первинного  $\beta$  – зерна. Зварний шов має голчасту структуру (б), подібну до мартенситної структури.

УДК 663.17

Сигіль В. – ст. гр. МА-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ НДС КОСИНКИ ДНА КУЗОВА**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Левкович М.Г.

Syhil V.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **VAT RESEARCH OF BODY BOTTOM SCARVES**

Supervisor: Ph. D., Associate Professor Levkovych M.G.

Ключові слова: модель, статичне напруження, косинка

Keywords: model, static tension, scarf

Перевезення в основному припадає на автомобільний транспорт. Це спричинило різке збільшення кількості вантажного парку автотранспортних засобів.

Чим вищий рівень надійності, технологічності, вантажопідйомності при збільшенні терміну безвідмовної експлуатації тим більшою стає конкурентоспроможність на ринку перевезення.

Кузов вантажних машин - основна частина транспортних засобів, яка містить низку каналів, виготовлених із м'якої сталі або алюмінієвого листового металу. Технологічне обладнання зосереджується на конструкції кузова вантажівки з різними модифікаціями. Коли проектують кузов то обов'язково враховують напруження та властивості матеріалу.

Підчас тривалої експлуатації виникають пошкодження кузовів. Часто рама причепа знаходиться в задовільному стані, а сам кузов містить тріщини, або деформації, це виявляють при аналізі стану кузовів.

На підприємствах виникає потреба у ремонті або виготовленні нових кузовів.

При дослідження НДС металоконструкції автомобільних кузовів використовують три методи: аналітичні, чисельні і експериментальні.

Коли проектують кузов важливою є вага автомобіля. За допомогою концепції зменшення ваги та зменшення напруження, моделюється та аналізується оптимізована модель дна кузова.

Таким чином бачимо, що існує потреба оптимізувати конструкції кузова, це дозволяє зробити максимальною вантажопідйомність та підвищити міцність, зменшити вагу та продовжити експлуатаційний ресурс.

В досліджуваній моделі використовувалися ребра жорсткості бортів, які виготовлені з матеріалу товщиною  $t=4$  мм, шириною полки  $b=55$  мм, висотою  $h=153$  мм, радіусом скруглення  $R=3,75$  мм та листового покриття дна кузова товщиною  $t=4$  мм. Також в даній моделі розміщені косинки під кутом  $\alpha = 45^\circ$  з обох боків внутрішньої частини кузова шириною  $b=150$  мм, товщиною  $t=3$  мм.

Засобами системи тривимірного моделювання SolidWorks створено CAD - модель кузова з сіткою кінцевих елементів з глобальним розміром 30 мм та допуском 1,5 мм. При дослідженні дна кузова відбувалася зміна кількості та місця розташування перемичок.

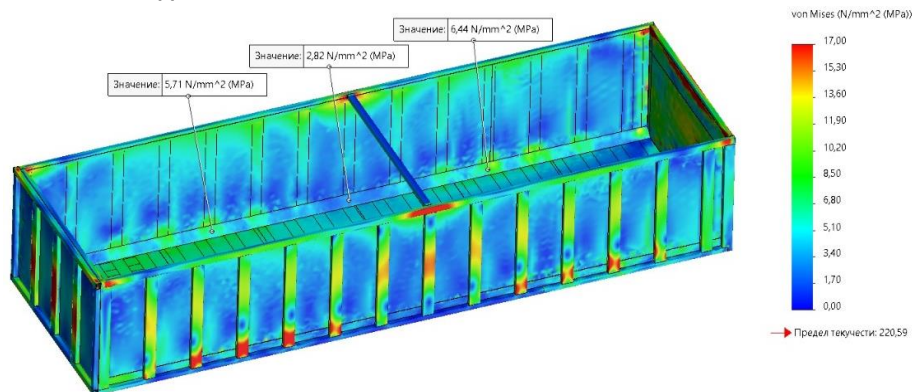


Рисунок 1 – Статичне напруження, що діє на косинку при встановленні 1 перемички  
( $\alpha = 45^\circ$ ,  $b=150$  мм,  $t=3$  мм, МПа)

Побудуємо залежність статичного напруження, що виникають на косинках в залежності від кількості та місця розміщення перемичок на кузові (рис. 2.).

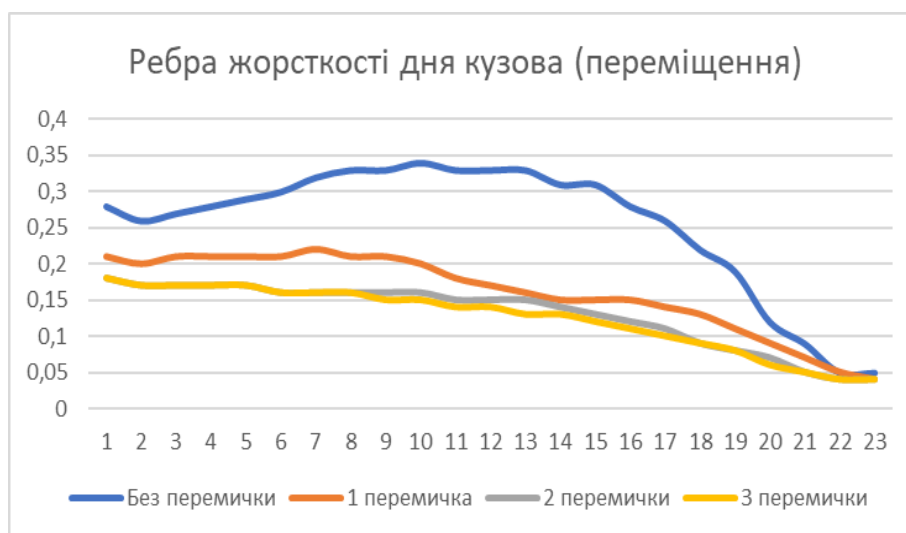


Рисунок 2 – Статичне напруження, що діє на косинку в залежності від кількості та місця розташування перемичок (ребра жорсткості:  $t_p=3$  мм,  $t_{л.днa}=4$ ,  $\sigma_T=206,8$ ; косинки:  $\alpha = 45^\circ$ ,  $b=150$  мм,  $t=3$  мм, мм)

Ті результати досліджень, які ми отримали дозволяють прийняти оптимальні рішення щодо вибору розмірів, матеріалу та товщини його косинок при проектуванні кузовів.

Література:

1. Ляшук О.Л. Дослідження напружено-деформованого стану дна кузова напівпричепа вантажного автомобіля / О.Л. Ляшук, І.Б. Гевко, М.Г. Левкович, Ю.Я. Вовк, М.Я. Сташків, Д.В. Капський // Науковий вісник Херсонської державної морської академії: науковий журнал. – Херсон: Херсонська державна морська академія, 2021. № 1 (24). с 93-103.

2. K Vamshi Krishna, K Yugandhar Reddy, K Venugopal, and K Ravi Design And Analysis of Truck Body for Increasing the Payload Capacity. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 263 (2017) 062065.

3. Sankararao Vinjavarapu<sup>1</sup>, Unnam Koteswararao<sup>2</sup>, V. Lakshmi Narayana. Design Optimization of Tipper Truck Body. International Journal of Engineering Research and Development e-ISSN: 2278-067X, p-ISSN : 2278-800X, www.ijerd.com Volume 4, Issue 9 (November 2012), PP. 11-20.

УДК 621.77; 621.314

Ковальчук Я., канд. техн. наук, доц., Шингера Н., канд. техн. наук, доц.,  
Швед Я.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙНОЇ ПОВЕДІНКИ ЗВАРНОЇ БУДІВЕЛЬНОЇ ФЕРМИ ПРИ ТЕМПЕРАТУРНОМУ ВПЛИВІ.

Kovalchuk Ya., Shynhera N., Shved Ya.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

### DEFORMATION BEHAVIOR OF THE WELDED BUILDING TRUSS UNDER TEMPERATURE INFLUENCE.

Ключові слова: зварна ферма, температурний вплив

Keywords: welded truss, temperature influence

У зв'язку зі зростаючою потребою в ефективних конструкціях з високою міцністю та стійкістю до зовнішніх факторів дослідження поведінки зварної будівельної ферми при температурному впливі є вкрай важливою. Актуальність такого дослідження полягає у можливості забезпечити безпечну експлуатацію конструкцій, будівель та інженерних споруд у різних кліматичних умовах та при різних температурах.

Конструкцію фізичної моделі 2000x400 зварної ферми, для якої виконано дослідження подано на рис. 1.

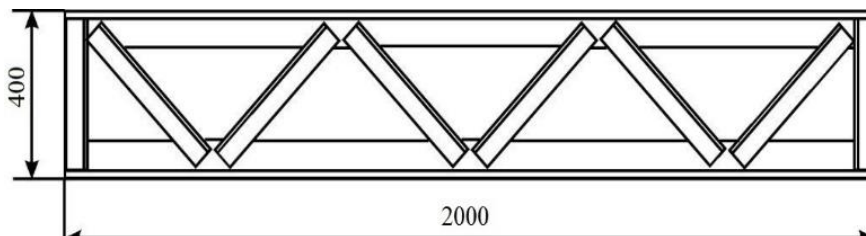


Рисунок 1 – Конструкція фізичної моделі та її пристосування

Дослідження деформаційної поведінки зварної будівельної ферми при температурних змінах виконано методом натурного експерименту в спеціальному пристосуванні для визначення температурних деформацій плоских ферм який зображений на рис. 2.



Рисунок 2- Пристосування для визначення температурних деформацій  
плоских ферм який

Для дослідження прийнято технологічний діапазон температур від 20 до 160<sup>o</sup>C.

Після проведення досліджень було встановлено, що елементи зварної будівельної ферми піддаються температурним деформаціям навіть у діапазоні технологічних температур.

У випадку, якщо конструкція ферми є замкнутою та жорсткою, ці деформації спричиняють додаткові внутрішні напруження. Такі додаткові напруження, які виникають в результаті температурних деформацій, можуть призвести до втрати стійкості зварної будівельної ферми. Важливо врахувати, що механічні властивості конструкційних сталей, такі як границя міцності та границя текучості, майже не змінюються при температурних змінах. Проте, якщо не враховувати температурний вплив при проектуванні, це може призвести до руйнування зварної будівельної ферми при дії граничних навантажень.

Також було проведено дослідження теплового впливу на зварну будівельну ферму з використанням програмного комплексу SolidWorks для комп'ютерного моделювання. Для цього були виконані аналогічні напрямки, що використовувалися в натурному експерименті. За допомогою цього програмного комплексу була отримана інформаційна база та побудовано графіки температурних деформацій. Результати порівняння інформаційних баз натурного та комп'ютерного моделюючого експериментів показали, що значення температурних деформацій співпадають на рівні 95,8% - 98,7%. На рис. 3 подано суміщені графіки температурних деформацій нижнього пояса ферми.

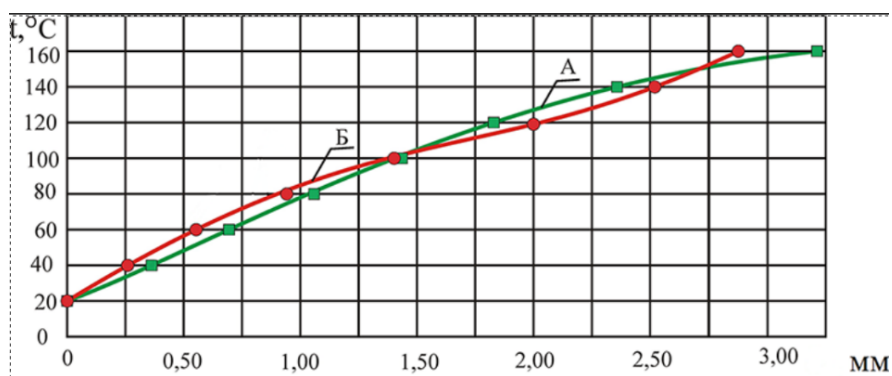


Рисунок 3 - Суміщені графіки температурних деформацій нижнього пояса ферми за результатами натурного (А) та комп'ютерного моделюючого експериментів (Б)

Отримані результати досліджень доцільно використовувати при проектуванні зварних ферм за умов одночасного силового і температурного впливу. Для цього оптимально використовувати програмний комплекс SolidWorks, який забезпечує високу вірогідність розрахункових результатів.

### Список використаної літератури

1. Ковальчук Я.О. Моделювання напружено-деформованого стану кроквяної ферми / Я.О. Ковальчук, Н.Я. Шингера, О.І. Качка // III наук.-техн. конф. мех.-техн. ф-ту Тернопільського нац. тех. ун-ту ім. І. Пулюя, „Прогресивні матеріали та технології в машинобудуванні, будівництві та транспорті”, – 21 трав. 2015 р.: тези доп. – Тернопіль, 2015. – С. 17.
2. Ковальчук Я. О. Деформування зварної будівельної ферми при статичних навантаженнях / Я. О. Ковальчук, Н. Я. Шингера, О.І.Рибачок // Вісник ТНТУ ім. Івана Пулюя. – 2014. – №1. – С. 28 – 34.
3. Ясній П. В. Верифікація результатів моделювання напружено-деформованого стану зварної ферми / Ясній П. В., Ковальчук Я. О., Шингера Н. Я., Рибачок О. І. // Механіка і фізика руйнування будівельних матеріалів та конструкцій [Текст]: Зб. наук. статей / За заг. ред. Лучка Й.Й. – Львів: Каменяр, 2014. – Вип. 10. – С. 461 – 471.

УДК 621

Явний А. - ст. гр. МПм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ ВТОМНОЇ ДОВГОВІЧНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ ДОРНУВАННЯМ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Окіпний І.Б.

Yavniy A.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **INCREASING THE FATIGUE LIFE OF ELEMENTS OF STRUCTURES BY COLD EXPANSION HOLE**

Supervisor: Okipnyi I.

Ключові слова: втомна довговічність, дорнування, пластичне деформування

Keywords: fatigue life, cold expansion hole, plastic deformation

Підвищення витривалості з'єднань дорнуванням отворів в авіаційних конструкціях є надзвичайно важливим для забезпечення безпеки експлуатації конструкції. Експлуатаційні навантаження призводять до процесів втоми, пошкодження структури матеріалу та накопичення дефектів. У авіації важливою задачею є дослідження навантажених функціональних отворів (трубопроводи паливної системи, тяги системи керування, кронштейни підвіски механізації та інших агрегатів) у стінках лонжеронів крила літака, які є концентраторами напружень і можуть бути місцями зародження втомних тріщин.

У даний час довговічність зон з функціональними отворами забезпечується за допомогою встановлення підсилюючих накладок або монолітного потовщення ділянки навколо отвору.

Дослідженнями впливу технології обробки конструктивних елементів у зонах функціональних отворів на їх втомну довговічність присвячено багато робіт. Експериментальні дослідження вчені проводили з метою оптимізації геометрії деформуючого інструменту і режимів процесу зміцнення. Інтенсивний розвиток засобів і методів чисельного аналізу конструкцій сприяли розширенню робіт спрямованих на моделювання холодного деформування отворів на НДС елементів конструкції.

Існуючі технологічні методи в ряді випадків є ефективним засобом підвищення втомної довговічності, які полягають у створенні різними способами залишкових напружень у зоні отворів шляхом пластичного деформування металу. Для зміцнення отворів холодним пластичним деформуванням використовують різні технологічні методи: продавлювання сферичних куль чи дорнів конічної форми з калібрувальною ділянкою, метод розрізної втулки, бар'єрного обтискування.

Для зменшення негативного впливу концентраторів напружень у вигляді отворів, радіусних переходів і відновлення суцільності поверхневого шару деталі застосовуються методи місцевої зміцнюючої обробки, як: дорнування, розкочування, вигладжування. Але в окремих випадках ці методи недостатньо ефективні для підвищення втомної довговічності деталей і авіаційних конструкцій, що працюють в умовах циклічних навантажень.

Для досягнення заданих характеристик втомної довговічності фахівцями авіаційної промисловості розроблені більш ефективні методи зміцнення, зокрема метод місцевого глибокого пластичного деформування стінок отворів і зон, прилеглих до них.

Авторами [1] проведено дослідження впливу різних технологічних методів і варіантів зміцнення циліндричних отворів різних діаметрів (6, 10, 16 і 20 мм) в зразках товщиною 6, 12, 20 і 38 мм з конструкційних алюмінієвих сплавів Д16Т, В95Т1 з поздовжнім розташуванням волокон. Поряд з цим аналізувався вплив зміцнення на деталі, в яких отвори виконані з гніздами під болти діаметром 8 мм прихованими головками. Ці сполучення діаметрів отворів і товщини зразків характерні для поперечних і поздовжніх стиків панелей, лонжеронів та кронштейнів.

Поверхнєве пластичне деформування є перспективним методом підвищення довговічності функціональних отворів деформування. Також при дорнуванні підвищується точність отвору, суттєво знижується шорсткість, підвищується мікротвердість поверхневого шару та частково або повністю нівелюється вплив дефектів виготовлення отвору, таких як задири, мікротріщини, вирви на циліндричній поверхні. Тому поверхнєве пластичне зміцнення функціональних отворів є актуальною задачею, як з точки зору зниження маси крила (відсутність накладок та монолітних потовщень) так і підвищення циклічної довговічності самого отвору.

Отже, дорнування - ефективний метод калібрування і обробки внутрішніх поверхонь. Інструмент переміщується через отвір з натягом, він є основним технологічним параметром процесу. Процес виконується за один або декілька проходів інструменту. Калібрування підвищує точність отворів і забезпечує високу якість поверхні. Процес дорнування застосовується для обробки отворів, формують обробка застосовується для отримання на поверхні деталі дрібних шліців та інших рифлень. Товщина зміцненого шару при дорнуванні регулюється натягом, тобто різницею діаметрів дорна  $D$  до діаметру отвору  $d$  (рис. 1).

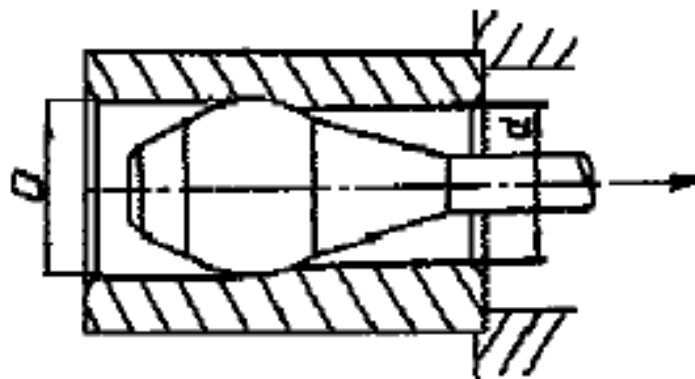


Рис. 0. Схема технологічного процесу дорнування

#### Література

1. Petro Yasnii, Ihor Okipnyi, Oleksandr Dyvdyk, Anna Rudawska, Viktor Senchyshyn. Residual lifetime of the plates with preexisting crack near cold expanded hole. Procedia Structural Integrity 36 (2022) pp. 197-202.



УДК 621

Мурза В. - ст. гр. МПм-52

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ ОПОРУ КРИХКОМУ РУЙНУВАННЮ ПОПЕРЕДНІМ ТЕРМОМЕХАНІЧНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Сенчишин В.С.

Murza V.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **INCREASE OF BRITTLE FRACTURE BY WARM PRESTRESS**

Supervisor: Senchyshyn V.

Ключові слова: попереднє термомеханічне навантаження, корпус реактора, водень.  
Keywords: warm prestress, reactor body, hydrogen.

Попереднє термомеханічне навантаження тіл з тріщинами полягає в навантаженні тіла за температури, яка перевищує температуру в'язкокрихкого переходу, і призводить до значного підвищення опору матеріалів крихкому руйнуванню. Ця проблема досить актуальна для атомної енергетики, оскільки в процесі експлуатації метал корпусу реактора в активній зоні піддається інтенсивному нейтронному опроміненню, яке призводить до окрихчення і підвищенню температури зміни характеру руйнування від крихкого до в'язкого. Внаслідок цього крихке руйнування матеріалів корпусів є можливе при аварійних режимах роботи, коли необхідне заливання холодної води в корпус реактора.

Однак потрібно врахувати і те, що внаслідок опромінення матеріалу корпусу реактора збільшується вплив адсорбованого водню на зміну пластичності, тобто швидше матеріал переходить до крихкого стану. Відомо, що джерелами наводнювання матеріалу корпусу є водень, який утворюється внаслідок електрохімічних реакцій, а також водень металургійного і технологічного походження. Також в умовах пониження температури від робочої до температури перехідних режимів під час зупинки чи пуску реактора можливе наводнювання металу корпусу реактора, яке інтенсифікується ще й нейтронним опроміненням.

Проблемі підвищення опору теплостійких сталей крихкому руйнуванню після попереднього термомеханічного навантаження присвячено значна кількість робіт, в яких встановлено, що підвищення опору крихкому руйнуванню після ПТН обумовлене зміною напружено-деформівного стану у вершині тріщини, тобто: наведення системи залишкових стискуючих напружень, затуплення вершини тріщини і деформаційне зміцнення матеріалу попереду вершини.

У загальному випадку ефект ПТН зумовлений такими чинниками: а) при високих температурах утворюється холоднодеформована структура, яка стійкіша до руйнування сколювання, тобто попередня деформація розтягу зміцнює матеріал; б) після ПТН змінюється геометрія тріщини, так як вона затуплюється і змінює НДС зразка; в) на стадії розвантаження в околі тріщини виникають залишкові стискуючі напруження.

Секція:

**Природничі науки**

УДК: 620.92

Германчук А. – ст. гр. Е-19-2

*Поліський національний університет*

**РОЗВИТОК ЗЕЛЕНИХ ТАРИФІВ У СВІТІ**

Науковий керівник: к.е.н. Мельник Н.В.

Hermanchuk A.

*Polissia National University*

**DEVELOPMENT OF GREEN TARIFFS IN THE WORLD**

Supervisor: PhD in Economics Melnyk N.V.

Ключові слова: зелені тарифи, відновлювальна енергетика.

Keywords: green tariffs, renewable energy.

Історичний аспект зелених тарифів починається в кінці ХХ століття, коли в європейських країнах почали відчувати необхідність відновлювати виробництво електроенергії на основі відновлюваних джерел. Першими країнами, які впровадили зелені тарифи, стали Данія та Німеччина. У 1991 році Данія прийняла закон «Про стимулювання виробництва енергії з використанням відновлюваних джерел», який включав у себе механізм зелених тарифів. Згідно з даним законом, виробники електроенергії з відновлюваних джерел отримували гарантовану ціну на свою продукцію, що була вище за ціну на електроенергію з традиційних джерел. Цей механізм стимулювання розвитку вітрової енергетики в Данії, яка згодом стала лідером у світі за кількістю встановлених вітрових турбін на одну людину. Німеччина також прийняла закон «Про пріоритетність використання відновлюваних джерел енергії» в 2000 році, який передбачав систему зелених тарифів. За допомогою прийнятого нормативно-правового акту Німеччина змогла значно збільшити виробництво електроенергії з використанням вітру, сонця та біомаси [1]. Пізніше система зелених тарифів була успішно впроваджена в інших країнах, таких як Іспанія, Італія, Франція, Швеція та інші.

Зелені тарифи - це відповідальний інструмент, який сприяє використанню відновлювальних джерел енергії та зниженню впливу на довкілля. Основна мета зелених тарифів - це створення стимулів для використання джерел енергії, що не забруднюють довкілля, зокрема сонячної, вітрової, гідро, геотермальної та біомасової енергії. Однією з переваг зелених тарифів є те, що вони стимулюють розвиток нових технологій та інновацій, що спрямовані на виробництво енергії з відновлювальних джерел. Це допомагає створювати нові робочі місця та підтримувати розвиток економіки. Крім того, зелені тарифи є ефективним інструментом для зниження залежності від імпорту нафти та газу, що є важливим фактором для забезпечення енергетичної безпеки країни. Використання відновлювальних джерел енергії також зменшує відповідні витрати на закупівлю імпортованих палив та складових для їх переробки.

Однак, використання зелених тарифів також може мати негативний вплив на платіжну здатність споживачів, оскільки він може призвести до зростання цін на електроенергію. Тому важливо збалансувати витрати на виробництво з економічними

можливостями споживачів. Розвиток відновлювальної енергетики може мати позитивний вплив на екологію та здоров'я людей, зменшуючи кількість викидів в атмосферу та забезпечуючи більш чисте довкілля. Зелені тарифи є важливим інструментом для зменшення впливу на довкілля та боротьби зі зміною клімату, що є найбільш актуальною глобальною проблемою сьогодення.

У багатьох країнах вже існують програми зелених тарифів, які працюють успішно і сприяють розвитку відновлювальної енергетики. Наприклад, в Данії понад 30% електроенергії виробляється з вітрових електростанцій, а в Німеччині відновлювальна енергетика становить більше 40% від загального обсягу виробництва електроенергії [2]. Україна також розвиває зелені тарифи та стимулює використання відновлювальних джерел енергії. Зокрема, з 2020 року діє механізм "зелених" тарифів для фотоелектричних установок малої потужності, що дозволяє отримувати відшкодування витрат на встановлення та експлуатацію сонячних панелей [2; 3].

Отже, зелені тарифи є ефективним інструментом для стимулювання використання відновлювальних джерел енергії та зменшення впливу на довкілля. Це сприяє розвитку економіки, створенню нових робочих місць та забезпечує більш чисте довкілля для майбутніх поколінь. Проте, важливо збалансувати витрати на виробництво з економічними можливостями споживачів, щоб забезпечити стійкий розвиток енергетики та збереження екології.

На жаль, не завжди розвиток зелених тарифів проходить гладко. У деяких країнах спостерігалися випадки зловживань з боку енергетичних компаній, які отримували занадто великі державні субсидії на виробництво відновлювальної енергії, що призводило до зростання вартості електроенергії для споживачів. Також, існують дискусії щодо того, чи потрібно стимулювати розвиток відновлювальної енергетики через зелені тарифи, чи варто зробити більший акцент на технологічний прогрес та зниження витрат на виробництво електроенергії з використанням традиційних джерел енергії, таких як вугілля та газ.

Таким чином, зелені тарифи мають як позитивні, так і негативні сторони, і важливо збалансувати їх вплив на економіку та довкілля. Проте, взагалі, розвиток зелених тарифів є важливим кроком до більш стійкої та екологічної енергетики, що не тільки допоможе зменшити забруднення довкілля, але й сприятиме зменшенню залежності від імпорту енергоресурсів та створенню нових робочих місць у секторі відновлюваної енергетики.

#### Список використаної літератури

1. Renewables 2020: Analysis and Forecast to 2025. International Energy Agency, 2020. 172 p. URL: <https://www.iea.org/reports/renewables-2020>.
2. Renewable Energy and Jobs: Annual Review 2022. International Renewable Energy Agency, 2022. 82 p. URL: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/documents/publication/wcms\\_856649.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/documents/publication/wcms_856649.pdf).
3. Renewable Energy Policies in a Time of Transition: Heating and Cooling. International Renewable Energy Agency & International Energy Agency, 2020. 150 p. URL: [https://www.irena.org//media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Nov/IRENA\\_IEA\\_RE\\_N21\\_Policies\\_Heating\\_Cooling\\_2020.pdf?rev=9c0d3621b4124e00b2f0c8ff89a329ac](https://www.irena.org//media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Nov/IRENA_IEA_RE_N21_Policies_Heating_Cooling_2020.pdf?rev=9c0d3621b4124e00b2f0c8ff89a329ac).

УДК 621.326

Козачук К.–ст. гр. СІ-12

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПОВОДЖЕННЯ З ЕЛЕКТРОННИМИ ВІДХОДАМИ: АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ТА ЄВРОПЕЙСЬКІ ПРАКТИКИ**

Науковий керівник: к.т.н. Пилипець О.М

Kozachuk K.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **E-WASTE MANAGEMENT: ANALYSIS OF THE PROBLEM AND EUROPEAN PRACTICES**

Supervisor: Ph.D. in Engineering Pylypets O.M

Ключові слова: Електронні відходи

Keywords: Electronic waste

Поводження з електронними відходами є важливим питанням, яке привертає увагу міжнародної спільноти. Електронні відходи - це викинуті електронні пристрої з акумулятором або вилкою, які більше не потрібні, нефункціональні або застарілі. Відпрацьоване електронне обладнання містить широкий спектр небезпечних речовин, зокрема це мідь, свинець, ртуть, кадмій, нікель, ПБДЕ та ПХБ. Ці речовини мають шкідливий вплив на здоров'я людини та навколишнє середовище. Для прикладу, свинець може викликати нервові розлади та проблеми з репродуктивними функціями, кадмій може бути причиною раку легенів та захворювань, пов'язаних з нирками. Ртуть може викликати когнітивних функцій та може бути причиною інших захворювань. Маленькі діти особливо вразливі до впливу токсичних речовин.

За даними Європейського Союзу, кількість викинутого електронного обладнання у світі щороку зростає. З моменту першого збору даних у 2014 році, до кінця 2022 року було вироблено приблизно 420,3 мільйона тонн електронних відходів. При цьому Азія залишається найбільшим виробником електронних відходів у світі, а Китай є найбільшим виробником електронних відходів серед окремих країн. Експерти Міжнародного союзу електрозв'язку (МСЕ) попереджають, що до 2050 року обсяг електронних відходів може зрости майже в три рази – до 120 млн тонн, також вказують, що електронні відходи є одним із найбільших і найскладніших потоків відходів у світі.

На жаль, багато країн не мають необхідних ресурсів чи інфраструктури для ефективного збору та переробки електронних відходів. Разом з тим понад 80% електронних відходів з ЄС, США та Канади нелегально експортується до Африки та Азії. Приміром, Гана збирає близько 215 000 тонн електронних відходів щороку, але лише 15% з них переробляється на місці. У Китаї було виявлено, що понад 80% електронних відходів з Європи та США нелегально вивозять до країни.

ЄС має низку програм та ініціатив, спрямованих на зменшення та переробку відходів електричного та електронного обладнання. Скажімо, програма "Циркулярна економіка" спрямована на зменшення відходів та сприяння їх переробці. Також має перелік законів, що регулюють збір та переробку ВЕЕО. Сюди можна включити Директиву 2012/19/ЄС про відходи електричного та електронного обладнання містить принципи переробки відходів електричного та електронного обладнання. Вона встановлює правила збору, переробки та утилізації з метою зменшення його

негативного впливу на навколишнє середовище та здоров'я людей: до кінця 2006 року кожна країна повинна переробляти щонайменше 4 кг електронних відходів на душу населення, хоча нові країни-члени ЄС відтермінують цей термін на один-два роки.

Основними методами переробки є утилізація, переробка та повторне використання. Утилізація - це знищення відходів шляхом спалювання або безпечного зберігання на полігонах. Переробка - це відновлення матеріалів з використаного електронного обладнання та їх переробка для виготовлення нових продуктів. Повторне використання - це використання використаної електроніки для виробництва нових продуктів без необхідності переробки. Наприклад, система переробки електронних відходів була створена у Швейцарії в 1991 році. Спочатку переробці підлягають лише холодильники. Однак протягом наступних років поступово переробляється все інше електричне та електронне обладнання.

Європейський Союз запропонував свою підтримку в розробці системи управління відходами електронного та електричного обладнання і батарейок, про що нещодавно повідомило Міністерство регіонального розвитку та будівництва України. ЄС запропонував підтримку у розробці системи управління відходами електричного та електронного обладнання і батарейок. В рамках системи буде створено реєстр виробників та імпортерів електрообладнання, які повинні будуть подавати офіційні звіти про кількість виробленого, проданого та переробленого електрообладнання та батарейок. Торговельні мережі будуть зобов'язані приймати використані прилади, батарейки та автомобільні акумулятори безпосередньо у своїх магазинах. Вони також будуть зобов'язані приймати від споживачів старі великогабаритні прилади при купівлі та доставці нових приладів того ж типу або з аналогічними функціями. Крім того, у міських та районних центрах будуть створені муніципальні стаціонарні та мобільні пункти збору відпрацьованої техніки, куди споживачі можуть приносити старі праски, міксери, пилососи, лампочки тощо. Зібрану техніку утилізують підрядники, що спеціалізуються на переробці відходів. Вартість утилізації такої техніки включена в ціну, тож споживачі сплачують за неї, коли купують нове електронне чи електричне обладнання.

Загалом, розв'язання проблеми поводження з електронними відходами потребує комплексного підходу, який включає законодавчі заходи, технічні рішення та підвищення обізнаності населення. Таким чином можна захистити довкілля та здоров'я людей для майбутніх поколінь.

#### **Список літератури:**

1. Statista. Electronic Waste Worldwide - Statistics & Facts. <https://www.statista.com/topics/3409/electronic-waste-worldwide/#topicOverview>
2. Екополітик. Що таке електронні відходи і як покращити ситуацію з ними в Україні? <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/shho-take-elektronni-vidhodi-i-yak-pokrashhiti-situaciju-z-nimi-v-ukraini/>
3. National Institute of Environmental Health Sciences. Lead. <https://www.niehs.nih.gov/health/topics/agents/lead/index.cfm>
4. Environmental Protection Agency. Cadmium Compounds. <https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-09/documents/cadmium-compounds.pdf>
5. World Health Organization. Mercury and health. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>
6. Погляд. До 2050 року обсяг електронних відходів в світі може зрости втричі - ООН. <https://poglyad.tv/do-2050-roku-obsyag-elektronnyh-vidhodiv-v-sviti-mozhe-zrosty-vtrychi-oon-article>
7. EnvironmentGo. Environmental Impacts of Electronic Waste. <https://environmentgo.com/uk/environmental-impacts-of-electronic-waste/>
8. The Roundup. Global E-Waste Statistics. <https://theroundup.org/global-e-waste-statistics/>

УДК 502/504

Криволапчук В. – ст. гр. Е-19-2

*Поліський національний університет*

## **ВПЛИВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ**

Науковий керівник: к.с-г.н., доцент Герасимчук Л.О.

Kryvolapchuk V.

*Polissia National University*

### **IMPACT OF MILITARY OPERATIONS ON THE ENVIRONMENT**

Supervisor: Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Herasymchuk L.O.

Ключові слова: військові дії, навколишнє середовище, забруднення.

Keywords: military operations, environment, pollution.

Аналізуючи вплив військових дій на навколишнє середовище, можна стверджувати, що вони належать до найшкідливіших факторів для екології. Військові конфлікти призводять до забруднення повітря, водних ресурсів та ґрунту, втрати біорізноманіття та руйнування екосистем, впливають на клімат та загрожують здоров'ю людей. Тому необхідно досліджувати головні причини та наслідки цих дій, а також шляхи запобігання їх впливу на довкілля.

Одна з головних причин негативного впливу військових дій на навколишнє середовище полягає у застосуванні різноманітних видів зброї та боєприпасів. Наприклад, використання хімічної, бактеріологічної та ядерної зброї може призвести до масового отруєння живих організмів та надовго залишити свої сліди. Крім того, конвенційна зброя також може негативно вплинути на навколишнє середовище через використання шкідливих матеріалів, які можуть бути складні для утилізації.

Іншою причиною впливу військових дій на довкілля є руйнування інфраструктури та природних ресурсів. Внаслідок бомбардувань, обстрілу та інших дій можуть бути пошкоджені або повністю знищені будинки, дороги, мости, заводи, електростанції та інші споруди. Це може призвести до порушення нормального функціонування суспільства та економіки, а також погіршення якості життя населення. Крім того, в ході війни зазвичай зменшується доступ до природних ресурсів, таких як питна вода, ліси та нафта, які використовуються для задоволення потреб армій та цивільного населення. Це може призвести до забруднення питної води, виснаження лісів та інших ресурсів, а також до пошкодження природних заповідників та парків.

Наслідки військових конфліктів для довкілля є серйозним питанням. Воно має багато аспектів, які необхідно враховувати. По-перше, воно призводить до виснаження природних ресурсів та зменшення їх кількості, що негативно впливає на якість життя людей та інших видів. По-друге, конфлікти викликають глобальне потепління та зміни клімату через викиди парникових газів та аерозолів. По-третє, вони загрожують життю та здоров'ю людей через ризик зараження хворобами, травмами або радіацією. По-четверте, війни спричиняють порушення екологічної рівноваги та біорізноманіття через вимирання та мутацію видів. У зв'язку з цим, необхідно уважно вивчати та оцінювати екологічні наслідки військових дій та шукати способи зменшення їх впливу на довкілля.

Щоб запобігти впливу військових конфліктів на навколишнє середовище, необхідно вживати різних заходів. Перш за все, необхідно стежити за мирним вирішенням конфліктів та не допускати їх подальшого розвитку. Для цього необхідно підтримувати діалог та співпрацю між державами, підтримувати демократичні цінності, захищати права людини та забезпечувати соціальну справедливість та економічний розвиток. Крім того, необхідно обмежити або повністю заборонити застосування найбільш руйнівних видів зброї, зокрема хімічної, бактеріологічної та ядерної. Для цього необхідно ратифікувати міжнародні договори та конвенції, що обмежують або повністю забороняють застосування цієї зброї. Нарешті, необхідно оцінювати та моніторити екологічний стан територій, які постраждали внаслідок військових конфліктів, та проводити їх реставрацію, реконструкцію та відновлення. Для цього потрібно залучати міжнародні організації та громадські ініціативи, які можуть надати фінансову, технічну та гуманітарну допомогу.

Отже, проблема впливу воєнних дій на навколишнє середовище є актуальною та складною, яка вимагає величезної уваги та рішення. Вона має різноманітні причини, наслідки та способи запобігання, які слід враховувати при організації та проведенні воєнних операцій. Проте найбільш ефективним методом запобігання впливу воєнних дій на навколишнє середовище є уникнення самої воєнної діяльності.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Войціховська А. Дослідження ЕПЛ впливу військових дій на довкілля на сході України. *Екологія. Право. Людина*. 2015. № 23/24 (63/64). С. 57–59.
2. Гетьман В. І. Степові заповідники: наслідки військових дій для екосистем. *Бібліотека Всеукраїнської екологічної ліги. Серія "Охорона навколишнього середовища"*. 2019. № 2, лют. С. 9–15.
3. Екологічні наслідки військових дій / М. М. Кругліченко та ін. 2019. URL: <http://repository.sspu.sumy.ua/handle/123456789/7393> (дата звернення: 14.04.2023).
4. Про охорону навколишнього природного середовища. *Офіційний вебпортал парламенту України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (дата звернення: 14.04.2023).
5. Тихенко О. М., Любасюк І. П. Вплив військових дій на екологічну безпеку держави: thesis. 2015. URL: <http://er.nau.edu.ua/handle/NAU/29337> (дата звернення: 14.04.2023).
6. Чудненко В. О. Водні об'єкти як об'єкт відновлення об'єктів природного навколишнього середовища від військових дій. *Становлення та розвиток правової держави: проблеми теорії та практики*. 2022. URL: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-287-9-81> (дата звернення: 14.04.2023).
7. Як війна руйнує природу України. *BBC News Україна*. URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/extra/mwu5sxghvc/ukraine-war-damaged-nature> (дата звернення: 14.04.2023).
8. Якість життя населення, яке постраждало від військових дій / N. Bielikova та ін. *Physical education, sport and health culture in modern society*. 2022. № 1(57). С. 3–9. URL: <https://doi.org/10.29038/2220-7481-2022-01-03-09> (дата звернення: 14.04.2023).
9. How war impacts climate change and the environment. *Global Citizen*. URL: <https://www.globalcitizen.org/en/content/how-war-impacts-the-environment-and-climate-change/> (дата звернення: 14.04.2023).
10. User S. Наслідки російської військової агресії для довкілля України – Всеукраїнська екологічна ліга. *Головна – Всеукраїнська екологічна ліга*. URL: <https://www.ecoleague.net/pro-vel/tematychni-napriamy-diialnosti/vplyv-voiennykh-dii-na-dovkillia> (дата звернення: 14.04.2023).

УДК 502/504

Мазуркевич В. – ст. гр. Е-19-1

Поліський національний університет

## ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ РАДОМИШЛЬСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ

Науковий керівник: к.с-г.н., доцент Герасимчук Л.О.

Mazyrkevich V.

Polissia National University

## ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE RADOMYSHLA TERRITORIAL COMMUNITY

Supervisor: Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Gerasimchuk L.O.

Ключові слова: громада, відходи, екологічні проблеми.

Keywords: community, waste, environmental problems.

Радомишльська територіальна громада розташований на півночі України та має велике значення як екологічна зона країни. Оцінка екологічних проблем громади є важливою, оскільки вона дозволяє визначити проблеми, з якими стикається громада, та розробити плани щодо їх вирішення. Однією з найбільших екологічних проблем громади є забруднення повітря. У громаді розташовано кілька великих підприємств, які викидають в атмосферу велику кількість шкідливих речовин. Крім того, у громаді відбуваються постійні вибухи торфових пожеж, що також впливають на якість повітря.

Ще однією екологічною проблемою громади є забруднення водних ресурсів. У громаді розташовано кілька промислових підприємств, які викидають в річки та озера велику кількість отрутохімікатів та інших шкідливих речовин. Це призводить до забруднення води та погіршення якості життя тварин та людей. Також у громаді відбувається несправедлива використання природних ресурсів, таких як ліси та річки. Багато землевласників вирізують ліси для використання землі під сільське господарство, що призводить до зменшення кількості кисню та збільшення кількості вуглекислого газу в атмосфері. Крім того, багато річок забруднені через недостатнє контролювання сільськогосподарської діяльності.

Нарешті, громада також стикається з проблемою відходів. Багато продуктів, що використовуються в побуті та на промислових підприємствах, не видаляються належним чином. Це призводить до забруднення довкілля та негативно впливає на здоров'я людей та тварин. Для вирішення цих проблем необхідно прийняти ряд заходів. По-перше, необхідно зменшити кількість викидів шкідливих речовин у повітря. Це можна зробити шляхом покращення технологій та збільшення контролю за підприємствами, які викидають в атмосферу велику кількість шкідливих речовин.

Друге, необхідно зменшити кількість отрутохімікатів та інших шкідливих речовин, які потрапляють до водних ресурсів. Для цього необхідно змінити технології на промислових підприємствах та збільшити контроль за викидами в водні ресурси.

Третє, необхідно контролювати використання природних ресурсів, таких як ліси та річки. Для цього можна встановити жорсткіше правила використання землі та лісів, а також змінити технології сільського господарства та інших галузей економіки.



Нарешті, необхідно розробити систему утилізації відходів та впровадити її на практиці. Для цього можна встановити спеціальні майданчики для збору відходів та створити ефективну систему їх переробки та утилізації. Узагалі, оцінка екологічних проблем Радомишльської громади показує, що є багато проблем, з якими стикається громада. Проте, розв'язання цих проблем можливо за допомогою розумної політики з боку місцевих влад та активної участі громадян у процесі вирішення цих проблем. Необхідно зробити кроки для зменшення використання шкідливих речовин та отрутохімікатів, збільшення контролю за їх викидами та забезпечення ефективної системи утилізації відходів. Крім того, потрібно звернути увагу на зменшення кількості викидів у повітря та водні ресурси, зміну технологій на промислових підприємствах та забезпечення контролю за використанням природних ресурсів. Головною метою має бути збереження довкілля для майбутніх поколінь та забезпечення здоров'я людей та тварин. При цьому необхідно розвивати екологічну свідомість серед місцевого населення та створювати умови для активної участі громадян у вирішенні екологічних проблем.

Отже, з розвитком економіки та зростанням кількості населення екологічні проблеми Радомишльської громади стають все більш актуальними. Проте, за допомогою виконання заходів, описаних вище, можливо зменшити негативний вплив на довкілля та забезпечити сталий розвиток громади.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища" від 10.06.1991 № 1264-ХІІ.
2. Моніторинг екологічного стану населених пунктів України [Електронний ресурс] / Міністерство екології та природних ресурсів України. – Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/docs/publ/002126.html>. (Дата звернення: 11.04.2023).
3. Стратегія зеленого розвитку України: 2016-2020 [Електронний ресурс] / Міністерство екології та природних ресурсів України. – Режим доступу: <https://menr.gov.ua/strategy-green-development>. (Дата звернення: 11.04.2023).
4. Бойко, І. В. Екологічні проблеми територіальних громад: досвід України та світу / І. В. Бойко // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія: Галузеве машинобудування, екологія та ресурсозбереження. – 2017. – № 875. – С. 7-16.
5. Сівець, М. Г. Аналіз екологічних проблем територіальної громади та шляхи їх вирішення / М. Г. Сівець, М. В. Шаповал // Наукові праці Донбаської державної машинобудівної академії. – 2018. – Вип. 47. – С. 39-45.
6. Орлова, Г. В. Сучасні тенденції екологічної політики України в контексті євроінтеграційних процесів / Г. В. Орлова // Наукові записки Національного університету "Острозька академія". Серія: історичні та правознавчі науки. – 2016. – Т. 1, вип. 24. – С. 133-136.
7. Черненко, А. В. Екологічні проблеми в Україні та шляхи їх вирішення / А. В. Черненко // Гуманітарний вісник ДВНЗ "Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди". Серія: Філософія. – 2018. – Вип. 47. – С. 88-91.
8. Губернський, Є. І. Екологічні проблеми сучасного світу та шляхи їх вирішення / Є. І. Губернський // Науковий вісник Чернівецького університету. Серія: Політичні науки та міжнародні відносини. – 2019. – Т. 13, вип. 1. – С. 62-67.
9. Процько, І. О. Оцінка екологічного стану території Радомишльської громади / І. О. Процько // Науковий вісник Полісся. – 2019. – Вип. 3 (15). – С. 123-131.

УДК: 620.952

Матвіцький М. – ст. гр. Е-19-2

*Поліський національний університет*

## **РОЗВИТОК БІОПАЛИВА У СВІТІ**

Науковий керівник: к.е.н. Мельник Н.В.

Matvitsky M.

*Polissia National University*

## **DEVELOPMENT OF BIOFUEL IN THE WORLD**

Supervisor: PhD in Economics Melnyk N.V.

Ключові слова: біопаливо, навколишнє середовище.

Keywords: biofuel, environment.

Розвиток біопалива у світі є актуальним аспектом сьогодення, оскільки він може вирішити проблему зменшення запасів нафти та інших видів палива, а також зменшити викиди шкідливих речовин у атмосферу. Біопаливо є паливом, виробленим з органічної рослинної та тваринної біомаси, такої як кукурудза, соя, соняшник, цукрова тростина, жито тощо. Спочатку біопаливо було використане в основному для виробництва етанолу для домішок до бензину, але згодом його використання поширилося на виробництво біодизеля для домішок до дизельного палива.

Світовими лідерами у виробництві біопалива є США, Бразилія та Європейський Союз. За оцінками Міжнародного енергетичного агентства, у 2022 році було вироблено більше 114 млрд. л. Лідерами цього напрямку є США (50% світового обсягу виробництва, головним чином із зерна кукурудзи) і Бразилія (31%, сировина — цукрова тростина). У Європі виробляється понад 5 млрд. л біоетанолу на рік, хоча встановлені потужності дозволяють отримувати майже 10 млрд [1]. У Європі, найбільшими виробниками біопалива - Німеччина, Франція та Угорщина.

Однак, існують деякі спірні питання стосовно використання біопалива, зокрема його екологічної ефективності. Деякі дослідження показали, що виробництво біопалива може спричинити зростання цін на продукти харчування та зменшення врожаїв, а також призвести до вирубування лісів та забруднення водних джерел. Усе ж таки, зростаюча увага до зменшення викидів парникових газів та підтримки з боку урядів можуть стимулювати розвиток біопалива та розв'язати проблему зменшення запасів нафти в майбутньому [2]. Для подальшого розвитку біопалива важливо вирішити питання збільшення ефективності його виробництва та зменшення його впливу на навколишнє середовище.

Одним із можливих шляхів підвищення ефективності виробництва біопалива є розробка нових технологій для вирощування біомаси та переробки її на біопаливо. Також можна використовувати відходи від продуктів харчування та лісового господарства для виробництва біопалива. Зменшення впливу виробництва біопалива на навколишнє середовище може бути досягнуто шляхом застосування більш екологічно чистих технологій виробництва та використання відходів виробництва біомаси в інших галузях промисловості.

Уряди країн можуть сприяти розвитку біопалива шляхом створення сприятливих умов для виробництва та використання біопалива, таких як зменшення податків на його виробництво та використання, встановлення нормативів щодо

використання біопалива у суміші з традиційними видами палива, фінансова підтримка досліджень та розробок нових технологій [3]. Усе більше компаній у світі також звертають увагу на виробництво біопалива як частину своїх стратегій зниження викидів парникових газів. Такі компанії демонструють відповідальність перед навколишнім середовищем та споживачами, тим самим стимулюючи розвиток біопалива та його ринок.

Отже, розвиток біопалива у світі є складним, але актуальним питанням, яке може вирішити проблему зменшення використання навколишнього середовища та забезпечити енергетичну безпеку відповідних країн. Біопаливо має потенціал стати важливим джерелом енергії у майбутньому, що дозволить знизити залежність від нестійких джерел енергії, таких як нафта та газ.

Проте, варто зазначити, що розвиток біопалива також стикається зі своїми викликами та обмеженнями. Одним з головних обмежень є конкуренція з вирощуванням продуктів харчування. Вирощування біомаси для виробництва біопалива може призвести до зменшення площ під вирощуванням продуктів харчування та підвищення цін на них. Тому важливо забезпечувати баланс між вирощуванням біомаси для виробництва біопалива та продуктів харчування. Світовий ринок біопалива продовжує розвиватись, зокрема в розвинених країнах, таких як США та Європейський Союз, де існують державні програми підтримки виробництва та використання біопалива.

Україна також має потенціал для розвитку біопалива, оскільки на нашій території є значні площі під сільськогосподарські культури, які можуть бути використані для вирощування біомаси. Проте, розвиток цієї галузі в Україні потребує підтримки держави та вирішення питань щодо балансу між вирощуванням біомаси для виробництва біопалива та продуктів харчування, а також щодо екологічної безпеки виробництва біопалива.

#### Список використаної літератури

1. Гелетука Г., Железна Т. Виробництво біоетанолу в Україні: стан і перспективи розвитку. *Молоко і ферма*. 2023. № 2. URL: <http://milkua.info/uk/post/virobnictvo-bioetanolu-v-ukraini-stan-i-perspektivi-rozvitku>
2. Bioenergy. URL: <https://www.energy.gov/eere/bioenergy/biofuels>.
3. Renewable Energy and Jobs: Annual Review 2021. International Renewable Energy Agency, 2021. 98 p. URL: <https://www.irena.org/publications/2021/Apr/Renewable-Energy-and-Jobs-Annual-Review-2021>.

УДК 621.039

Медюх О. – ст. гр. КН-223

*Відокремлений структурний підрозділ «Тернопільський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету ім. І. Пулюя»*

## **ЯДЕРНІ ЗАГРОЗИ ПІД ЧАС ВІЙНИ**

Науковий керівник: викладач II категорії Алексевич Н. С.

Medyukh O.

*Separate structural unit "Ternopil Vocational College of the Ternopil National Technical University named after I. Pulyuya"*

## **NUCLEAR THREATS DURING WAR**

Supervisor: Aleksevich N.

Ключові слова: ядерна загроза, наслідки, запобігання.

Key words: nuclear threat, consequences, prevention.

Війна - це стан, коли міжнародні конфлікти змушують країни використовувати зброю для захисту своїх національних інтересів. Ядерна зброя є однією з найнебезпечніших збройних систем, у світі знаходиться близько 13 тисяч ядерних боєголовок, які можуть бути використані відразу проти кількох країн. Ядерна загроза під час війни є найбільш серйозною загрозою безпеці людства.

Існує декілька способів використання ядерної зброї під час війни. Найбільш очевидний спосіб - це використання ядерної бомби проти ворожих центрів управління та населених пунктів. Ядерний удар може призвести до величезної кількості жертв, радіоактивного забруднення навколишнього середовища та поширення пожеж.

Глобальне поширення радіоактивних речовин може бути наслідком ядерного удару, що спричинить значну кількість випадків раку та інших хворіб. Ядерна війна може знищити значну кількість харчових запасів та водних ресурсів, що призведе до голоду та інших соціально-економічних проблем. [1]

Значна кількість країн знаходяться в області високого ризику ядерної війни через наявність ядерної зброї та відносин з іншими державами. Наприклад, США та Росія мають найбільшу кількість ядерних боєголовок у світі, що може призвести до зростання геополітичної напруженості.

Є такі способи запобігання ядерній війні. Держави можуть встановлювати діалог та домовлятися про зниження кількості ядерної зброї та її поширення. Важливо підтримувати міжнародні договори та організації, що регулюють використання ядерної зброї.

Є країни, які не дотримуються договорів та можуть використати ядерну зброю відразу проти інших країн. Тому важливо розвивати та вдосконалювати системи захисту від ядерної атаки та готуватися до можливої ядерної війни. [2]

Потрібно розвивати альтернативні енергетичні джерела та технології, що можуть знизити залежність від ядерної енергії та зменшити ризик використання ядерної зброї, сприяти міжнародному співробітництву та дипломатичним зусиллям з метою зменшення напруженості між країнами та зменшення ризиків війни. [3]

Одним зі способів запобігання ядерній війні є створення ядерної зони без зброї. Це означає, що країни, що входять до такої зони, зобов'язуються не розробляти, не

виробляти та не отримувати ядерну зброю. Такі зони вже існують в світі, наприклад, в Латинській Америці та у Південно-Східній Азії. [4]

Потрібно збільшувати роль Організації Об'єднаних Націй у запобіганні конфліктів, сприяти діалогу між країнами, а також розвивати договори та міжнародні стандарти щодо контролю за ядерною зброєю.

Потрібно звернути увагу на питання гуманітарних наслідків ядерної війни. Необхідно створювати механізми швидкого реагування та допомоги населенню, що постраждало від ядерної атаки. Треба популяризувати інформацію про наслідки ядерної війни та її небезпеки серед громадськості та молоді, щоб підвищити свідомість та мотивацію до запобігання ядерній війні. [5]

Головна небезпека ядерного вибуху не радіація, а передусім ударна хвиля і спалах. Радіація за руйнівним впливом - на третьому місці за впливом.

Хоча, у Хіросімі у 1945 році ті люди, які були в епіцентрі вибуху, але ховалися у підвалах, - вижили.



Після ядерного удару потрібно ховатися у будь-яке найближче укриття. При цьому закривати ніс і рот від радіаційного пилу. Перед тим, як зайти в укриття, треба зняти верхній одяг і сховати його у міцно закритий мішок. Якщо є можливість, помитися - гарно вимити волосся і шкіру. В залежності від сили удару у приміщенні потрібно буде залишатися від доби до тижня. За 2 доби рівень радіації знижується майже вдвічі. [6]

У підсумку, ядерна загроза під час війни є найбільш серйозною загрозою для людства. Ядерна зброя може призвести до величезної кількості жертв та серйозного забруднення навколишнього середовища. Проте, за допомогою міжнародних договорів, дипломатичних зусиль та розвитку альтернативних технологій, можна зменшити ризик ядерної війни та забезпечити безпеку та мир на нашій планеті.

#### Використані джерела

1. Ядерна зброя та ймовірність її застосування: військовий експерт розповів про наслідки ядерної війни. URL: <https://susplne.media/245561-aderna-zbroa-ta-jmovirnist-ii-zastosuvanna-vijskovij-ekspert-rozpoviv-pro-naslidki-adernoj-vijni/>
2. Ядерне стримування і Альянс у XXI сторіччі. URL: <https://www.nato.int/docu/review/uk/articles/2016/07/04/yaderne-strimuvannya-al-yans-u-hh-storchch/index.html>
3. Ядерна енергетика. URL: <http://surl.li/vdck>
4. Без 'ядерна зона. URL: [https://esu.com.ua/search\\_articles.php?id=38968](https://esu.com.ua/search_articles.php?id=38968)
5. Договір про нерозповсюдження ядерної зброї. URL: <http://surl.li/ghrdh>
6. Вода, їжа, радіо. Як підготуватися до ядерної загрози. URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/features-63150506>

Секція:

Соціальні та поведінкові науки

УДК 159.9, 316, 316.4, 316.48

Погайдак А.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **БУЛІНГ ЯК РІЗНОВИД ДИТЯЧО - ЮНАЦЬКОЇ КОНФЛІКТНОЇ ПОВЕДІНКИ**

Науковий керівник: старший викладач Сівчук.П.І

Pogaydak A.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University. Ukraine*

### **BULLYING AS A VARIETY OF CHILDREN'S AND ADOLESCENT'S CONFLICT BEHAVIOR**

(публіцистичний дискус з психологічних проблем викликаних війною)

Повномасштабна війна з росією загострила проблеми дитячих та молодіжних конфліктів в Україні. Це відбувається в силу численних психологічних причин серед яких активізація евакуації людей з місць бойових дій та міграційних процесів українців за кордон. На даний час з Півдня та Східних областей в зв'язку з воєнними діями емігрувало за кордон та евакуйовано у Західні області України близько 8.0-ми млн. людей. У школи та заклади вищої освіти Поділля, Галичини, Волині, Закарпаття ін., прибули діти та студенти, які виховувалися на інших, дещо відмінних, регіональних засадах і традиціях. Ці та інші обставини обумовлюють загострення взаємовідносинах між дорослими та молодими людьми, провокуючи булінг як явище агресивної поведінки однієї дитини чи групи дітей по відношенню до іншої дитини, яке супроводжується, як правило, постійним фізичним і психологічним впливом і, до речі, є не рідким випадком не лише у молодіжних відносинах воєнного часу. Власне це обумовлює актуальність і своєчасність означеної проблематики.

Тим часом в українському суспільстві поки що відсутні засоби боротьби з цим явищем. Серед українських дослідників відсутнє єдине розуміння змісту булінгу та визначення його місця в переліку термінів «конфліктології». Так, відповідно до Інтернет джерел, одними дослідниками цей термін використовується як синонім теорії конфлікту, — на позначення емпіричного вивчення конфліктів, а дехто використовує його для дослідження основних закономірностей прояву конфліктів.

Термін «конфліктологія», судячи зі змісту, мав би означати наукове вивчення конфлікту (конфліктів) чи бути назвою науки про конфлікти.

Знову ж таки не зрозуміло у цій ситуації виявляється психологія дитячих конфліктів під назвою боулінг.

**Довідково:** Булінг(від англ. *bully* – хуліган, задирака, грубіян, «to bully» — задиратися, знущатися) – тривалий процес свідомого жорстокого ставлення, агресивної поведінки, щоб заподіяти шкоду, викликати страх, тривогу або ж створити негативне середовище для людини. (Інтернетресурс).

Найчастіше булінг відбувається в місцях, де контроль з боку дорослих менший або взагалі його нема що виправдовується в навчальних колективах умовами війни. Це може бути, як засвідчують дослідники, шкільний двір, сходи, коридори, вбиральні, роздягальні, спортивні майданчики. У деяких випадках дитина може піддаватися знущанням і поза територією школи. Жертву булінгу можуть цькувати, надсилаючи образливі повідомлення на телефон..

Людину, яку вибрали жертвою і яка не може постояти за себе, намагаються принизити, залякати, ізолювати від інших різними способами. Найпоширенішими формами булінгу є: словесні образи, глузування, обзивання, погрози; образливі жести; залякування за допомогою слів, загрозливих інтонацій ігнорування, відмова від спілкування, виключення із гри, бойкот; вимагання грошей, їжі, речей, умисного пошкодження особистого майна; фізичне насилля; приниження за допомогою мобільних телефонів та інтернету поширення чуток і пліток що часто використовують колаборанти, провокатори інше.

За наявним досвідом, у цій сфері, булінг можна об'єднати у групи словесного (вербального), фізичного, соціального (емоційного) й електронного (кібербулінг) знущання, які часто поєднуються для більш сильного впливу.

Як показало вивчення, 70 % знущань відбуваються словесно. Фізичне насильство найбільш помітне, однак становить менше третини випадків булінгу.

Нині набирає обертів кібербулінг. Це приниження за допомогою мобільних телефонів, інтернету ін.

**Що можна порадити у цій ситуації?** Школярі мають звертатися по допомогу до дорослих — учителів і батьків. Допомога дорослих потрібна якщо дії кривдників можуть завдати шкоди фізичному або психічному здоров'ю.

Старші діти, підлітки можуть спробувати самостійно впоратись із деякими ситуаціями. Психологами було розроблено кілька порад для них.

Ігноруйте кривдника. Якщо є можливість, намагайтесь уникнути сварки, зробіть вигляд, що вам байдуже і йдіть геть. Якщо ситуація не дозволяє вам піти, зберігаючи самовладання, використайте гумор.

Стримуйте гнів і злість. Адже це саме те, чого домагається кривдник. Не вступайте в бійку. Не соромтеся обговорювати такі загрозливі ситуації з людьми, яким ви довіряєте. Це допоможе вибудувати правильну лінію поведінки і припинити насилля.

**У справі попередження булінгу та конфліктів** варто було б у навчальних програмах передбачити вивчення цього явища.

Надати булінгу належного звучання і розуміння як складової конфліктології, як дисципліни, тотожної теорії конфлікту, що є цілком обґрунтованим не лише з методичного, а і з методологічного погляду

До проблемних належать також питання теоретичного характеру, які безпосередньо впливають на окреслення об'єкта дослідження. Це передусім визначення і розуміння конфлікту. Як слід розглядати конфлікт, у широкому чи вузькому значенні?

Інакше кажучи, конфлікти в т.ч. булінг як наслідкове явище війни є предметом вивчення конфліктології? Питання стоїть також про те, чи вважати конфліктом усі явища антагоністичного характеру, що існують як у свідомості індивідів та груп, так і в їхній поведінці на всіх рівнях суспільства, в т.ч. боулінг, чи лише відкрите протиборство, зіткнення сторін? Для практиків, чий зусилля спрямовані на безпосереднє врегулювання конфліктів, ці питання менш суттєві, проте від теоретиків вони теж вимагають спеціальної уваги.

Потрібно сказати що термін «конфліктологія» в різних словосполученнях виник не сам по собі, а набув поширення на території колишнього Радянського Союзу в результаті збігу кількох обставин: відсутності однозначного розуміння понять у суспільних науках; слабого рівня досліджень; бажання надати більшої науковості працям; неадекватного використання терміну у ЗМІ; бажанням уникнути «негативного» коментування при використанні терміну «конфліктний».

Принадібно зауважимо, що на Заході, коли йдеться про традицію вивчення проблеми суспільною думкою, вживають словосполучення «conflict tradition», коли йдеться про теорію, вживають «conflict theory», а щодо прикладних досліджень конфліктів, використовують термін «conflict studies». Йдеться передусім не про

калькування англіцизмів, а про розвиток повновартісної і водночас уніфікованої наукової термінології, що була б зрозумілою як вітчизняним, так і західним дослідникам.

Підставою для написання цих тез стала потреба наукового вивчення булінгу як складової конфлікту, як об'єктивної реальності, що виникла та існує в різних сферах суспільного життя. Стурбованість, викликана не лише різнобоям у трактуваннях терміну, а перед усього воєнними обставинами про що підкреслюють сучасні дослідники війни.

Аналіз булінгу як різновиду конфлікту та об'єктивного явища суспільного життя в соціології сформувався певний напрямок, що має назву соціологія конфлікту., З точки зору вирішення проблем насильства у конфліктах різного рівня складності доцільно здійснювати виділення поняття «булінг викликаний воєнними обставинами». Основні проблеми, що у ньому розглядаються, — це вивчення причин виникнення конфлікту, пошук шляхів ненасильницького його врегулювання за умов, що сприяли б збереженню миру. Близьким до останнього є напрямок з експериментального вивчення конфлікту, що базується на аналізі окремих випадків викликаних евакуаційними та міграційними причинами.

**Чи є досвід вирішення подібних проблем за кордоном?** Вивчення показало що окреме місце в західному суспільствознавстві, наприклад займає така дисципліна, як полемологія. Творці цієї дисципліни виводять її назву від гераклітівського *polemos*, що означає не лише війну, але й конфлікт у широкому значенні цього слова. (Інтернет ресурс). Полемологія — це міждисциплінарний напрямок досліджень, що розвинувся головно у Франції і вивчає причини виникнення конфліктів та воєн й умови збереження миру. Крім того, окремі аспекти конфлікту вивчаються в рамках таких соціологічних та психологічних теорій, як теорія груп, теорія ролей, теорія організацій, теорія управління та ін.

Таким чином виникнення явища боулінгу Україні який спричинений воєнними обставинами, вимагає невідкладного науково обґрунтованого методичного формування засобів його поширення, попередження і у кінцевому результаті ліквідації.

### **Використана література**

1. Джелалі О. В. Психологія вирішення конфліктів : навч. посібн. / О. В. Джелалі, А. В. Кудін. – К. : Х. : б. в., 2006. – 318 с.
2. Кіржнер Л. О. Конфліктологія : навч. посібн. / Л.О. Кіржнер, М. В. Мартиненко, О. В. Мангольд. – Х. : ХНЕУ, 2007. – 142 с.
3. Ложкин Г. В. Практическая психология конфликта : учебн. пособ. / Г. В. Ложкин, Н. И. Повакель – К. : б. и., 2000. – 254 с.
4. Основи менеджменту: методологічні положення та прикладні механізми Б.Андрушків, О.Кузьмін. – Тернопіль. : Лілея, 1997. – 292 с.
5. Про порядок вирішення колективних трудових спорів (конфліктів): Закон України // Відомості Верховної Ради України. – 1998. – № 34. – 227 с.
6. Скібіцька Л. І. Конфліктологія : навч. посібн. для студ. вищ. навч. закладів / Л. І. Скібіцька. – К. : ЦУЛ, 2007. – 383 с.
7. Соціальна конфліктологія : навч. посібн. / Н. П. Дедов, А. В. Морозов, Е. Г. Сорокіна и др. ; під ред. А. В. Морозова. – Львів : Академія, 2002. – 332 с. 160.



УДК 338

Рапа Н. – ст. гр. ПОМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСОБЛИВОСТІ КУЛЬТУРИ УПРАВЛІННЯ КЕРІВНИКА**

Науковий керівник: к. е. н., доцент Юрик Н. Є.

Rapa N.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **FEATURES OF THE MANAGER'S MANAGEMENT CULTURE**

Supervisor: Yuryk N., PhD, Associate Professor

Ключові слова: культура, управління, керівник.

Keywords: culture, management, manager.

Культуру управління вважають складовою загальнолюдської культури, її різновидом. Так, як управлінська діяльність здійснюється у складному економічному, соціальному, політичному середовищах, то саме тому поняття культури управління керівника є таким багатограним.

В кожного керівника має бути своя філософія управління та власне бачення управлінської культури. Керівник підприємства має розуміти, що він несе відповідальність за своїх підлеглих, виступаючи не тільки лідером, але й взірцем для них. Також він є носієм певних культурних цінностей, якими він керується в своїй управлінській діяльності по відношенню як до підлеглих та колег по роботі, так і до представників зовнішніх груп, зокрема – споживачів, конкурентів, клієнтів тощо.

Складні умови сьогодення вимагають від керівника нових підходів та нового бачення ролі та значення культури управління. Щоб вижити та триматися «на плаву» в умовах війни успішний керівник повинен характеризуватися такими якостями як: принциповість, діловитість, оперативність, гнучкість, адаптивність та етичність. Виходячи з цього виділяють такі основні групи компонентів культури управління, а саме: цінності; норми і стандарти управління; відносини із зовнішнім середовищем; взаємовідносини із персоналом організації.

Відсутність єдиного підходу до формування культури управління в сучасних умовах створює керівникам безліч перешкод в процесі як прийняття, так і реалізації управлінських рішень. Вважаємо, що саме використання комплексного підходу зможе вирішити ці завдання і сприятиме успішній управлінській діяльності керівника в цілому.

Комплексний підхід до формування культури управління керівника повинен включати в себе наступні аспекти: етично-правильне використання знань в сфері управління; розроблення і впровадження етики управління; практичне застосування управлінських технологій та концепцій, в тому числі етичних; розвиток етичних управлінських відносин в організації; розвиток та підтримка етики професійної діяльності; створення ефективно діючого правового середовища, на основі утвердження поваги до законів, моралі та права.

Отже, основна особливість культури управління полягає в тому, що вона впливає не тільки на рівень особистого професійного зростання керівника, але й сприяє покращенню діяльності підприємства в цілому.

УДК 371. 315

Томків Р. – ст. гр. МЛ-41с

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СОЦІОКУЛЬТУРНА КОМПЕТЕНЦІЯ ТА ЇЇ ЗНАЧЕННЯ ПРИ ВИВЧЕННІ ІНОЗЕМНИХ МОВ**

Науковий керівник: канд. філос. наук, доц. Паласюк М. І.

Tomkiv R.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **SOCIOCULTURAL COMPETENCE AND ITS IMPORTANCE IN LEARNING FOREIGN LANGUAGES**

Ключові слова: міжкультурна комунікація, соціокультурна компетенція.

Keywords: intercultural communication, sociocultural competence.

Інтеграція України у європейський та світовий освітній простір передбачає нове трактування основної мети вивчення іноземних мов у вищих закладах освіти, у якій пріоритетного значення набуває формування комунікативної компетенції. Дослідники пропонують різні моделі іншомовної комунікативної компетентності, оскільки мова, як загальновідомо, є не тільки джерелом комунікативної діяльності, але й засобом пізнання, формування і передачі думки, вираження почуттів, емоційних станів людини тощо. Комунікативна компетенція складається із трьох основних елементів – лінгвістичного, прагматичного та соціокультурного. Лінгвістичний компонент включає фонологічні, граматичні, лексичні і стилістичні знання та вміння використовувати їх відповідно до соціально-мовленнєвих ситуацій. Прагматичний компонент, окрім інших компетенцій, включає екстралінгвістичні елементи, що забезпечують спілкування (міміка, жестикуляція та ін.). Соціокультурний компонент, що визначається соціокультурними умовами використання мови, є сполучною ланкою між комунікативним та іншими компонентами.

Термін «соціокультурна компетенція» передбачає готовність студента до міжкультурної комунікації, формування інтеркультурної та транскультурної свідомості, яка визнає існування іншої національно-культурної ідентичності як рівноправної з його власною культурою. Соціокультурна компетенція ґрунтується на знаннях про країну, мова якої вивчається, її національно-культурних особливостях, нормах мовленнєвої та немовленнєвої поведінки її носіїв, умінні доречно використовувати і розуміти граматичні форми у різних соціолінгвістичних контекстах. Отже, соціокультурна компетенція формується із сукупності країнознавчих, лінгвокраїнознавчих та соціолінгвістичних знань студентів. Країнознавча компетенція – це знання про культуру країни, народнось мови, національний характер, суспільно-державний устрій, історико-культурні особливості, здобутки в галузі освіти, науки та культури, характерні особливості побуту, звичаїв та традицій. Лінгвокраїнознавча компетенція пов'язана зі знаннями особливостей мовленнєвої і немовленнєвої поведінки, які є важливими для спілкування, і вмінням поводити себе відповідно до цих знань. Соціолінгвістична компетенція пов'язана із знанням особливостей національного мовленнєвого етикету і невербальної поведінки та навичками врахування їх у реальних життєвих ситуаціях, здатністю організовувати мовленнєве спілкування відповідно до комунікативної ситуації, соціальних норм поведінки та соціального статусу учасників комунікації. Усі компоненти соціокультурної компетенції взаємопов'язані через поняття культурного та соціального контекстів і оволодіння ними має відбуватися комплексно.

Отже, соціокультурна компетенція – це сукупність знань, умінь, навичок і здібностей особистості, які надають можливість спілкуватися іноземною мовою в різних ситуаціях відповідно до норм мовлення і поведінки, а також традицій культури. Суть соціокультурної компетентності полягає у здатності особистості сприймати, аналізувати, оцінювати прочитані чи почуті іноземні тексти, висловлювання про історію країни, народні звичаї і традиції, мистецтво, національні свята, загальнолюдські цінності тощо і добирати та використовувати ті з них, які необхідні для досягнення певної комунікативної спроможності.

Важливим принципом оновлення змісту навчання іноземної мови є сьогодні розширення та поглиблення соціокультурного компонента елементами або рисами міжкультурного підходу. Особливістю розвитку соціокультурного компонента змісту навчання іноземної мови на сучасному етапі є порівняння явищ, властивих двом і більше культурам, а саме: культурі рідного народу студента та культурі народу – носія мови, що вивчається. Окрім того, слід звернути увагу на такий чинник, як етнічна неоднорідність суспільства, в якому живе студент, та країни, мова якої вивчається. При такому підході національна ідентичність студента не заперечується, а наголошується, оскільки в процесі порівняння відбувається заповнення культурних прогалів. Тому важливим аспектом є розуміння студентами відмінності між власною та іншими культурами, розвиток позитивного ставлення до інших культур, а також уміння долати соціокультурні відмінності у процесі спілкування. В останні роки впровадження полікультурної освіти та соціокультурної компетенції набуває значного поширення. Як відомо, мова та думка, історія та культура є нероздільними. Мова є відображенням суспільної свідомості, реагує на зміни в усіх сферах суспільного життя і сама формується суспільством. Тому при вивченні іноземної мови важливим чинником є проникнення в культуру, у систему світовідчуття і світорозуміння народу, мова якого вивчається, оскільки сама мова є часткою практичної та теоретичної діяльності як індивіда, так і суспільства.

Аналіз лінгводидактичної літератури, вивчення думок науковців дає змогу визначити основні шляхи формування соціокультурної компетентності студентів ВНЗ: 1) при підготовці до занять слід ретельно підбирати адаптований матеріал соціокультурного спрямування, використовуючи автентичні тексти; 2) розробити комплекс комунікативних вправ, які сприятимуть міжкультурній комунікації в типових сферах діяльності; 3) виконання лінгвістичних вправ та завдань з використанням наочності соціокультурного змісту з метою автоматизації навичок та вмінь; 4) використання певного алгоритму опрацювання матеріалу з метою формування належної соціокультурної компетентності.

Основним дидактичним матеріалом для формування соціокультурної компетентності студентів на заняттях з іноземної мови є тексти, які повинні відповідати таким критеріям: 1) змістовність, інформативність – наповненість тексту відомостями про іноземну мову та її місце серед інших мов світу, про культуру спілкування, мовленнєву етику, духовну культуру, менталітет народу тощо; тексти мають бути проблемного характеру, щоб студенти вчилися мислити, аналізувати та аргументовано доводити свою точку зору; 2) функціональність (можливість спостерігати за функціонуванням мовних одиниць у тексті, які вивчаються на занятті); 3) наявність широкого діапазону іноземномовної лексики для збагачення словникового запасу студентів; 4) доступність тексту для певного рівня підготовки – надто складні тексти, як відомо, можуть викликати розчарування, позбавити віри в успіх, а надто легкі тексти також небажані, оскільки відсутність моменту переборення труднощів негативно відображається на зацікавленості студентів, втрачається розвивальна функція у самому процесі навчання мови.

Таким чином, формування у студентів соціокультурної компетентності на заняттях з іноземної мови дає їм можливість пізнавати національно-культурні цінності крізь призму глобального розуміння світу та людини. Оволодівши певним обсягом культурної інформації, студенти формують навички діалогічного мовлення та аудіювання, вчаться застосовувати знання мови у конкретному спілкуванні.

УДК 159.9, 316, 316.4, 316.48

Хічій О.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **КОНФЛІКТИ МІЖ ХРОНІЧНО ХВОРИМИ ТА ЗДОРОВИМИ ЛЮДЬМИ**

Науковий керівник: старший викладач Сівчук П.І.

Khichii O. A

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **CONFLICTS BETWEEN CHRONICALLY ILL AND HEALTHY PEOPLE**

Поняття хронічна хвороба включає у себе довготривале часто невиліковне захворювання, яке має здатність ускладнюватися, має певні періоди. Для таких захворювань не існує остаточного лікування. Відзначається погіршення у здатності до виконання повсякденних справ, потрібно докладати більше зусиль для фізичних вправ. Такі люди потребують регулярного лікування та медичної допомоги.

Такі захворювання часто спровоковані багатьма факторами: стреси, депресія, тривогою, психічними травмами, неправильним способом життя. Також вони можуть бути вроджені та набуті. На фоні хронічних захворювань у людини часто виникають психологічні проблеми: депресія, тривожність, емпатичність, вищий рівень чутливості, особливо якщо хвороба є психосоматичною, мінливість настрою.

Здорова людина – це особа в якій присутнє фізичне, психологічне, духовне благополуччя. Фізично здорова, коли відсутні будь-які хронічні захворювання, має оптимальний рівень фізичного здоров'я. Будь-які фізичні навантаження не потребують додаткових зусиль. Через велику різницю між способами життя, цінностями, ставленням до життя, бачення світу, заборонами які додає ще й захворювання можуть виникати конфлікти між цими двома категоріями людей. Конфлікти між хронічно хворими та здоровими людьми можуть виникати абсолютно з різних причин. Найчастішими є: нерозуміння хворого, стереотипи, нерівність у доступі до медичних послуг.

Однією з головних причин конфлікту можуть бути нерозуміння та стереотипи. Здорові люди можуть не розуміти та мати неправильне уявлення про те, які обмеження і проблеми виникають у людей з хронічними захворюваннями. Часто хронічно хворі люди мають певні фізичні обмеження і психологічні особливості в залежності від хвороби. Через нерозуміння зі сторони можуть виникнути непорозуміння та згодом до конфліктів. Наступною причиною може бути невміння слухати, чути та співпереживати. Дуже часто хворі люди потребують розуміння зі сторони, у них висока потреба бути почутими і виговоритися. Досить часто це виходить за рамки. Вони можуть нехтувати досвідом здорової людини, що призведе до загострення стосунків. Також все може бути навпаки, коли здорова людина не розуміє хронічно хвору і не звертає увагу на певні особливості цієї людини. Що знову ж таки призведе до напруженості у взаєминах. Також конфлікт може виникнути через недосконалість медичної системи. Недостатня кількість лікарів, обмежений доступ до медичних послуг можуть призвести до несправедливого розподілу ресурсів, а це у свою чергу до конфліктів. Розв'язання конфлікту між хронічно хворими та здоровими людьми зазвичай потребує розуміння та емпатії з обох сторін. Для початку варто зрозуміти позиції двох сторін. Дізнатися яка причина спровокувала конфлікт, їх може бути значно більше ніж зазначено. Послухати що саме турбує хронічно хвору людину, і які проблеми виникають у здорових людей через це. Варто спробувати знайти компроміс. Відкрито та чесно спілкуватися з співрозмовником, звертати увагу на емоції та переживання іншої людини, вислуховувати думки та переживання один одного, не знецінювати досвід співрозмовника, йти на поступки.

УДК 338

Юрик Ю. – ст. гр. РВ-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ БІОЕТИКИ В КОНТЕКСТІ ЕКОЛОГІЧНОЇ КРИЗИ В УКРАЇНІ**

Науковий керівник: Чоп Т.О.

Yuryk Y.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **CURRENT PROBLEMS OF BIOETHICS IN THE CONTEXT OF THE ENVIRONMENTAL CRISIS IN UKRAINE**

Supervisor: Chop T.

Ключові слова: біоетика, війна, екологічна криза

Keywords: bioethics, war, ecological crisis

Сьогодення вимагає від нас нових підходів, нового бачення щодо багатьох аспектів нашого життя та діяльності. Приходить певний час і людство усвідомлює життєву необхідність проведення суттєвих змін, зокрема це стосується усвідомлення того, що досягти прогресивного розвитку в будь-якій сфері діяльності людини не можливо без високого рівня моралі, моральних норм та цінностей. Таке розуміння було викликано необхідністю задоволення найважливішої потреби кожної людини на землі – потреби безпеки. Це також стосується як кожної живої істоти, так і нашої планети в цілому. Саме вивченням таких аспектів займається така наука як біоетика.

Окремою проблемою, яка набуває особливої ваги в умовах повномасштабної війни росії проти України є екологічні аспекти біоетики. Про катастрофічний вплив на українську екосистему потрібно говорити нагально, оскільки стан атмосферного повітря, води та ґрунтів безпосередньо впливають на якість життя людини і не лише українців. «Природа не знає кордонів» і яскравим прикладом цього вислову є трагедія Чорнобильської катастрофи, а сьогодні - це перманентна загроза ядерної катастрофи, в епіцентрі якої ми живемо ось уже 20 років.

Війна перевіряє на міцність усі екологічні конвенції, реальна дія яких виявилась недійсною в умовах російського «екоциду», і це дійсно трагедія, адже значення української екології для Європи є очевидним. Наша екосистема – це 35% біорізноманіття Європи, 70 тис. біологічних видів, 16% територій лісів, 63 тис. річок, Дніпро - четверта за довжиною річка в Європі, 11% Карпатського гірського масиву, де росте третина всіх видів рослин Європи, знаходиться саме на території України. Руйнування екорівноваги в одній геолокації автоматично торкається стану інших.

Трагічна ситуація з тотальним нищенням українського біорізноманіття почала вимальовуватись вже на початку військових дій, з 2014 року. Донеччина є територією, де на початку ХХ століття було організовано більшість перших заповідників [1]. Про особливості крейдової флори Придінців'я, Кам'яних могил, Святих гір і приазовських кіс було написано понад 2 тис. наукових досліджень. Величезні території заповідників надзвичайно постраждали ще до повномасштабної війни, так, наприклад, був повністю знищений регіональний ландшафтний парк «Донецький кряж», а національний природний парк «Меотида» втратив найбільші в Європі колонії рідкісних навколводних птахів, які тепер повністю покинули цю територію. На Луганщині ще

під час АТО внаслідок неконтрольованого видобутку вугілля відкритим способом було пошкоджено майже всі найбільші заказники регіону.

Активна фаза війни поглибила проблему до рівня екокатастрофи. Обстріляні хімічні заводи, виділення небезпечних речовин та тепла від вибухів снарядів та бомб, токсична органіка, яка окислює ґрунти. Ми втрачаємо найцінніше – наші родючі землі та воду.

Ось лише декілька прикладів екокатастроф минулого року: витік аміаку на "Сумихімпромі", пожежі у лісах Чорнобильської зони, ситуація на ЧАЕС. Про сучасний стан екології України на конференції ООН з проблем води обговорювалась проблема Каховської ГЕС, де внаслідок минулорічного руйнування рашистами шлюзів Україна втрачає тисячі кубометрів прісної води, що вплине на майбутній урожай. В Дністрі, Дніпрі та Сіверському Дінці значно перевищена концентрація ртуті, міді, цинку, марганцю, зазнають поранень морські ссавці. Масово гине риба, не отримує доступ до води населення. Лише за попередніми оцінками Міністерства захисту довкілля, росія завдала довіллію України збитків на 37 мільярдів євро [2].

Інша сторона екологічної катастрофи спричинена не ззовні, а зсередини: поставлено на паузу впровадження екологічних реформ, відкладені економічні закони, обмежені перевірки Держекоінспекції, недоступна для громадськості процедура оцінки впливу на довкілля (ОВД), закрито доступ до багатьох екологічних даних, скасовано режим тиші у лісах, спрощено розорювання степів та лук [3]. Відбувся провал впровадження моніторингу промислового забруднення («моніторингу на трубі»), оскільки в Постанові КМУ «Про затвердження Порядку запровадження обов'язкових автоматизованих систем контролю викидів забруднюючих речовин» від 28 березня, 2023 року вимога встановлення систем буде дійсною лише за 5 років після припинення або скасування дії воєнного стану, а саме встановлення має здійснюватися на нове обладнання. Відповідно, дата впровадження стає гіпотетичною, і доволі відносною, зважаючи на те, що головними забруднювачами є старі промислові об'єкти [4].

Таким чином, невідворотність екологічної катастрофи для України очевидна. Питання лише в тому, наскільки самі українці та світ усвідомлюють це. Наскільки ми готові бути на сторожі впровадження нагальних заходів щодо подолання наслідків цієї катастрофи, планування та впровадження прозорого та сучасного механізму контролю та функціонування промисловості. В цьому контексті використання основних аспектів біоетики, її актуальності для наукових досліджень, оцінки стану навколишнього середовища, запровадження на рівні освітніх заходів є надважливими.

### Література:

1. Більшість заповідних територій в ато пошкоджено війною (2018). URL: <http://epl.org.ua/environment/bilshist-zapovidnyh-terytorij-v-ato-poshkodzhenovijnoyu/>
2. Глава Міндовкілля розповів у ООН про шкоду, якої завдає екології російська війна (2023) <https://www.ukrinform.ua/rubric-society/3687142-glava-mindovkillarozpoviv-u-oon-pro-skodu-akoi-zavdae-ekologii-rosijska-vijna.html>
3. Чому євроінтеграція за два роки неможлива: приклад екологічних реформ. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/02/6/696750/>
4. Уряд дозволив промисловості безконтрольно труїти українців. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/04/12/699068/>
5. росія завдала збитків українській екології на два трильйони гривень – Міндовкілля. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3678485-rosiazavdala-zbitkiv-ukrainskij-ekologii-na-dva-triljoni-griven-mindovkill.html>

Секція:

## Транспорт

УДК 621.314

Алексеви́ч Я. – ст. гр. АТ-301

*Відокремлений структурний підрозділ “Тернопільський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя”*

### **ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ В СВІТІ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ВОДНЕВИХ ДВИГУНІВ**

Науковий керівник викладач вищої категорії Базар Є.М.

Alekseyvych Y.

*Separate structural subdivision “Ternopil Vocational College of Ternopil Ivan Pulyuy National Technical University ”*

### **IMPROVEMENT OF THE ENVIRONMENTAL SITUATION IN THE WORLD BY USING HYDROGEN ENGINES**

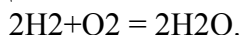
Supervisor: Bazar Y.

Ключові слова: водень, водневий двигун

Keywords: hydrogen, hydrogen engine

Світ стоїть на порозі екологічної катастрофи. Забруднення атмосфери викидами автомобілів призводить до зміни клімату. Необдумане використання корисних копалин призводить до забруднюються внутрішні водойми, моря та повітря, виснажуються і деградують ґрунти, скорочуються площі лісів, вичерпуються мінерально-сировинні й біологічні ресурси, тощо. [1]

Тому постає питання, як зберегти природу. Одна із таких технологій, що може покращити екологічну ситуацію - це використання водню, як палива, в автомобільних двигунах. **Водень (H<sub>2</sub>)** — проста речовина, яка складається з двох атомів гідрогену. Гідроген — елемент I групи першого періоду періодичної системи елементів порядковий номер 1, атомна маса 1,00797, відкритий у 1766 р. Водень можна вважати універсальним паливом для транспортних засобів, оскільки він має абсолютну екологічну чистоту, може замінити вуглеводневе паливо в усіх видах теплових двигунів. Реакція повного згорання водню:



В результаті утворюється тільки чиста водяна пара, при цьому виділяється 120 000 кДж/кг енергії, тоді коли бензин виділяє тільки 44000 кДж/кг. [2]

Країни Європи вже включили водень в свою “зелену стратегію” безкарбонного майбутнього континенту. Перехід до зеленої водневої економіки був закріплений європейською Водневою стратегією, яка є складовою правового підґрунтя Європейського зеленого курсу (далі – ЄЗК), який Європарламент ухвалив в 2020 році. Його загальна мета – зробити Європу кліматично нейтральною до 2050 року, захистити біологічне різноманіття, екологізувати економіку. Розробка Водневої стратегії України вже зараз стала нагальною потребою. Вона має стати дороговказом для державного планування та розвитку приватного сектора, а також визначити шляхи розвитку водневих технологій та відповідної інфраструктури у всіх сферах економіки України, окреслити плани та джерела фінансування. [3].

На сьогоднішній день автомобілі на водневому паливі умовно можна розділити на три класи.

Перший — це машини зі звичайним ДВЗ, який працює на водні або водневій суміші. Такі двигуни й автомобілі були сконструйовані й пройшли всі випробування в нас і за

кордоном приблизно в 70—80-х роках.

Другий — це машини з двома енергоносіями, так звані гібридні, їх колеса рухає електропривід, енергію якому постачає акумулятор, що у свою чергу заряджається від високоекономного ДВЗ, що працює на водні або водневій суміші.

Третій — справжній водневий автомобіль — це машина з електродвигуном, який працює від паливного елемента, що знаходиться в автомобілі. Теоретично ККД паливного елемента, що працює на суміші водень—повітря, може перевищувати 85%. Зараз вже вдалося одержати двигуни з ККД близько 75% — це більш ніж удвічі вище відповідного показника найкращих двигунів внутрішнього згорання.

Паливний елемент, працюючий на водні, — одна з ключових деталей у новому автомобілі. Паливний елемент (інакше — електрохімічний генератор) — це пристрій для перетворення хімічної енергії на електричну. Те ж відбувається й у звичайних електричних акумуляторах, але в паливних елементах є дві важливі відмінності: по-перше, вони працюють доти, поки надходить паливо; по-друге, паливний елемент не потрібно перезаряджати.

Паливний елемент складається з багатьох десятків комірок, кожна приблизно в сантиметр завтовшки (рис.1). Кожна комірка складається з двох електродів, розділених електролітом. На один електрод (анод) підводиться паливо (водень), на інший (катод) — окисник (кисень повітря). Водень тут не згоряє, хімічна реакція окиснення відбувається при низькій температурі (приблизно 280°C) в присутності каталізатора. Смісл пристрою в тому, щоб, використовуючи цю реакцію, розділити позитивний і негативний заряди в просторі й створити між ними напругу. Тому електроліт, який заповнює простір між електродами, повинен мати здатність пропускати крізь себе протони (тобто іони гідрогену) і не пропускати електрони. На аноді водень розпадається на електрони і протони, далі протони проходять крізь шар електроліту, досягають катода і, з'єднуючись із киснем, утворюють воду. Однак у питаннях отримання якісного й недорогого електроліту наука поки що зазнає величезних труднощів [4].

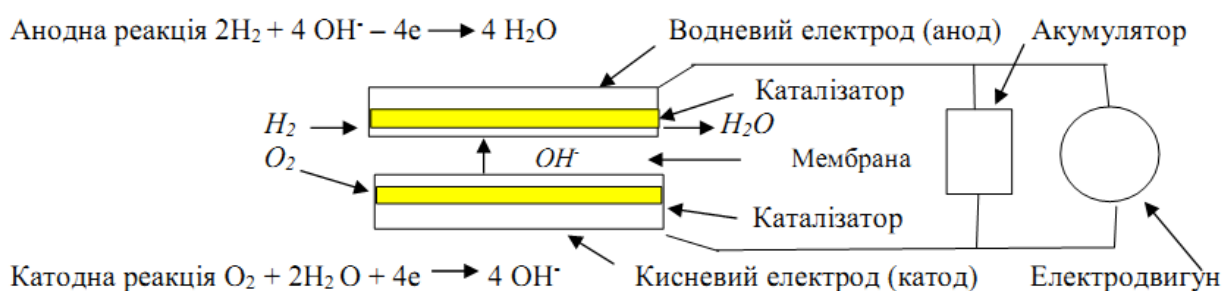


Рис.1. Схема паливного елемента

Список використаних джерел:

1. Екологія. URL: <https://osvita.ua/vnz/reports/ecology/21156/>

2. Вікіпедія. URL:

<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%8C>

3.Зелений водень для України та світу URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/features-58722468>

4. Як працює водневий двигун. URL: <https://auto.today/bok/4339-kak-rabotaet-vodorodnyy-dvigatel.html>



УДК 164.338.3

Барановський В.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## МЕТОДИКА РІШЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАДАЧ У ВИГЛЯДІ МЕРЕЖЕВОЇ МОДЕЛІ

Baranovsky V.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

## METHODS OF SOLVING TRANSPORT PROBLEMS AS A NETWORK MODEL

Ключові слова: перевезення, постачальник, споживач, цільова функція.

Keywords: transportation, supplier, consumer, target function.

Класична транспортна задача передбачає перевезення вантажів із пунктів постачальників до пунктів споживачів. При цьому кожен відправник пов'язаний із пунктом-споживачем окремою дорогою та характерними саме для неї витратами на перевезення. Проте на практиці, як правило, більшість шляхів, які пов'язують два пункти, або пункт постачальника та пункт споживача, проходять крізь інші не обов'язкові пункти. Більше того, виявиться можливим доправити необхідний вантаж з одного пункту до іншого кількома вірогідними шляхами.

Тому подібні транспортні задачі в основному формулюють не в матричній, а мережевій постановці шляхом розробки мережевої моделі, як один із методів вирішення транспортної задачі.

Постановку задачі опишемо в такому вигляді.

Нехай на мережі з вершинами ( $n$ ) і дугами ( $m$ ) знаходиться безліч постачальників (А) і споживачів (В), при цьому:

- відомі ресурси  $i$ -х постачальників ( $a_i$ ) та потреби  $j$ -тих споживачів ( $b_j$ );
- вказана вартість (довжини шляху) перевезення вантажів ( $C_{ij}$ ) за кожною дугою.

При цьому необхідно забезпечити мінімум вартості перевезення (мінімум сукупної транспортної роботи), тобто необхідно мінімізувати цільову функцію, або сукупні затрати на перевезення вантажу, тобто  $Z = \sum C_{ij}X_{ij} \rightarrow \min$  за наступних необхідних умов:  $\sum a_i = \sum b_j$ ; вантажопотоки ( $X_{ij}$ ) є невід'ємними величинами.

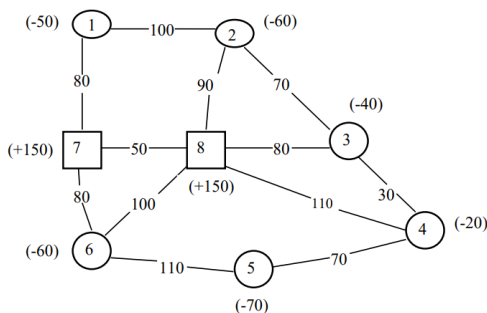


Рис. 1. Схема транспортної мережі

Крок 1. Перевіряємо головну умову рівності ресурсів постачальників і запитів споживачів. Якщо дана умова виконується, тоді приступають до вирішення задачі. Якщо ні – тоді необхідно привести цю умову до необхідних показників і забезпечити рівність ресурсів.

Крок 2. Складаємо вихідний початковий план (рис. 2), за якого ресурси постачальників повинні бути відправлені, а запит споживачів задоволений (стрілками на рис. 2 показані напрямки вантажопотоків, а числами – кількість вантажів, які необхідно перевезти, або доставити споживачу).

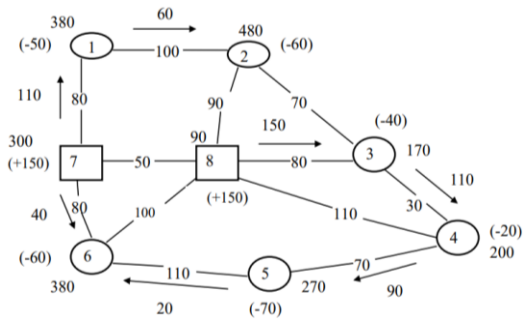


Рис. 2. Схема вихідного плану розподілення ресурсів

Крок 3. Привласнюємо потенціали вершинам так, щоб у подальшому вони не були від'ємними числами. Наприклад, у вершині 7 потенціал рівний 300. Призначаємо потенціали решті вершин, дотримуючись правила: при русі по дугах мережі в напрямку прямування вантажопотоку до потенціалу попередньої вершини додаємо довжину дуги, а при русі по дугах проти потоку цю довжину з потенціалу попередньої вершини віднімаємо (див. рис. 2).

Необхідно зазначити, що у разі, якщо неможливо призначити потенціали всім вершинам відносно однієї заданої (у нашому випадку вершина 7), транспортна мережа розбивається на окремі незалежні частини, оптимізація яких можлива, або із застосуванням методу кільцевих маршрутів, або у вигляді мережевої моделі.

Крок 4. Перевіряємо виконання умови оптимальності для всіх дуг мережі, на яких немає вантажопотоку, тобто дотримання умов  $P_j - L_i \leq C_{ij}$ , де:  $P_j$  – потенціал в  $j$ -му пункті (вартість у споживача);  $L_i$  – потенціал в  $i$  пункті (вартість у постачальника);  $C_{ji}$  – відстань між пунктами (вартість транспортування).

Такими дугами (парами пунктів) є: 2–3 ( $480 - 170 = 310 > 70$ ); 7–8 ( $300 - 90 = 210 > 50$ ); 4–8 ( $200 - 90 = 110 = 110$ ); 6–8 ( $380 - 90 = 290 > 100$ ); 2–8 ( $480 - 90 = 390 > 90$ ). При цьому, умова оптимальності порушена на чотирьох дугах з п'яти, отже, вихідний план неоптимальний.

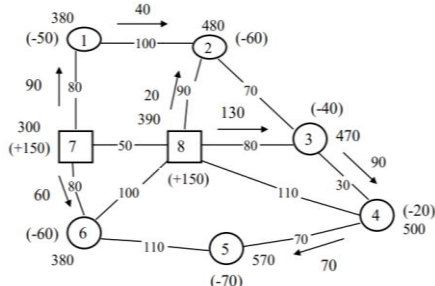


Рис. 3. Схема покращеного варіанту розподілення ресурсів

Крок 5. Складаємо покращений варіант вихідного плану розподілення ресурсів, наприклад, який зображено на рис. 3. Вибираємо дугу 2–8 з максимально можливим порушенням умови оптимальності та направляємо по ній вантажопотік від вершини з меншим потенціалом (8) до вершини з більшим потенціалом (2). Далі необхідно скласти замкнутий контур, що складається із дуг з потоком і обраної дуги з порушенням. Це можна зробити єдиним способом, склавши контур із дуг 8–2, 2–1, 1–7, 7–6, 6–5, 5–4, 4–3, 3–8.

Просуваючись за цим контуром від точки 8 до точки 2 і далі до точки 8 знаходимо найменший зустрічний потік (20). Додаючи це число до всіх попутних вантажопотоків і віднімаючи його з усіх зустрічних, отримуємо покращений варіант перевезень (рис. 3).

Повторюємо крок 3. Немає необхідності заново підраховувати всі потенціали вершин мережі, достатньо виправити лише потенціали тих вершин, де змінився напрямок вантажопотоків.

Крок 6. Знову перевіряємо виконання умови оптимальності для всіх дуг мережі, на яких немає вантажопотоку: 2–3 ( $480 - 470 = 10 < 70$ ), 8–7 ( $390 - 300 = 90 > 50$ ), 8–6 ( $390 - 380 = 10 < 100$ ), 5–6 ( $570 - 380 = 190 > 110$ ), 4–8 ( $500 - 390 = 110 = 110$ ). Умова не виконується на двох із п'яти дуг. Найбільше порушення на дузі 5–6. Повторюючи крок 5, отримуємо другий покращений план розподілу ресурсів. Порівнюючи вихідний та другий покращений план розподілу ресурсів за показником сукупної транспортної роботи, одержуємо необхідний показник оптимізації сукупної транспортної роботи.

УДК 629.113

Білоус М., Зубнін О., Матвіїв С. – ст. гр. МАМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДИФЕРСИФІКАЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ У СУЧАСНІЙ ЕКОНОМІЦІ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Гевко І.Б.

Bilous M., Zubnin O., Matviiv S.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **DIVERSIFICATION OF AUTO TRANSPORT ENTERPRISES IN THE MODERN ECONOMY**

Supervisor: Dr., Prof., Iv.B. Nevko

Ключові слова: диверсифікація, автотранспортні підприємства

Keywords: diversification, motor transport enterprises

Під час війни, коли економіка України різко скоротилась, значна кількість автотранспортних підприємств зазнає значних збитків і втрат, що, часто, приводить до скорочення штату працівників або їх закриття. Відтак перед керівництвом автотранспортних підприємств постають завдання пов'язані зі забезпеченням можливості функціонування та подальшого розвитку на ринку з врахуванням ведення військових дій, що в цих складних умовах можливо за рахунок впровадження стратегії диверсифікації окремих аспектів власної діяльності [4].

Автотранспортні підприємства в основному належать до підприємств сфери обслуговування, а, отже, диверсифікацію їхньої діяльності слід проводити при падінні попиту на традиційні послуги шляхом освоєння нових конкурентних послуг, які будуть користуватись підвищеним попитом. До розширення асортименту послуг може належати роздрібні перевезення, відновлення та продаж потриманих автотранспортних засобів, впровадження послуг з нових видів ремонту, робіт із відновлення чи модернізації елементів автотранспортних засобів тощо [1-4]. Відтак керівництво автотранспортних підприємств може обрати один із напрямків диверсифікації з врахуванням його техніко-економічного обґрунтування, що буде одним із аспектів покращення фінансового та економічного стану цих підприємств.

### **Література:**

1. Галушак М.П., Оксентюк А.О., Гевко І.Б. Організація виробництва у прикладах та задачах: Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2010. – 214 с.

2. Гевко І.Б., Гевко Б.М. Управління процесом розробки і освоєння виробництва нових виробів: Підручник. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. - 199 с.

3. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 544 с.

4. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП: Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. - 264 с.

УДК 629.047.6

Вовк Я. – учень 11 класу

*Тернопільський технічний ліцей*

## **ТЕЛЕМАТИЧНІ ДАТЧИКИ В АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ: ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Вовк Ю.Я.

Vovk Ya.

*Ternopil Technical Lyceum*

## **TELEMATIC SENSORS IN ROAD TRANSPORT: DEVELOPMENT PROSPECTS**

Supervisor: PhD, Assoc. Prof. Vovk Yu.Ya.

Ключові слова: Телематичні датчики, автомобільний транспорт, інтелектуальні транспортні системи

Keywords: Telematic sensors, road transport, intelligent transport systems

Telematics sensors are electronic devices that use telecommunications technology to transmit data about physical conditions or events from remote locations to a central data processing system. They are used in various industries, including automotive, in intelligent transportation systems, to improve efficiency, safety, and productivity (Vovk, 2016). In the automotive industry, telematics sensors monitor and transmit data on various aspects of vehicle performance, including speed, location, and fuel consumption.

There are several types of telematics sensors used in motor vehicles, including:

Global Positioning System (GPS) sensors use satellite signals to determine the vehicle's location.

Accelerometers: These sensors measure the acceleration of a vehicle and can be used to detect sudden changes in speed or direction.

Gyroscopes: These sensors measure the vehicle's rotation and can be used to detect changes in direction.

Fuel gauges: These gauges measure the fuel level in the vehicle's tank and can be used to monitor fuel consumption.

Engine Sensors: These sensors measure various aspects of the vehicle's engine performance, including temperature, pressure, and speed.

According to a study by Frost & Sullivan (2021), the global market for automotive telematics sensors is expected to grow significantly in the coming years due to the growing demand for connected vehicles and the increasing adoption of electric vehicles. The study also highlights the potential of telematics sensors to improve vehicle safety and reduce the risk of crashes by providing real-time data on driver behavior and road conditions.

Another study by MarketsandMarkets (2020) predicts that the automotive telematics sensor market will grow by 11.3% between 2020 and 2025, driven by growing demand for advanced driver assistance systems (ADAS) and the increasing adoption of electric and hybrid vehicles. The study also highlights the potential of telematics sensors to enable predictive maintenance and reduce vehicle maintenance downtime.

Overall, telematics sensors have shown great potential in the automotive industry and are expected to play an increasingly important role in improving vehicle performance, safety, and efficiency.

One potential development area is using advanced driver assistance systems (ADAS) to improve vehicle safety and driver comfort. ADAS systems rely on sensors that can detect and respond to changes in the vehicle's environment, including other vehicles, pedestrians, and road conditions.

One type of sensor already used in some ADAS systems is the LiDAR sensor, which uses laser pulses to create a 3D map of the car's surroundings. This can provide more detailed and accurate environmental information than traditional sensors such as cameras or radar.

One development area is the use of advanced driver assistance systems (ADAS), which rely on a range of sensors to detect and respond to changes in the vehicle's environment. These sensors include cameras, radar, and LiDAR, which use lasers to create 3D maps of the vehicle's surroundings. By combining data from these sensors, ADAS systems can provide a complete picture of the vehicle's environment and respond to potential hazards more quickly and effectively.

Another development area is using sensors to monitor vehicle occupants' health and well-being. For example, sensors could be used to detect the presence of alcohol or drugs in a driver's breath or to monitor their heart rate and other vital signs. This could help to reduce the risk of accidents caused by driver impairment or health issues.

In addition to these areas, there is also potential for developing sensors that can monitor and transmit data about the condition of roads and other infrastructure. This could include sensors that detect potholes, cracks, and other damage to road surfaces, as well as sensors that monitor traffic flow and congestion. By providing real-time data on road conditions, these sensors could help improve transportation networks' safety and efficiency.

Overall, the development of new types of telematics sensors is likely driven by the need to improve vehicle safety, efficiency, and sustainability and the increasing demand for connected and autonomous vehicles. As technology advances, we will likely see even more innovative and powerful sensors being developed that can help transform the automotive industry.

#### **References:**

Frost & Sullivan. (2021). Global Automotive Telematics Sensor Market Forecast to 2025. Retrieved from <https://store.frost.com/global-automotive-telematics-sensor-market-forecast-to-2025.html>

MarketsandMarkets. (2020). Automotive Telematics Market by Channel, Vehicle Type, Services, Form Factor, Connectivity, and Region - Global Forecast to 2025. Retrieved from <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/automotive-telematics-market-120.html>

Vovk, Y. (2016). Resource-efficient intelligent transportation systems as a basis for sustainable development. Overview of initiatives and strategies. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*, 1(1), 6–10. <https://doi.org/10.14254/jsdtl.2016.1-1.1>

УДК 004.9:656.1

Козловський Ю. - ст.гр. МНМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПРОЕКТНИЙ АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІДКРИТИХ ДАНИХ У ТРАНСПОРТНУ СИСТЕМУ: МОЖЛИВОСТІ ТА ВИКЛИКИ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Вовк Ю.Я.

Kozlovskiy Yu.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **PROJECT ANALYSIS OF IMPLEMENTING OPEN DATA IN THE TRANSPORTATION SYSTEM: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES**

Supervisor: PhD, Assoc. Prof. Vovk Y.Y.

Ключові слова: відкриті дані, транспортна система, проектний аналіз, пасажери, транспортна інфраструктура

Keywords: open data, transport system, design analysis, passengers, transport infrastructure

За останні роки відкриті дані стали одним з найбільш обговорюваних тем у сфері технологій. Відкриті дані є невід'ємною частиною руху за відкритість та прозорість у державному управлінні. У багатьох країнах відкриті дані використовуються для покращення роботи державних органів, а також для розвитку бізнесу та інновацій.

Однією з сфер, де можливе використання відкритих даних, є транспортна система. Відкриті дані можуть використовуватись для розробки транспортної інфраструктури та підвищення якості обслуговування пасажирів. Проте, впровадження відкритих даних у транспортну систему вимагає проведення проектного аналізу та визначення можливих викликів та проблем (European Data Portal, 2019; The World Bank, 2020; ).

Один з головних позитивних ефектів впровадження відкритих даних у транспортну систему полягає в забезпеченні більшої прозорості та відкритості діяльності владних органів та транспортних компаній. Громадськість отримує можливість знайти необхідну інформацію про розклади руху транспорту, стан доріг, тарифи на перевезення та інші питання, що раніше були закриті або віддалені від громадськості. Така прозорість підвищує довіру до владних органів та компаній, а також сприяє покращенню якості та ефективності надання послуг (European Commission, 2021).

Крім того, відкриті дані можуть слугувати джерелом інформації для розробки нових продуктів та сервісів в галузі транспорту. Наприклад, на основі даних про популярність маршрутів можна створити додатки для планування маршрутів та покращення мобільності, а на основі даних про стан доріг та аварійність можна розробляти системи безпеки дорожнього руху. Відкриті дані також дозволяють проводити дослідження та аналізи в галузі транспорту, що допомагає виявляти проблеми та знаходити оптимальні рішення для їх вирішення.

Проте впровадження відкритих даних у транспортну систему також стикається з певними викликами. Один з них - це проблеми зі стандартизацією та якістю даних. Щоб дані могли бути корисними та використовувалися для розробки продуктів та послуг, вони повинні бути стандартизовані та якісні. В іншому випадку, дані можуть

бути некорисними, неправильними або навіть шкідливими. Отже, важливо забезпечувати якість та стандартизацію даних з самого початку їх збору та обробки.

Іншим викликом є проблема з доступністю даних. Не всі компанії або владні органи готові надавати доступ до своїх даних, особливо якщо ці дані містять конфіденційну інформацію. Також можуть виникнути технічні або правові перешкоди для доступу до даних. Отже, важливо забезпечувати відкритість даних, але при цьому дотримуватися правових та етичних норм.

У підсумку, впровадження відкритих даних у транспортну систему є складним та багатогранним процесом, який вимагає злагодженого підходу від різних груп зацікавлених сторін. Проектний аналіз є важливою складовою успішного впровадження таких ініціатив, дозволяючи оцінити можливості та виклики, зробити висновки та прийняти обґрунтовані рішення. Враховуючи потенційні переваги відкритих даних у транспортній галузі, їх впровадження може стати важливим кроком до покращення якості та ефективності транспортної системи в цілому (International Open Data Charter, 2021; Open Transport Partnership, 2021).

Однак, необхідно враховувати певні виклики та ризики при впровадженні відкритих даних у транспортну систему. Наприклад, необхідно забезпечити високий рівень захисту персональних даних пасажирів та забезпечити надійність системи збереження та обробки даних. Крім того, необхідно забезпечити відкритість та доступність даних для широкого кола користувачів, зокрема тих, хто має обмежений доступ до технологій.

Також важливо враховувати потенційні соціальні та економічні наслідки впровадження відкритих даних у транспортну систему. Наприклад, таке впровадження може призвести до зменшення ролі певних професій у транспортній галузі та необхідності перепідготовки працівників. Також можливим є збільшення конкуренції на ринку транспортних послуг та зменшення вартості послуг для користувачів.

У цілому, впровадження відкритих даних у транспортну систему є важливим кроком у напрямку покращення якості та ефективності транспортної галузі. Проектний аналіз може допомогти оцінити можливості та ризики такого впровадження, зробити обґрунтовані висновки та прийняти рішення щодо подальшої реалізації.

#### Література

European Data Portal. (2019). Open data impact: How to assess the socio-economic benefits of open data. <https://www.europeandataportal.eu/en/impact-studies/open-data-impact>

The World Bank. (2020). Open data for resilient and inclusive cities: A practitioner's guidebook. <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/brief/open-data-for-resilient-and-inclusive-cities-a-practitioners-guidebook>

International Open Data Charter. (2021). Open data for transport: International Open Data Charter. <https://opendatacharter.net/resource/open-data-for-transport/>

European Commission. (2021). Transport and Mobility: Open Data. [https://ec.europa.eu/transport/modes/road/open-data\\_en](https://ec.europa.eu/transport/modes/road/open-data_en)

Open Transport Partnership. (2021). Why open transport data matters. <https://opentransportpartnership.org/why-open-transport-data-matters/>

УДК 621.326

Віхер М.–ст. гр. МН-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Цьонь О.П.

Vikher M.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES FOR TRANSPORTATION**

Supervisor: Tson O.

Ключові слова: перевезення, транспортні технології

Keywords: transportation, transport technologies

Автомобільні перевезення є найбільш популярним видом перевезень через свою гнучкість та доступність. Сучасні інформаційні технології значно покращили управління та експлуатацію вантажного та пасажирського транспорту. Наведемо декілька прикладів їх використання у сфері вантажних та пасажирських перевезень:

1. Програмне забезпечення для управління рухомим складом автотранспортного підприємства: програмне забезпечення для керування автопарком дозволяє компаніям відстежувати місцезнаходження та статус своїх транспортних засобів у режимі реального часу. Це допомагає оптимізувати маршрути, зменшити споживання палива та підвищити безпеку праці водія.

2. Телематика: телематичні системи використовують GPS та інші датчики для збору даних про місцезнаходження, швидкість і продуктивність транспортних засобів. Ці дані можна використовувати для підвищення показників ефективності функціонування автомобільного транспорту та безпеки руху.

3. Електронні пристрої реєстрації (ELD): ELD — це пристрої, які реєструють години роботи водія в електронному вигляді. Це допомагає переконатися, що водії дотримуються нормативних вимог щодо безпеки руху та умов праці і відпочинку, а також забезпечує зменшення адміністративного навантаження на персонал АТП.

4. Транспортні послуги на вимогу: транспортні послуги на вимогу, такі як Uber і Lyft, кардинально змінили традиційну індустрію таксі та спільних поїздок. Ці сервіси дозволяють пасажиром швидко та легко знаходити поїздки за допомогою своїх смартфонів, а також дозволяють водіям працювати за гнучким графіком.

5. Інтелектуальні транспортні системи (ITS): ITS-технології, такі як системи управління дорожнім рухом, системи інформації для мандрівників і системи управління вантажами, можуть допомогти підвищити ефективність і безпеку транспортної системи в цілому.

Загалом сучасні інформаційні технології допомагають підвищити ефективність, безпеку та стійкість вантажних і пасажирських перевезень. Ці технології також створюють нові бізнес-моделі та можливості для інновацій у галузі автомобільних перевезень.



УДК 629.3.017

Сіправський І. – ст. гр. МАМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ДОРОЖНІХ УМОВ ПІД ЧАС РУХУ АВТОМОБІЛЯ**

Науковий керівник: кант. техн. наук, Тесля В.О.

Sipravskiy I.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **MONITORING SYSTEM FOR ROAD CONDITIONS WHILE THE VEHICLE IS DRIVING**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Prof., Teslia V.

Важливим питанням на дорогах України є безпека руху, адже кількості дорожньо-транспортних пригод з кожним роком зростає. Тому, одним із варіантів вирішення даного питання є створення системи допомоги водієві для контролю параметрів технічного стану автомобіля та зовнішніх факторів дороги, які виникають під час її експлуатації.

Запропоновано удосконалити систему та спосіб запобігання зіткнення автомобілів при виконанні маневру обгону [1, 2]. Встановлено додаткові функції системи моніторингу автомобіля та навколишніх факторів а саме, фіксація та опрацювання даних по показниках дорожніх знаків, стану дорожнього покриття, отримання даних із системи світлофорів та врахування інформації про наявні чи відсутні затори на дорогах.

Важливим етапом експлуатації автомобіля є контроль не тільки параметрів технічного стану автомобіля але і зовнішніх показників. При застосуванні додаткового обладнання для системи запобігання зіткнення автомобілів при виконанні маневру обгону яке у свою чергу допоможе сканувати стан дорожнього покриття, скануватиме та розпізнаватиме дорожні знаки та визначатиме умови руху на кожній окремій ділянці дороги та враховуватиме інформацію отриману від світлофорів для корегування системою середньої швидкості автомобіля та корегувати маршрут в залежності від наявні чи відсутні заторів на дорогах.

Застосування даної системи та способу дозволить підвищить рівень безпеки, комфорту та плавності при пересуванням на автомобілі, також вплине на зниження витрати палива.

### **Література:**

1. Пат. 86134 Україна, МПК G08G 1/16 (2006.01), B60W 30/08 (2012.01). Система запобігання зіткнення автомобілів при виконанні маневру обгону / Подригало М.А., Абрамов Д.В., Тесля В.О.; заявник Харківський національний автомобільно-дорожній університет. – № у 2013 09325; заявл. 25.07.2013; опубл. 10.12.2013. Бюл. № 23.

2. Пат. 86133 Україна, МПК G08G 1/16 (2006.01), B60W 30/08 (2012.01). Спосіб запобігання зіткнення автомобілів при виконанні маневру обгону / Подригало М.А., Абрамов Д.В., Тесля В.О.; заявник Харківський національний автомобільно-дорожній університет. – № у 2013 09323; заявл. 25.07.2013; опубл. 10.12.2013. Бюл. № 23.

УДК 631.371

Тесля В. – ст. гр. МАм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,*

## **ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ФУНКЦІОНАЛЬНУ СТАБІЛЬНІСТЬ ТА БЕЗПЕКУ РУХУ АВТОМОБІЛІВ**

Науковий керівник: асист, Сіправська М.Д.

Teslia V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **FACTORS AFFECTING THE FUNCTIONAL STABILITY AND SAFETY OF VEHICLE TRAFFIC**

Supervisor: assist., Sipravska M.

Ключові слова: безпека руху автомобіля, функціональна стабільність

Keywords: vehicle traffic safety, functional stability

Інтенсивний розвиток сучасного автомобілебудування характеризується як удосконаленням якості автомобілів, підвищенням їх надійності та довговічності, так і передбачає суттєве підвищення швидкостей та напруженості дорожнього руху. При цьому внаслідок дорожньо-транспортних пригод (ДТП) щороку в світі гинуть мільйони людей.

Всесвітня організація охорони здоров'я запропонувала «Глобальний план здійснення Десятиліття дій щодо забезпечення безпеки дорожнього руху 2011–2020 рр.». В ньому йдеться про необхідність розгортання технологій, що запобігають виникненню аварій. Крім того, акцент зроблено на важливості розробки нових програм оцінки ТЗ з метою забезпечення доступності інформації про показники їх безпеки широкого кола споживачів. Кабінет Міністрів України, у свою чергу, схвалив Транспортну стратегію України на період до 2020 р. з метою забезпечення стабільного та ефективного функціонування транспорту в країні.

Транспортна стратегія вказує на необхідність підвищення рівня безпеки автомобільних перевезень, а також показників їх якості та ефективності. Тому необхідно врахувати основні фактори, що впливають на функціональну стабільність автомобілів та безпеку руху.

Керованість автомобіля – це здатність автомобіля під час прискорення, гальмування, проходження поворотів втримувати стійкість на дорозі під час руху. Інші компоненти контролюють напрямок, стабільність і плавність руху. Від даних факторів залежить не лише швидкість та маневреність пересування, але і безпека пасажирів, спричинення неполадок та ДТП.

Стійкість автомобіля залежить від ряду факторів: стабілізація керованих коліс, кут розвалу-сходження, кузов автомобіля, тип і стан підвіски, шини, наявність блокування коліс при гальмуванні, стан рульового управління.

Критерії керованості є одним із найважливіх оціночних факторів, яких дотримуються при виробництві машин, вони є занесені у ГОСТи та використовуються при випробуваннях нових моделей автомобілів.

Керованість залежить від технічного стану ходової частини та рульового керування. Зменшення тиску в одній і шин збільшує її опір кочення та зменшує поперечну твердість, тому автомобіль буде постійно відхилятися вбік шини із

зменшеним тиском. Зношування деталей приводить до утворення зазорів та полегшують виникнення довільних коливань коліс.

Підвіска надзвичайно важлива для підтримки динаміки керування автомобілем. Вона забезпечує постійний контакт шин з дорогою, незалежно від якості покриття. Слід підтримувати потрібну величину ходу підвіски, тобто відстань між верхньою та нижньою частинами підвіски. Цей простір має бути на рекомендованій висоті, адже це може спричинити пошкодження панелей кузова та деталей.

Шини відіграють вирішальну роль у керуванні автомобілем, оскільки вони є посередником між автомобілем і дорогою. Автомобіль з ідеальною шириною, сумішшю та протектором чудово балансує керуваність. Розумно мати якомога ширшу шину з рекомендованим протектором. Крім того, вони повинні бути з правильного та збалансованого складу, щоб забезпечити гарне зчеплення та служити довго.

Аеродинаміка може впливати на керуваність автомобіля. Чим швидше рухається автомобіль, тим більшу силу, спрямовану вниз, він створює. І ця сила використовується для керування автомобілем, утримуючи його стабільно на дорозі.

Амортизатори – поглинають енергію, яку створює автомобіль під час руху. Невідповідні амортизатори створюють більшу невіднесувану вагу, що порушує стійкість і керуваність автомобіля.

Електронні засоби допомоги – це ESP ТА ABS, тоді як система TCS є звичайною в автомобілях преміум-класу. Це комп'ютеризовані пристрої, які допомагають покращити керуваність автомобіля. ESP допомагає визначити занос і застосувати гальма на конкретних шинах. ABS допомагає уникнути блокування коліс. TCS є більш активним і відключає живлення колеса, унеможливаючи їх обертання.

Інші фактори. Колія та колісна база, погода, положення та підтримка водія, дорожні умови, кермове керування та жорсткість рами є деякими іншими факторами, які також відповідають за керуваність автомобіля. На мокрих дорогах потрібна менша швидкість, оскільки це мінімізує тертя між шинами та дорогою. Для бездоріжжя потрібні шини з ширшими та глибшими канавками. Колісна база та гусениці забезпечують опір перенесенню ваги вперед/назад і вбік. Точність кермування є важливою відповідно до потреб.

Хоча існує багато факторів, які визначають роботу автомобіля, важливо пам'ятати той факт, що водій повинен бути уважними під час їзди та належним чином обслуговувати автомобіль.

### **Література:**

1. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП: навчальний посібник / Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 276 с.

2. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів: навчальний посібник / Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 550 с.

УДК 629.113

Кіз В., Давидяк Д., Гирила М. – ст. гр. МАМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ТЕНДЕНЦІЇ РИНКУ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПІД ЧАС ВІЙНИ В УКРАЇНІ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Гевко І.Б.

Kiz V., Davydiak D., Hyryla M.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **VEHICLE MARKET TRENDS DURING THE WAR IN UKRAINE**

Supervisor: Dr., Prof., Iv.B. Nevko

Ключові слова: автомобілі, автотранспортні засоби

Keywords: cars, motor vehicles

Ринок автотранспортних засобів під час війни в Україні зазнав значних трансформацій, що вилилось, за даними з відкритих джерел, у близько 1,1 мільйона угод купівлі-продажу вживаних автомобілів за 2022 рік, з яких майже 700 тисяч відбулось всередині України, і більше 400 тисяч імпортних автомобілів. Найбільший вплив на цей ринок після завершенні пандемії коронавірусу мала і має війна з росією, що зумовило виїзд за кордон більше одного млн. авто. Також значний вплив мало запровадження нульового розмитнення, що частково дозволило відновити активність на ньому та забезпечити потребу в автомобілях найдоступнішої та найпопулярнішої категорії вартістю до \$5 тис. Це забезпечило протягом трьох місяців зростання автопарку в Україні більш, ніж 200 тисяч легкових авто (з них 78% в діапазоні митної вартості до \$5). Після завершення нульового розмитнення імпорту автомобілів з-за кордону скоротився у 7 разів, що сприяло збільшенні активності угод з купівлі-продажу авто на внутрішньому ринку. На 2022 рік в Україні також припав пік продажів сідлових тягачів, що було зумовлено значними змінами логістичних шляхів і зростання перевезень автомобільним транспортом.

Загалом процеси на автомобільному ринку України у 2023 році напряду залежатимуть від ситуації на фронті, стану економіки та її підтримки західними партнерами і МВФ. При цьому можна спрогнозувати, що в Україну у 2023 році імпортуватимуть до 20 тисяч автомобілів на місяць, і зрости ця цифра може тільки при зниженні ставок митних платежів, а ринок нових автомобілів зростатиме досить повільно і становитиме до 5 тисяч одиниць на місяць [1, 2].

### **Література:**

1. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 544 с.

2. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП: Навчальний посібник [І.Б. Гевко, О.Л. Ляшук, І.В. Луциків, У.М. Плекан, В.М. Клендій]. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2021. - 264 с.

УДК 629.113

Дережицький В. – ст. гр. МАс-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ТИПИ ПІДПРИЄМСТВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Гевко І.Б.

Derezhyskyi V.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **TYPES OF ROAD TRANSPORT COMPANIES**

Supervisor: Dr., Prof., Iv.B. Nevko

Ключові слова: автомобільний транспорт, автотранспортні засоби

Keywords: road transport, motor vehicles

На ринку автомобільного транспорту існують різні типи підприємств, зокрема, приватні, державні та комунальні. Кожен з них має свої переваги та недоліки, але при цьому їхня конкурентоспроможність та ефективність залежить від багатьох факторів, зокрема, від організаційної структури та фінансового стану підприємства.

Приватні автотранспортні підприємства часто мають більш гнучку структуру, що дозволяє їм більш оперативно реагувати на зміни на ринку та адаптуватися до потреб клієнтів. Однак, вони часто мають меншу капіталізацію та обмеженіше фінансування, що може обмежувати їх можливості для розвитку та розширення бізнесу.

Державні підприємства можуть мати більший доступ до державних ресурсів та фінансування, що дозволяє їм розширювати свою діяльність та модернізувати транспортну інфраструктуру. Однак, вони можуть стикатися з бюрократичними перешкодами та меншою ефективністю управління порівняно з приватними.

Комунальні підприємства зазвичай фінансуються з місцевого бюджету та спрямовані на задоволення місцевих потреб в транспортних послугах. Вони можуть мати більш жорстку структуру та меншу гнучкість управління, але при цьому зазвичай мають високу лояльність клієнтів та підтримку влади місцевих громад.

Отже, кожен з них має свої переваги та недоліки, але при цьому їхня конкурентоспроможність залежить від багатьох факторів, зокрема, від організаційної структури та фінансового стану підприємства. Важливо проводити дослідження та аналіз, щоб зрозуміти, як тип підприємства може використовуватися на певному ринку. При цьому, варто враховувати, що ринок автомобільного транспорту швидко змінюється, відбувається швидке розширення мережі автодоріг та підвищується екологічна свідомість споживачів. Тому підприємства повинні постійно адаптуватися до нових умов та використовувати сучасні технології та інновації для покращення якості послуг та зменшення впливу на довкілля.

### **Література:**

1. Галушак М.П., Оксентюк А.О., Гевко І.Б. Організація виробництва у прикладах та задачах: Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2010. – 214 с.

2. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП: Навчальний посібник [І.Б. Гевко, О.Л. Ляшук, І.В. Луциків, У.М. Плекан, В.М. Клендій]. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2021. - 264 с.

UDC 42 658.7

Dziubanovska L.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **THE IMPORTANCE OF THE ENGLISH LANGUAGE IN LOGISTICS**

Supervisor: Moroz L.

Keywords: logistics, English.

Logistics is vital to modern life. When logistics works, as it does almost all the time, nobody notices. It becomes an invisible service that we all take for granted. For example, when we shop in the typical department store, we seldom give a thought to all the complex processes that have brought tens of thousands of products together in that one location from all over the world in sufficient quantities to meet our demands. Thousands of separate supply chains converge on that one point to give us the level of product availability we have grown to expect. Indeed every service we use and every product we buy depend on elaborate supply networks. Logistics is important to global economic and social well-being [1].

As more and more companies scale to reach global markets, logistics management demands a high degree of international coordination. It is more than the movement of materials and the fulfillment of orders. Under pressure to compete, managers must keep up with the flow of information.

Language diversity is a gigantic challenge in the international environment. As supply chains go global, many companies are finding that the “going” gets tough. When the flow of communication is interrupted by language barriers – companies can lose their competitive edge [2].

In this context, English has emerged as an important tool for communication and coordination in the logistics industry worldwide and here are some of the reasons why [4]. To start with, English is used for negotiating contracts, drafting agreements, communicating with partners, and coordinating operations across borders. Also, important documents in logistics industry such as invoices, bills of lading, shipping slips, customs documents and packing lists are written in English or require English proficiency for accurate interpretation and understanding. Moreover, logistics software is typically designed in English. Lastly, a lot of multi-national companies are looking for talented candidates, and fluency in English communication is one of their top requirements. Being fluent in English makes you confident and an effective communicator and presenter. This makes you stand out at your job and even crack interviews with confidence [3].

All in all, English language skills are beneficial not just for the individual growth but also the competitiveness of the logistics company as a whole.

### References

1. Logistics – our life support system URL <https://www.weforum.org/agenda/2011/09/logistics-our-life-support-system> (date of access: 23.04.2023).
2. Speaking the Language of the Logistics URL <https://mylogisticsmagazine.com/columnist/speaking-the-language-of-logistics/> (date of access: 23.04.2023).
3. Why English is important for a career? URL <https://burlingtonenglish.in/blog/why-english-is-important-for-a-career/> (date of access: 23.04.2023).
4. Why The Transportation Industry Needs Language Skills URL <https://www.gofluent.com/blog/transportation-industry-needs-language-skills/> (date of access: 23.04.2023).

УДК 629.113

Доскоч М. – ст. гр. МАс-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНА БАЗА ПІДПРИЄМСТВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Гевко І.Б.

Doskoch M.S.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **PRODUCTION AND TECHNICAL BASE OF ROAD TRANSPORT ENTERPRISES**

Supervisor: Dr., Prof., Iv.B. Nevko

Ключові слова: автомобілі, автомобільний транспорт

Keywords: road transport, motor vehicles

Для підтримання автомобіля в справному стані його необхідно належно обслуговувати, ремонтувати і зберігати. Для цього необхідно мати відповідні інструменти, обладнання, технологічне оснащення, споруди і будівлі, які в сукупності утворюють виробничо-технічну базу. Однією з основних проблем автотранспортних підприємств є технологічна відсталість виробничо-технічної бази. Зростаючі потреби клієнтів транспортних компаній і стрімке розширення співпраці між транспортними компаніями зобов'язують їх миттєво створювати і впроваджувати технологічні інновації. Технологічний розвиток транспортних компаній є одним із можливих джерел інновацій для діяльності компанії. В даний час, в умовах глобалізації світу, глобальної економічної конкуренції та швидкого розвитку умов інформаційного співробітництва в транспортному секторі, бізнес-компанії, які прагнуть зберегти свою конкурентоспроможність, повинні йти в ногу з вдосконаленням технологічного розвитку. Тому необхідно забезпечувати покращення продуктивності автотранспортної компанії. Також технологічний розвиток транспортних компаній сильно залежить від професійного розвитку співробітників компанії. Є обов'язковим підтримувати належний рівень технологічної грамотності відповідних працівників.

Отже, для розвитку виробничо-технічної бази підприємств автомобільного транспорту необхідно технічно переоснащувати і реконструювати підприємства, оптимізувати кооперацію автотранспортних підприємств з авторемонтними підприємствами, а також вдосконалити методи управління підприємствами.

### **Література:**

1. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 544 с.

2. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП: Навчальний посібник [І.Б. Гевко, О.Л. Ляшук, І.В. Луциків, У.М. Плекан, В.М. Клендій]. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2021. - 264 с.

УДК 711.656

Ковалишин Д. – ст. гр. МНс-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПРОЕКТУВАННЯ МІСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ**

Науковий керівник: к.е.н., Плекан У.М.

Kovalyshyn D.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **DESIGN OF URBAN TRANSPORT SYSTEMS**

Supervisor: Ph.D. Plekan U.

Ключові слова: транспортна система, міський транспорт.

Keywords: transport system, city transport.

Проектування міських транспортних систем – це комплексний процес створення ефективною та зручною транспортної інфраструктури для міста. Проектування транспортних систем є складним процесом, а тому передбачає детальне вивчення потреб транспортних послуг, встановлення ефективних маршрутів та транспортних зв'язків, розробку інфраструктури та встановлення технічних параметрів транспортних засобів.

При проектуванні міських транспортних систем необхідно враховувати багато факторів, таких як попит на транспортні послуги, густоту населення, розміщення промислових та комерційних об'єктів та всю існуючу інфраструктуру, екологічні та економічні фактори, обсяг трафіку, географічні особливості місцевості та інші.

Проектування транспортних систем можна розділити на кілька етапів, основні з яких перераховані нижче:

Аналіз потреб та цілей: перший етап включає вивчення потреб користувачів транспортної системи та визначення цілей проектування. Етап охоплює аналіз потреб у перевезенні пасажирів та вантажів, об'ємів руху, проблем з безпекою дорожнього руху, екологічні проблеми та інші фактори.

Аналіз існуючої інфраструктури: оцінка стану доріг, міст, мостів та інших елементів інфраструктури, які можуть впливати на проектування міської забудови.

Планування та проектування мережі: після того, як визначено потреби та цілі, а також проаналізовано інфраструктуру, можна розпочати проектування мережі транспортних засобів. Це може охоплювати вибір маршрутів, станцій, зупинок, пунктів обслуговування та інші елементи мережі.

Розробка технічних специфікацій: на цьому етапі встановлюються технічні вимоги до транспортних засобів, які будуть використовуватися. Технічні специфікації охоплюють вимоги до максимальної швидкості, місткості, комфорту та безпеки.

Проектування інфраструктури: на цьому етапі проектується будівлі, дороги, мости та інші інфраструктурні об'єкти, які необхідні для роботи транспортної системи.

Впровадження та експлуатація: після завершення проектування система впроваджується та починає працювати.

Вважаємо, що проектування міських транспортних систем є важливим процесом для забезпечення ефективного та безпечного руху транспорту в місті.



УДК 629.113

Колодій М. – ст. гр. МАс-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ФОРМИ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Гевко І.Б.

Kolodii M.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **FORMS OF DEVELOPMENT OF THE PRODUCTION AND TECHNICAL BASE**

Supervisor: Dr., Prof., Iv.B. Nevko

Ключові слова: виробничо-технічна база, автотранспортні засоби

Keywords: production and technical base, motor vehicles

Виробничо-технічна база (ВТБ) – це комплекс будівель та технічного оснащення, які призначаються для зберігання та обслуговування транспортних засобів, а також для забезпечення умов високої продуктивності персоналу. У наслідок експлуатації елементи ВТБ втрачають свою ефективність та здатність задовольняти виробничі потреби, відбувається їх фізичне зношування – що є однією з основних причин, які зумовлюють потребу в їх розвитку та оновленні.

Найменш ефективною формою розвитку ВТБ, на нашу думку, є введення в експлуатацію додаткового обладнання, яке аналогічне за своїми характеристиками та вартістю до вже діючого. При цьому програма з обслуговування ТЗ збільшується, однак технічний рівень і ефективність залишаються попередніми. Сюди, також, відноситься звичайне розширення виробничих площ. Ще однією формою розвитку є заміна старого обладнання такою ж кількістю аналогічного нового, що дозволяє зменшити вік технічних засобів та витрати на їх утримання, проте відчутно не покращує ефективність ВТБ. Також широко використовується, як форма розвитку, модернізація обладнання та впровадження нових технологій, що дає змогу підвищувати продуктивність, знижувати витрати та покращувати якість продукції. Останнім часом набувають значення такі додаткові способи розвитку виробничо-технічної бази, як створення спільних підприємств з іноземними виробниками, що дає змогу отримати доступ до нових технологій. Комбінація різних форм розвитку ВТБ може бути використана для досягнення максимальної ефективності виробництва та задоволення потреб ринку.

### **Література:**

1. Галушак М.П., Оксентюк А.О., Гевко І.Б. Організація виробництва у прикладах та задачах: Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2010. – 214 с.

2. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 544 с.

3. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП: Навчальний посібник [І.Б. Гевко, О.Л. Ляшук, І.В. Луциків, У.М. Плекан, В.М. Клендій]. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2021. - 264 с.

УДК 629.113

Коляда С. – ст. гр. МАМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОПЛАНОВИХ АНАЛІТИЧНИХ МЕТОДІВ В ОБҐРУНТУВАННІ ІНЖИНЕРНИХ РІШЕНЬ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АВТОТРАНСПОРТУ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Гевко І.Б.

Koliada.S.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **THE USE OF MULTIDISCIPLINARY ANALYTICAL METHODS IN SUBSTANTIATING ENGINEERING SOLUTIONS AT MOTOR TRANSPORT ENTERPRISES**

Supervisor: Dr., Prof., Iv.B. Nevko

Ключові слова: багатопланові аналітичні методи, автотransпорт

Keywords: multidisciplinary analytical methods, motor vehicle

Для ефективної роботи автотранспортного підприємства застосовують безліч багатопланових аналітичних методів в обґрунтуванні інженерних рішень. Враховуючи велику кількість цих методів, розглянемо лише деякі з них, найбільш поширені в практиці прийняття рішень.

Завдяки методу морфологічного аналізу здійснюється пошук найбільш доцільних ідей і способів їх здійснення. Метод Парето допомагає розставити пріоритети для вирішення проблеми і розкриває причини, з яких потрібно починати покращення. Один із найпоширеніших багатопланових аналітичних методів, який дає можливість в комплексі оцінити сильні й слабкі сторони компанії, а також можливості й загрози, що впливають на неї є SWOT – аналіз. За допомогою одного із методів можна визначити цілі й обсяги робочого процесу підприємства, а також розташувати необхідні завдання в хронологічному порядку.

Знаючи як працюють ці методи автотранспортне підприємство може розробляти стратегічні напрямки розвитку організації, а це, в свою чергу призведе до збільшення прибутку, покращення якості наданих послуг і зменшення витрат на їх реалізацію.

### **Література:**

1. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 544 с.

2. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП: Навчальний посібник [І.Б. Гевко, О.Л. Ляшук, І.В. Луциків, У.М. Плекан, В.М. Клендій]. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2021. - 264 с.

УДК 629.113

Кравчук В., Заставний О., Пиріжок С. – ст. гр. МАМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ КОНСТРУЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ У ВІТЧИЗНЯНИХ УНІВЕРСИТЕТАХ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Гевко І.Б.

Kravchuk V., Zastavnyi O., Pyrizhok S.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **VEHICLE MARKET TRENDS DURING THE WAR IN UKRAINE IMPLEMENTATION OF THE SYSTEM FOR DESIGNING ELEMENTS OF MOTOR VEHICLES IN DOMESTIC UNIVERSITIES**

Supervisor: Dr., Prof., Iv.B. Hevko

Ключові слова: конструювання, автотранспортні засоби

Keywords: designing, motor vehicles

Значна кількість вітчизняних підприємців та підприємств, що працюють у сфері автотранспортних перевезень чи ремонту і обслуговування автотранспорту, мають потребу у розвитку та реалізації ідей по модернізації чи створенні нових елементів автотранспортних засобів. Часто ці ідеї можуть стати потужним потенціалом для вітчизняної економіки, але через війну і суттєвий брак ресурсів не можуть бути реалізованими. Загалом процес розробки (модернізації) елементів автотранспортних засобів є надзвичайно трудомісткий і передбачає виконання багатьох етапів, від проведення патентного пошуку і виконання проектно-конструкторських робіт, до технологічної та організаційної підготовки і самого виробництва [1-3]. Усе це не дозволяє забезпечувати реалізацію ідей по створенні нових елементів автотранспортних засобів.

Розв'язання цієї проблеми у певній мірі можна вирішити шляхом створення і функціонування конструкторсько-технологічних бюро зі створення елементів автотранспортних засобів у вищих технічних навчальних закладах, що дозволить вітчизняним підприємцям та підприємствам забезпечувати ефективну діяльність [4].

### **Література:**

1. Галушак М.П., Оксентюк А.О., Гевко І.Б. Організація виробництва у прикладах та задачах: Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2010. – 214 с.

2. Гевко І.Б., Гевко Б.М. Управління процесом розробки і освоєння виробництва нових виробів: Підручник. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. - 199 с.

3. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 544 с.

4. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП: Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. - 264 с.

УДК 629.113

Кубах В-Н. – ст. гр. МАс-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ АВТОТРАНСПОРТНИХ ТЕРМІНАЛІВ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Гевко І.Б.

Kybakh V-N.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **DESIGN FEATURES OF MOTOR VEHICLE TERMINALS**

Supervisor: Dr., Prof., Iv.B. Nevko

Ключові слова: технологічне проектування терміналів, вузлові термінали

Keywords: technological design of terminals, nodal terminals

Термінали розділяються на пасажирські і вантажні. До пасажирських терміналів можна віднести автостанції і автовокзали, а до вантажних терміналів - вантажні станції і вузлові термінали.

На мою думку, потрібно покращувати вузлові термінали оскільки вони забезпечують взаємодію між усіма видами транспорту. Вони виконують такі роботи, як підвезення, зберігання, переробка та відправка вантажу до одержувача. Для відправки вантажу використовують різні види транспорту. А також на даних терміналах можна здійснювати технологічне обслуговування і ремонт транспортних засобів. До характеристики вітчизняних терміналів потрібно віднести такий основний недолік, як застаріле обладнання. Його потрібно оновлювати, щоб покращити швидкість і точність доставки вантажу до одержувача. Потрібно, також, впроваджувати нові технології, які покращать продуктивність та якість даних робіт. На даний час є можливість розвивати спільні проекти у галузі вантажних автомобільних перевезень, що дозволяють робити спільні підприємства з іншими країнами, за рахунок яких можна покращувати і вдосконалювати дані вузлові термінали.

Отже, у сучасних умовах ведення військових дій вузлові термінали мають тенденцію до зростання, оскільки вони збільшують кількість перевезень продукції, яку потрібно доставляти. А завдяки цьому також збільшується кількість робочих місць. Вузлові термінали потрібні, завдяки їм країна має змогу як експортувати свою продукцію в інші країни світу, а також імпортувати товари, які їй потрібні і може зберігати в вузловому терміналі. Завдяки терміналам можемо зберігати продукцію, яку потребує зберігання або перевезення в інший термінал. Вузловий термінал, також, надає побутове і сервісне обслуговування водіїв, завдяки чому водії мають змогу відпочити.

### **Література:**

1. Галушак М.П., Оксентюк А.О., Гевко І.Б. Організація виробництва у прикладах та задачах: Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2010. – 214 с.

2. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 544 с.

3. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП: Навчальний посібник [І.Б. Гевко, О.Л. Ляшук, І.В. Луциків, У.М. Плекан, В.М. Клендій]. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2021. - 264 с.

УДК 621.326

Лапчак О.-ст. гр. МН-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МІЖНАРОДНІ ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ УКРАЇНИ: АКТУАЛЬНІ АСПЕКТИ СЬОГОДЕННЯ**

Науковий керівник: д.е.н., проф. Рожко Н.Я.

Lapchak O.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **INTERNATIONAL TRUCK TRANSPORT OF UKRAINE: CURRENT ASPECTS TODAY**

Supervisor: Dr. Sci. (Econ.), Professor Rozhko N.Y.

Ключові слова: міжнародні перевезення України, логістична система, зовнішня торгівля.

Keywords: international transportation of Ukraine, logistics system, foreign trade.

Міжнародні автомобільні перевезення вантажів – важлива ланка в логістичній системі країн, що здійснюють зовнішню торгівлю. За допомогою автомобільного транспорту можна доставити вантажі до будь-якої точки світу, що робить цей вид перевезень особливо привабливим для бізнесу. Але, як і в будь-якій іншій сфері, у міжнародних автомобільних перевезеннях вантажів є свої особливості, а одна з них – дозволи на перевезення.

### **Видача дозволу на міжнародне перевезення вантажів**

Дозволи для перевезення вантажів оформлюють і видають водію автомобільного транспортного засобу на підставі усного звернення або письмової заяви. У заяві зазначають:

- найменування (прізвище, ім'я, по батькові) автомобільного перевізника та його місцезнаходження (місце проживання);
- відомості щодо автомобільних транспортних засобів (реєстраційні номери, вантажопідйомність, повна маса);
- маршрут руху із зазначенням країн відправлення та призначення;
- країни прямування автомобільного транспортного засобу;
- вантаж (вага, загальна кількість);
- види дозволів, які бажає отримати автомобільний перевізник;
- пункт видачі дозволів.

### **Для отримання дозволу потрібно подати такі документи:**

- документи на вантаж, за винятком здійснення порожньої подачі транспортного засобу на завантаження до країни відправлення;
- свідоцтво про реєстрацію транспортного засобу;
- сертифікати відповідності транспортного засобу щодо безпеки руху та екологічної безпеки вимогам країн, територією яких здійснюватимуть перевезення, якщо інше не передбачено міжнародними договорами України;

• усне звернення або письмова заява при пред'явленні таких документів, підписаних автомобільним перевізником та засвідчених його печаткою.

До основних напрямів українського експорту послуг серед країн ЄС належать

Німеччина, Велика Британія, Польща, Кіпр та Нідерланди. Разом ці 5 країн становлять більше, ніж 50% від загального обсягу експорту послуг України на європейський ринок (протягом 2018-2022 років Велика Британія складала в середньому 13,8% українського експорту послуг до ЄС).

До основних напрямів українського імпорту послуг серед країн ЄС належать Велика Британія, Німеччина, Кіпр, Польща та Ірландія. (протягом 2018-2022 років Велика Британія складала в середньому 16,1% українського імпорту послуг з ЄС).

Вітчизняний ринок транспортних послуг характеризується значною кількістю приватних підприємств різних розмірів. Часто, середні та великі транспортні організації мають налагоджені маршрути та міжнародні зв'язки, що значно спрощує та пришвидшує здійснення міжнародної економічної діяльності. Дрібні, у свою чергу, зазвичай змушені постійно підшукувати нових споживачів, часто буває, що автопарк не відповідає вимогам або не вистачає чисельності автопарку. Таким чином, дрібним фірмам значно тяжче реалізовувати експорт транспортних послуг.

На сьогодні на ринку України функціонує близько 9,2 млн. транспортних засобів, у тому числі більше 1,3 млн. вантажних автомобілів. Налічується близько 12451 діючих ліцензій на надання послуг з перевезення вантажів. Конкуренція на внутрішньому ринку почала зростати після кризи 2018р., коли підприємства почали розширювати межі своєї діяльності дедалі швидше.

Депутати Європарламенту своїм голосуванням ратифікували Угоду про вантажні перевезення автотранспортом.

Угода почала діяти ще до завершення ратифікаційних процедур - після підписання в Ліоні в червні 2022 року. Вона скасовує для українських перевізників необхідність отримувати дозволи для виконання двосторонніх і транзитних перевезень територією ЄС.

ЄС та Україні ця Угода дозволяє упорядкувати транспортну логістику, яка була порушена через повномасштабне вторгнення росії до України. З того часу для Міністерства інфраструктури України пріоритетними напрямками роботи є пошук, забезпечення розвитку та підтримання безперебійного функціонування альтернативних логістичних шляхів.

Результат дії «транспортного безвізу» – збільшення товарообігу між нашими країнами. За липень – вересень 2022 року у порівнянні з квітнем – червнем 2022 року фізичний обсяг експорту вантажів збільшився на 54%, а імпорту – на 67%. У грошовому вимірі експорт вантажів збільшився на 3,3%, а імпорт – на 38%.

Загалом слід зазначити, що попри великий шок, який українська транспортна система пережила в березні 2022 року, вона впоралася з викликом та змогла забезпечити транспортування необхідних товарів до та з України. **Під час вторгнення РФ наземний транспорт продемонстрував більшу стійкість, ніж морський** - значне скорочення обсягів вантажних перевезень спостерігалось лише у першій місяць війни, після чого вантажоперевізники адаптувалися до нових умов. А з наданням Україні транспортного безвізу, перевозити товари стало ще легше.

Зараз потрібно закріплювати та розвивати успіх, знаходити альтернативні шляхи доставки товарів, працювати з сусідами, щоб збільшити спроможність нашого спільного кордону пропускати вантажі. Ті зв'язки та проекти, які Україна напрацює зараз, знадобляться їй також і в майбутньому при вступі до ЄС.

УДК 656.025.4

Митохір<sup>1</sup> Я. – ст. гр. МНм-51; Бабій<sup>2</sup> В. – ст. гр. ШІ – 11

<sup>1</sup>Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

<sup>2</sup>Національний університет «Львівська політехніка»

## **ПЕРСПЕКТИВИ ТА ПРОБЛЕМИ ІННОВАЦІЙНОГО ТРАНСПОРТУ ПРИ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Бабій М.В.

Mytokhir<sup>1</sup> Y., Babii<sup>2</sup> V.

<sup>1</sup>Ternopil Ivan Puluj National Technical University

<sup>2</sup>Lviv Polytechnic National University

## **PROSPECTS AND PROBLEMS OF INNOVATIVE TRANSPORT IN FREIGHT TRANSPORTATION**

Supervisor: Ph.D., Assoc. prof. A. Babii

Ключові слова: електричні автомобілі, гібридні автомобілі, вантажні перевезення, економіка, навколишнє середовище.

Key words: electric cars, hybrid cars, freight transportation, economy, environment.

За останні десятиліття зростання кількості автомобілів та їх використання призвело до серйозних проблем в галузі вантажних перевезень, зокрема забруднення навколишнього середовища, зниження якості повітря та шумового забруднення. Однак, з появою електричних та гібридних автомобілів ситуація може змінитися.

Впровадження електричних та гібридних транспортних засобів при вантажних перевезеннях має потенціал для зменшення викидів та поліпшення ефективності цієї галузі. Проте, незважаючи на це, їх широке впровадження все ще обмежене кількома викликами. Однією з найбільших проблем є висока початкова вартість придбання таких транспортних засобів, що робить їх недоступними для багатьох компаній. Крім того, відсутність належної зарядної інфраструктури та тривалий час зарядки обмежують їх операційну ефективність та діапазон.

Щоб допомогти вирішити ці проблеми, уряди держав та лідери галузі вживають певних заходів. Наприклад, вони надають фінансові стимули компаніям, які впроваджують електричні та гібридні транспортні засоби в свої операції, інвестують у розвиток інфраструктури зарядки та прагнуть розробити більш ефективні технології акумуляторів. Крім того, на сьогоднішній день, інтеграція відновлюваних джерел енергії в зарядну інфраструктуру може допомогти зменшити вуглецевий слід транспортного сектора. Розробка інноваційних рішень для зберігання відновлюваної енергії, таких як водневі паливні елементи, може стати стійким джерелом енергії для важких електричних вантажівок.

До основних проблем, яка обмежує впровадження електричних та гібридних транспортних засобів у галузі вантажоперевезень, слід віднести обмежену вантажопідйомність таких транспортних засобів порівняно з традиційними дизельними вантажівками. Батареї, які забезпечують електричні транспортні засоби, є важкими і займають значний простір у транспортному засобі, що обмежує вантажопідйомність. Однак, нові технології та матеріали можуть знизити вагу батарей та збільшити вантажопідйомність електричних транспортних засобів.

Також слід зазначити, що впровадження електричних та гібридних транспортних

засобів може позитивно вплинути на економіку та навколишнє середовище у сфері вантажних перевезень. Зменшення викидів шкідливих речовин зменшує витрати на охорону здоров'я та допомагає зменшити забруднення навколишнього середовища. Крім того, використання електричних та гібридних транспортних засобів може допомогти компаніям знизити витрати на паливо та обслуговування. Проте, для досягнення цих цілей необхідно подальший розвиток технологій, політики та інфраструктури, а також підтримка уряду та інвесторів в цьому напрямку.

У високорозвинених країнах, таких як Норвегія, Нідерланди та Ісландія, електричні транспортні засоби вже широко використовуються у вантажній галузі. Інші країни, такі як США, Канада та Європейський Союз, також активно працюють над розвитком електричних та гібридних транспортних засобів.

Ще одним фактором, що обмежує впровадження електричних та гібридних вантажних транспортних засобів, є обмежена продуктивність та дальність ходу цих транспортних засобів у порівнянні з традиційними вантажними автомобілями. Більшість сучасних електричних та гібридних вантажних автомобілів здатні проїхати менше кілометрів на одному заряді батареї порівняно з традиційними дизельними автомобілями, що обмежує їхні можливості використання на протяжних вантажних маршрутах або для перевезення вантажів значної маси.

Проте, розробники та виробники вантажних електричних та гібридних автомобілів працюють над вирішенням цих проблем шляхом розробки більш потужних батарей з більшим діапазоном ходу та швидшим часом зарядки. Також, багато компаній з вантажоперевезень експериментують з використанням різних технологій, таких як паливні елементи, що можуть забезпечити стійке джерело енергії для вантажних електричних транспортних засобів, або системи швидкої заміни батарей для зменшення часу, необхідного на повну зарядку.

Все це демонструє те, що дослідження технологій та впливу електричних та гібридних транспортних засобів на економіку та навколишнє середовище в сфері вантажних перевезень продовжує бути динамічним та розвивається з плином часу.

У майбутньому, можливо, нові технології та відповідні інфраструктури допоможуть зробити електричні та гібридні транспортні засоби ще більш доступними та ефективними в сфері вантажних перевезень, що підвищить стійкість та рентабельність галузі, а також допоможе зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

#### **Література**

1. Вплив технологій на автомобільну промисловість [Електронний ресурс] <https://www.techlila.com/uk/technology-impact-on-automotive-industry/>
2. Стимулювання до купівлі більш екологічних автомобілів [Електронний ресурс] <https://ecotechnica.com.ua/stati/1228-kak-v-evrope-stimuliruyut-elektromobilistov-polnyj-obzor-po-stranam.html>
3. Бабій М.В., Чорній Б.П. Вплив підготовчих операцій на ефективність транспортування вантажів. Міжнародна науково-технічна конференція присвячена пам'яті професора Гевка Богдана Матвійовича. Проблеми теорії проектування та виготовлення транспортно-технологічних машин – Тернопіль, 23-24 вересня 2021.
4. Бабій А., Бабій М. Дослідження міцності елементів конструкції функціонально-транспортуючих мобільних засобів. Науковий журнал «Інженерія природокористування», 2019. №3 (13) С. 87–91.



УДК 621.43

Окіпний Д. - ст. гр. АТ-201

ВСП «Тернопільський фаховий коледж» Тернопільського національного  
технічного університету імені Івана Пулюя

## ПРИНЦИП РОБОТИ ДВИГУНА INFINITI ІЗ ЗМІННИМ СТУПЕНЕМ СТИСКУ

Науковий керівник: Галайчук В.Я.

Okipnyi D.

*Separate Structural Subdivision «Ternopil Professional College of Ternopil Ivan  
Puluj National Technical University»*

## WORKING PRINCIPLE OF THE INFINITI ENGINE WITH VARIABLE COMPRESSION

Supervisor: Galaichuk V.Ya.

Ключові слова: технологія змінного стиснення, турбований двигун, потужність, ступінь  
стиснення

Keywords: variable compression technology, turbocharged engine, power, compression ratio

Змінний ступінь стиснення (VCR) — це технологія регулювання ступеня стиску двигуна внутрішнього згоряння під час роботи двигуна. Це дозволяє підвищити ефективність споживання палива під час змінних навантажень. Двигуни зі змінною компресією дозволяють змінювати об'єм над поршнем у верхній мертвій точці.

Для автомобільного транспорту це актуально, оскільки двигун постійно працює з різним навантаженням та різною манерою водіння. Infiniti QX50 2019 року є першим комерційно доступним автомобілем, який використовує двигун зі змінним ступенем стиску.

Технологія змінного стиснення, або якщо ще називають двигун зі змінним коефіцієнтом компресії, може практично миттєво змінювати тиск поршня на паливно-повітряну суміш у співвідношенні 8:1 до 14:1, одночасно пропонуючи високоефективний стиск при малих навантаженнях (в місті, наприклад, або на шосе) і низьку компресію, необхідну для турбіни при різкому прискоренні, з максимальним відкриттям дросельної заслінки.

Компанія Infiniti пояснила принцип роботи технології, не забувши відзначити нюанси і раніше невідомі деталі роботи дивного інноваційного двигуна. Насамперед ми виберемо технічне «зерно» моторобудування майбутнього і відзначимо ті нюанси, які раніше були невідомі.

Основною технологією унікального двигуна стала система спеціального поворотного механізму, яка має центральний поворотний спеціальний багатоважільний шатунно-поршневий механізм, який здатний змінювати кут своєї роботи, що призводить до зміни ефективної довжини ходу шатуна, яка в свою чергу змінює довжину ходу поршня в циліндрі, що в кінцевому результаті, змінює ступінь стиску.

Більш того, нова технологія здатна змінювати ступінь стиснення у всьому діапазоні від 8:1 до 14:1, перманентно підлаштовуючись під стиль водіння, навантаження та інші фактори, що впливають на роботу двигуна.

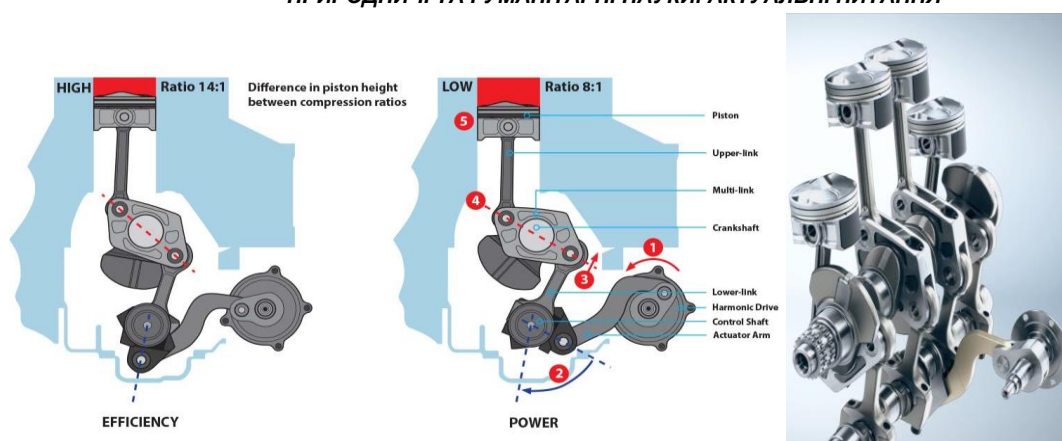


Рисунок 1. Принцип роботи двигуна та загальний вигляд шатунно-поршневої групи

Детально технологія приводу виглядає наступним чином:

1. Електромотор повертає важіль виконавчого механізму.
2. Важіль повертає привідний вал за схожим принципом, приводу звичайних розподільних валів, тобто за допомогою системи кулачків.
3. Нижній шатун змінює кут центрального поворотного механізму, що з'єднаний з верхнім шатуном. Останній з'єднаний з поршнем.
4. Вся система при певних навантаженнях дозволяє змінювати висоту верхньої мертвої точки двигуна (ВМТ), чим дозволяє знижувати або підвищувати ступінь стиску.

Приміром, якщо двигун переходить з режиму максимальної потужності в режим економії палива і підвищення ефективності, редуктор буде обертатися в ліву сторону. Обертання передається на привідний вал, який потягне нижній шатун трохи вниз, що підніме поворотний механізм, який у свою чергу змістить поршень ближче до головки блоку циліндрів, чим зменшиться об'єм камери згорання і таким чином збільшить компресію двигуна.

Додатково відбувається перехід від традиційного циклу роботи ДВС Отто до циклу Аткинсона, який відрізняється співвідношенням часу тактів циклу, що досягається зміною часу закриття впускних клапанів. До речі, перехід, за даними Фенске, від одного режиму роботи двигуна, в інший займає не більше 1,2 секунди.

Але навіть пояснення роботи такої складної технології не є остаточним. Ще однією важливою характеристикою нового двигуна є зменшення тиску поршня на стінку циліндра, що дозволить уникнути овальності останнього, оскільки в парі з системою приводу поршня застосована система зменшення тертя поршня до стінки циліндра, яка діє шляхом зменшення кута нахилу шатуна при ході поршня.

Також відомо, що рядний чотирициліндровий двигун через особливості конструкції вийшов розбалансованим, тому інженери були змушені додати балансувальні вали, що ускладнює конструкцію двигуна, але збільшує його ресурс.

Бензинові двигуни мають обмеження на максимальний тиск під час такту стиску, після якого паливно-повітряна суміш детонує, а не згорає.

У двигуні типу VC-Turbo використовується нещодавно розроблений високоефективний турбокомпресор широкого діапазону та електричний перепускний клапан. Це дозволяє точно контролювати тиск наддуву з мінімальною затримкою турбонадуву для створення оптимальної потужності за потребою. При невеликому навантаженні, електричний VTC (Контроль фаз газорозподілу) безперервно регулює фази газорозподілу клапана, щоб зменшити втрати. Він забезпечує високу паливну ефективність у поєднанні з вищим ступенем стиснення.

Крім того, такий двигун дозволяє вільно використовувати різні види палива, окрім бензину, наприклад LPG або етанол.

УДК 656.13

Рожко С. – ст. гр. БМ–11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ КОНКУРЕНТНИХ ЗАСАД СТРАТЕГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ДІЯЛЬНІСТЮ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ**

Науковий керівник: д.е.н., проф. Рожко Н.Я.

Rozhko S.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **BASIC PRINCIPLES OF THE FORMATION OF COMPETITIVE PRINCIPLES OF STRATEGIC MANAGEMENT OF AUTO TRANSPORT ENTERPRISES OF UKRAINE**

Supervisor: Dr. Sci. (Econ.), Professor Rozhko N.Y.

Ключові слова: автомобільний транспорт, управління конкурентоспроможністю, принципи діяльності автотранспортних підприємств.

Keywords: road transport, management of competitiveness, principles of operation of motor transport enterprises.

Автомобільний транспорт – галузь транспорту, яка забезпечує задоволення потреб населення та суспільного виробництва у перевезеннях пасажирів та вантажів автомобільними транспортними засобами. Транспортний сектор з'єднує різні міста, міські та сільські райони, ринки, виробничі майданчики й експортні порти. Він є локомотивом економіки та її розвитку в умовах виробництва, споживання та торгівлі. На регіональному та міжнародному рівні це пов'язує країну з рештою світу, включаючи зовнішні фінансові ринки, торгівельний рух, інвестиційні потоки, рух ланцюгів поставок і ідей, сучасні засоби транспорту та зв'язку.

Транспортна галузь України зазнала значних труднощів у зв'язку з війною на сході країни. Зокрема, були зруйновані та пошкоджені дороги, мости та інфраструктура, що суттєво ускладнило перевезення вантажів та пасажирів. Також, війна призвела до зменшення обсягів перевезень та збільшення вартості транспортних послуг.

Тому, основним завданням державного регулювання та контролю у сфері автомобільного транспорту на сьогоднішній день є створення умов безпечного, якісного й ефективного перевезення пасажирів та вантажів, надання додаткових транспортних послуг.

Постановка стратегічних цілей розвитку автотранспортних підприємств України набуває в умовах війни з росією особливу актуальність. Ці цілі і напрямки розвитку в даний період повинні визначатися новими, властивими ринку елементами.

Таким чином, здійснення управління конкурентоспроможністю неможливе без застосування в процесі управління певних принципів діяльності автотранспортних підприємств. А саме:

1) Принцип системності полягає в застосуванні системного підходу в процесі проведення ринкової діяльності, надання підприємством певних нових сервісних послуг.

2) Принцип єдності характеризується однозначністю дій та кроків при проведенні змін в структурі компанії, в методах дій компанії щодо реалізації певного проекту.

3) Принцип цілісності полягає в створенні цілої нерозривної системи, постановці якоїсь нової задачі чи вирішенні існуючої проблеми.

4) Принцип структурності характеризується кількістю рівнів ієрархії управління певним об'єктом чи системою.

5) Принцип надійності характеризується стабільністю фінансового стану, безперебійністю функціонування системи при виході з ладу одного з компонентів.

6) Принцип прогнозованості визначає подальші напрямки та етапи діяльності автотранспортного підприємства.

7) Принцип оптимальності означає максимальне забезпечення виконання умов, що сприяють діяльності підприємства: повноцінному використанню ресурсів, раціональності функціонування всього процесу роботи.

8) Принцип ефективності зазначає показник раціональності прийняття управлінських рішень, раціональне використання трудових та природничих ресурсів та ін.

9) Принцип ситуаційності зазначає ступінь адаптованості до змін, що відбуваються на певних етапах проходження процесу, а також в внутрішньому та зовнішньому середовищах.

10) За допомогою принципу функціональності визначаються методи управління діями суб'єктів господарювання, управлінських структур на різних етапах як внутрішнього так і зовнішнього аспектів діяльності.

11) Принцип повноти означає повне та всебічне висвітлення управлінської та логістичної діяльності підприємства.

12) Принцип комплексності вивчає різновекторні напрямки діяльності в сукупності.

13) Принцип багатофакторності вивчає процеси, що відбуваються в певній структурі під впливом різноманітних факторів: внутрішніх, зовнішніх, ситуативних, прогнозованих, непередбачуваних і т. д.

Усі вище описані принципи є одними з основних інструментів при формуванні конкурентних засад стратегічного управління діяльністю автотранспортних підприємств. А забезпечення конкуренції на ринку автотранспортних послуг сприяє підвищенню якості та ефективності перевезень, а також зниженню цін на вказані послуги.

Список використаної літератури:

1. Менеджмент організацій: Навчальний посібник. / [Немцов В.Д., Довгань Л.Э]. – К.: ТОВ "УВПК "ЕксОб", 2001. – 392 с.

2. Pase R., Stafine E. First Mover Advantages. – New York: Free Press, 2000. – 218 p.

УДК 621.326

Сеник Л. - ст. гр. МН-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСНОВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ УКРАЇНИ: ПРОБЛЕМИ ТА ВИКЛИКИ**

Науковий керівник: д.е.н., проф. Рожко Н.Я.

Senyk L.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **MAIN DIRECTIONS OF THE DEVELOPMENT OF TRANSPORT LOGISTICS IN UKRAINE: PROBLEMS AND CHALLENGES**

Supervisor: Dr. Sci. (Econ.), Professor Rozhko N.Y.

Ключові слова: Транспортна логістика, транспорт, вантаж.

Keywords: Transport logistics, transport, cargo.

Транспортна логістика є важливою галуззю дослідження, яка набуває все більшого значення в сучасному світі. Оскільки глобальна торгівля та транспортні мережі продовжують розширюватися, потреба в ефективних і надійних системах транспортної логістики стає все більш очевидною.

**Транспортна логістика** - вирішує комплекс завдань, пов'язаних з організацією переміщення вантажів транспортом загального користування.

Основними з цих завдань є: - вибір виду транспортного засобу; - оптимізація транспортного процесу під час змішаних перевезень; - визначення раціональних маршрутів доставки; - забезпечення технологічної єдності транспортно-складського процесу; - координація транспортного і виробничого процесу

Поділяють внутрішню(внутрішньовиробничі перевезення), та зовнішню (постачання підприємств і збут готової продукції)логістику.

Існує багато транспортних засобів перевезень вантажів та пасажирів,найбільш популярним є автомобільний транспорт

### **Вантажна логістика передбачає реалізацію декількох різних етапів**

- Закупівля
- Підбір найбільш відповідного транспортного засобу;
- Підрахунок необхідних витрат;
- Підготовку документації;
- Страхування
- Складування;
- Відстеження та моніторинг;
- Транспортування;
- Доставка та розподіл

Для міжнародної торгівлі України до 24 лютого 2022 року, найважливішими засобами транспортування вантажів, завжди були морський та залізничний транспорт. Україна мала вихід до Чорного моря, яке пов'язане зі світовим океаном. Це давало можливість відправляти вантажі з нашої країни в будь-яку точку світу

Проте після 24 лютого 2022 року повномасштабна війна з росією та блокада морських портів України вплинули як на загальні обсяги торгівлі, так і на її розподіл за типами транспортування. Так, якщо в січні 2022 року 80% експорту транспортувалося

морем, то вже в квітні ця частка знизилась до 13%. На перше місце вийшов залізничний транспорт, на друге місце – автомобільний, зокрема суттєво зросли обсяги перевезень автомобільним транспортом в країни Європейського союзу.

Варто зазначити, що автомобільним транспортом перевозяться найбільш коштовні вантажі. Так, якщо поділити загальну вартість експорту на його загальний обсяг за видами транспорту, то 1 тонна вантажу, перевезеного автомобільним транспортом, коштуватиме 1081 дол. США порівняно з 320 дол. США для морського і 253 дол. США для залізничного транспорту

### **З якими логістичними проблемами зіткнувся український бізнес?**

**Відмова від накопичення.** Чим більше товарів знаходиться на складах, тим вищий обсяг заморожених фінансів. До того ж довго тримати товари на складах небезпечно — у разі атаки їх можна втратити.

**Зміна складських умов.** Найбільший хаб (70–80% професійних складських площ) знаходився у Київській області. З початком бойових дій компанії змушені були перевезти товари на захід України, де в принципі не було складських площ такої величини.

**Складнощі з закупівлею товарів.** Проблеми пов'язані насамперед з обмеженістю асортименту й постачальників, блокуванням портів та навантаженням на залізничну інфраструктуру.

**Ускладнення логістичних операцій.** Блокпости, огляди, комендантська година — все це ускладнює перевезення вантажів. Крім того, необхідно заздалегідь планувати запасні маршрути, оскільки є ризик нових атак.

### **ШЛЯХИ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ УКРАЇНИ**

З початком військових дій Україні довелося зіткнутися з російською регулярною армією. І один з найважливіших моментів, на який треба звернути увагу, — переформатування транспортної логістики.

Щоб втілити в життя принцип економії на вантажоперевезеннях, потрібно діяти різними методами і враховувати різні чинники. Щоб швидко налагодити подібні переміщення вантажів, треба взяти на облік великих вантажоперевізників та систематизувати рух вантажів, які вони перевозять. Потрібно створити логістичні центри та залучати до роботи в них фахівців, що працювали в організації вантажоперевезень, або залучати логістичні комерційні центри.

**Систематизація та цифровізація.** Для побудови ефективної й економної економіки воєнного часу потрібно також вміти відстежувати динаміку переміщення товарних запасів, витрати палива, репутацію перевізників, проблеми в організації вантажно-розвантажувальних робіт у тих чи інших місцях з подальшим усуненням. Почати робити це можна з низькою часткою автоматизації, але надалі потрібно створити один чи кілька централізованих електронних сервісів.

Зміни в доставці відбулися, але локально чи в рамках окремих бізнес-процесів. Є затримки доставки товарів в окремі райони через окупацію або високі ризики. Зараз нульова авіаційна та воднотранспортна логістика. Є певні складності в'їзду та виїзду залізницею через відсутність залізничних вагонів для експорту з України товарів аграрної групи та відсутність необхідного обсягу залізничних вагонів по імпорту палива. Усе це, звичайно, впливає на зростання ціни на товар для кінцевого споживача. Сьогодні середній товар подорожчав на 1–3%.

Розвиток транспортної логістики в Україні є важливим кроком для забезпечення ефективного функціонування економіки країни. Крім того, необхідно посилити співпрацю між державним і приватним секторами для залучення інвестицій у сектор, створення нових робочих місць і підвищення конкурентоспроможності українських компаній. Підсумовуючи, можна сказати, що за належної уваги з боку уряду та відповідних зацікавлених сторін Україна має великий потенціал для подальшого розвитку свого сектору транспортної логістики.

УДК 629.331

Гладій І. – ст. гр. МАМ-51, Мельничук С. – ст. гр. МНм-52

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СУЧАСНІ ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ**

Науковий керівник: к.т.н., Слободян Л.М.

Gladiy I., Melnychuk S

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

### **MODERN VEHICLES**

Supervisor: Slobodian L.

Ключові слова: транспорт, автотransпортні засоби

Keywords: transport, vehicles

Сучасні транспортні засоби, включаючи електромобілі, автономні транспортні засоби, підключені автомобілі та передові системи допомоги водієві, змінюють спосіб водіння, підвищуючи безпеку, ефективність і екологічність.

За останні роки відбувся значний прогрес у технологіях транспортних засобів, який змінив наше уявлення про транспорт. Електромобілі (EV) стають дедалі популярнішими як екологічно чистіша (екологічніша) альтернатива традиційним автомобілям, що працюють на бензині. Завдяки вдосконаленню технологій акумуляторів та зарядної інфраструктури електромобілі тепер здатні подорожувати на більші відстані на одному заряді та заряджатися швидше, ніж будь-коли раніше.

Автономні транспортні засоби (AV) – це ще одна захоплююча розробка в галузі автомобільних технологій. AV використовують датчики та вдосконалене програмне забезпечення для навігації та керування транспортним засобом, зменшуючи потребу в участі людини. Ця технологія може значно зменшити кількість аварій і покращити рух транспорту.

Підключені автомобілі також змінюють спосіб водіння. Ці транспортні засоби використовують передові датчики та комунікаційні технології для взаємодії з іншими транспортними засобами та інфраструктурою, що дозволяє здійснювати моніторинг та аналіз дорожнього руху в реальному часі. Це може допомогти зменшити затори та підвищити безпеку.

Удосконалені системи допомоги водієві (ADAS) є ще однією важливою розробкою в сучасних автомобільних технологіях. Функції ADAS включають автоматичне гальмування, попередження про виїзд зі смуги руху та адаптивний круїз-контроль. Ці функції можуть допомогти підвищити безпеку водія та зменшити ймовірність аварій.

Загалом сучасні транспортні засоби вдосконалюють наш спосіб водіння, роблячи його безпечнішим, ефективнішим і екологічнішим. Оскільки технології продовжують розвиватися, ми можемо очікувати ще більш захоплюючих подій у галузі автомобільних технологій

#### **Література:**

1. Коноваленко О.Д., Черниш А.А. Ідентифікація транспортних засобів: навчальний посібник. – Харків: Мадрид, 2020. – 259 с.

УДК 629.113

Чехович І. – ст. гр. МАМ-52

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИКОРИСТАННЯ ЕВРИСТИЧНИХ МЕТОДІВ РОЗРОБКИ ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АВТОТРАНСПОРТУ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Гевко І.Б.

Chekhovych I.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **THE USE OF HEURISTIC METHODS FOR THE DEVELOPMENT OF ENGINEERING SOLUTIONS AT AUTO TRANSPORT ENTERPRISES**

Supervisor: Dr., Prof., Iv.B. Nevko

Ключові слова: евристичні методи, автотранспорт

Keywords: heuristic methods, motor vehicle.

Евристичні методи — це підхід до дослідження, що заснований на принципах креативного мислення та розв'язання проблем, який дозволяє генерувати нові ідеї та вирішувати складні задачі. На підприємствах автотранспорту евристичні методи є ефективними інструментами для розробки інженерних рішень.

Існує значна кількість таких методів. Отож розглянемо основні їхні переваги. Використання евристичних методів знижує час, необхідний для проектування та розробки нових продуктів, що дозволяє підприємствам автотранспорту бути конкурентоспроможними на ринку. Завдяки таким методам підприємства знижують витрати на розробку нових продуктів та підвищують свою ефективність. Розвиток креативності та інноваційного мислення у фахівців є результатом використання евристичних методів, тому працівники можуть швидко розробляти і покращувати інженерні рішення. Крім того, евристичні методи враховують велику кількість факторів, що впливають на ефективність виробництва на підприємствах автотранспорту, покращують якість продукції і знижують витрати, швидко реагують на зміни у ринкових умовах та потребах споживачів.

Отже, ці методи є важливим інструментом для розробки інноваційних технологій і продуктів, що забезпечує стабільне функціонування та успішний розвиток підприємств автотранспорту.

### **Література:**

1. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 544 с.

2. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП: Навчальний посібник [І.Б. Гевко, О.Л. Ляшук, І.В. Луциків, У.М. Плекан, В.М. Клендій]. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2021. - 264 с.



Секція:

**Управління та адміністрування**

УДК 658.64

Бачуріна А., Мартинчук М. – ст. гр. БР-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СУЧАСНІ ТRENДИ В ЗАКЛАДАХ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Стойко І.І.

Bachurina A., Martynchuk M.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **CURRENT TRENDS IN RESTAURANT ESTABLISHMENTS FARMING**

Supervisor: Stoyko I., Ph.D., Assoc. Prof.

Ключові слова: ресторан, сучасні тренди, технології.

Keywords: restaurant, modern trends, technologies.

У 2022-2023 роках ресторанна індустрія робить сміливі кроки. Найпопулярніші ресторани тенденції свідчать про те, що власники знаходять інноваційні способи покращити враження гостей у закладі та за його межами, незалежно від того, чи вони ведуть ресторан швидкого харчування, ресторан із повним набором послуг, заснування або дослідження абсолютно нової концепції. Уподобання споживачів у харчуванні та економічні умови вказують на головні ресторани тенденції та стратегії, які залишаються незмінними. Незалежно від того, чи йдеться про впровадження стратегії безконтактної оплати, експериментування з онлайн-замовленням чи використання автоматизації для боротьби з нестачею робочої сили, ресторани знаходять творчі способи побудови значущих стосунків зі своїм персоналом і клієнтами.

У процесі обслуговування туристів ресторанне господарство відіграє особливо важливу роль і набуває специфічних рис, що дозволяє вважати ресторанне господарство в курортно-туристичних центрах складовою індустрією туризму. Підприємства ресторанного господарства обслуговують досить різноманітний контингент відвідувачів-туристів як вітчизняних, так і іноземних, як організованих, так й індивідуальних. Для кожної категорії споживачів потрібні особливі методи, прийоми обслуговування.

У цій поточній ринковій структурі, яка з кожним днем стає все більш конкурентною, ресторани докладають усіх зусиль, щоб тримати свої двері відкритими. Від пропозиції нових і креативних презентацій і тенденцій до корисних продуктів та інноваційних технологій, адаптація ресторанних тенденцій до ресторанної моделі вимагає стратегічного розуміння, яке виходить за межі технічної діяльності. Через те, що не всі тенденції сфери послуг можна адаптувати до ресторанних послуг, найкращим підходом є визначення тенденцій ресторанного бізнесу, орієнтованих на клієнта, які можна легко скорегувати відповідно до типу бізнесу, кількості працівників, місця розташування та активів. У цьому підході поточні та майбутні тенденції в ресторанній індустрії можна обговорювати за факторами:

надзвичайні ситуації;

технології;

сталій розвиток.

### 1. Надзвичайні ситуації.

Ресторани постраждали від пандемії COVID-19 на початку 2020 року, що спричинило серйозну кризу в підприємствах сфери послуг. Через пов'язані з пандемією правила, введені урядом, бізнес-операції ресторанів були призупинені. Крім того, ресторани не змогли відновитися до рівня до пандемії, оскільки люди воліли триматися подалі від інших навіть після повторного відкриття. Обмежена кількість місць у ресторанах через правила соціального дистанціювання, запроваджені урядом, та інші запобіжні заходи, які змушують ресторани надавати лише послуги на винос, не розсаджуючи клієнтів, створюють серйозну загрозу з точки зору прогнозів щодо майбутнього ресторанів. У 2022 році доповнила цю кризову ситуацію війна.

Переважає більшість експертів прогнозували, що більше половини ресторанів не переживуть нинішнього курсу. З цієї причини підтримка споживчого попиту під час криз має вирішальне значення. Загальновідомо, що жодне планування у світі не може контролювати майбутнє. Проте здатність ресторанів адаптуватися до нових норм, які нав'язують нові правила, також може бути корисною для ресторанів з точки зору отримання конкурентних переваг.

Ресторанна індустрія почала отримувати більше переваг від цифровізації, особливо після пандемії. Великі маркетингові компанії, що працюють у сфері послуг, визнали цінність варіантів доставки замовлень на винос для ресторанів, що спонукало багатьох із них пропонувати ресторанам сторонні послуги доставки, оскільки вони більше не можуть самостійно керувати службами доставки.

### 2. Технології.

Ресторанному бізнесу потрібні хороші страви та хороші послуги, щоб підтримувати своє існування та бути успішним у відповідному сегменті ринку. У ресторанній індустрії технології можуть стимулювати зростання і бути головною причиною успіху. Оскільки ресторанна індустрія продовжує впроваджувати інновації на основі технологій і адаптувати свої дані від споживачів до смаків і вподобань споживачів, які постійно змінюються, ці рушійні сили стануть каталізатором для розширення в майбутньому. Сучасність пропонує широку структуру розумних технологій і створення цінностей, інтегрованих в усі страви.

У цій першій чверті 21 століття розробляються нові моделі машинного навчання, щоб задовольняти зростаючий попит на продукти харчування та напої та легко вирішувати складні проблеми в галузі. Використання штучного інтелекту у виробництві харчових продуктів і напоїв призводить галузь до новий рівень. На цьому рівні такі переваги, як менше людських помилок, менше відходів, максимальна користь від продукту, швидке обслуговування, безпечний і прозорий харчовий ланцюг, задоволеність клієнтів і індивідуальні замовлення забезпечено.

### 3. Сталий розвиток

Сталий розвиток є константою та необхідністю повсякденного життя ресторанної індустрії. Ресторанна індустрія має високе споживання енергії, води, миючих засобів і витратних матеріалів, а також величезні харчові відходи. Пандемія COVID-19 актуалізувала багато гострих проблем сталого розвитку.

Ресторанна індустрія, та і вся індустрія туризму, були одними з галузей економіки, які найбільше постраждали від пандемії COVID-19. Статистика показала, що 2020 рік був найважчим роком в історії світової індустрії туризму, коли троє з чотирьох відвідувачів не були зацікавлені в подорожі з туристичною метою. Другий рік пандемії, 2021 рік, ознаменувався широкими спробами повернутися до нормального життя. Використання сертифікатів, що підтверджують статус вакцинації осіб, а також зменшення обмежень на подорожі для певних місць відпочинку дозволили людям знову подорожувати, і багато компаній із туристичної індустрії знову відкрили свої підрозділи на повну потужність.

УДК 06.35.23.03

Костецький В. - ст. гр. БМа -12

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ 3PL НАПРЯМКУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ БІЗНЕС ПРОЦЕСІВ В ЛОГІСТИЧНОМУ БІЗНЕСІ**

Науковий керівник: к.е.н., доцент Дудкін П.Д.

Kostetskyi V

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **3PL ANALYSIS FOR OPTIMIZING BUSINESS PROCESSES IN THE LOGISTICS BUSINESS**

Supervisor: Ph.D., Assoc.Prof. Dudkin P

Ключові слова: 3pl, логістика

Keywords: 3pl, logistics

Логістичний ринок і ринок вантажних перевезень в Україні переживає дуже важкі часи. Воєнний стан, окупація частини країни, різке збільшення вартості паливно-мастильних матеріалів, закриття портів змушує учасників ринку шукати нових рішень задля збереження бізнесу, розвитку і розширення. Основна суть зводиться до того щоб зменшити витрати, пришвидшити терміни доставки і зменшити ризик втрати товарів і основних засобів в умовах воєнного стану. Дана ситуація змушує учасників логістичного процесу до пошуку нових оптимальних ланцюгів поставок для перевезення на довгі чи короткі відстані.

Одним з методів оптимізації логістичних бізнес процесів є співпраця з компаніями що надають 3PL аутсорсингові послуги. Даний вид послуг на нашій країні тільки починає розвиватись, але в розвинутих країнах даний вид послуг дуже популярний серед виробників, дистриб'юторів та інших учасників, які пов'язані з логістикою.

3PL (Third Party Logistics) – це логістична компанія, що надає широкий асортимент послуг. Робота пов'язана із перевезеннями, оформленням на митниці, супроводом товару. Назва розшифровується як логістика третьої сторони. Це можна назвати синонімом аутсорсингу. Представники компанії можуть передавати всі або частину функцій третім особам.

Здебільшого представники займаються транспортуванням. 3pl оператори мають суттєву відмінність від звичайних логістичних операторів. Вони відповідають за всю роботу, пов'язану з переміщенням товару.

3pl оператори займаються доставкою та перевезенням товару у великій кількості, мають відповідне обладнання, приміщення, можливість зберігання та консолідації товарів, сортуванні і упакування товарів, відповідають за товар у процесі перевезення.

Окрім основних послуг, 3pl компанія може надавати такі послуги:

- страхування товару;
- контроль та відстеження відправлення;
- представництво на митниці;
- супровід вантажу;
- експедирування;
- оформлення платежів;

- повернення товару;
- консультування операторів.

Крупніші 3pl провайдери спеціалізуються на міжнародних перевезеннях. Відповідають за отримання, відправлення та зберігання вантажу на технічних приміщеннях. Забезпечують супровід та оформлення на кордон.

3pl оператори України переважно займаються різними видами перевезень. Наприклад, забезпечують доставку на Amazon, Ebay, чи інші міжнародні торгові площадки, а також доставкою товарів з за кордону. Послугами займаються провайдери, які надають можливість замовнику повністю контролювати процес доставки. Задля економії бюджету клієнта часто використовують комбінування різних видів транспорту – авіацію, морські судна, залізницю і наземний транспорт.

У штаті 3pl компанії працюють вузькопрофільні спеціалісти: брокери, бухгалтери, юристи, логісти, технічні спеціалісти, експедитори. Це дає замовнику гарантію співробітництва, а також це дає можливість замовнику одночасно користуватися комплексним набором послуг, при цьому економлячи витрати на власному персоналі. Представники 3pl компанії також можуть працювати з митницею та податковою інспекцією.

Основні переваги 3pl компанії:

- клієнту не потрібно брати участь у процесі транспортування товару;
- гарантія якісного сервісу;
- скорочення часу доставки;
- контроль та дистанційне відстеження товару;
- відсутність потреби займатися логістикою для різних видів доставки;
- оптимізація витрат на персонал.

Електронна комерція в світі сприяє швидкому розвитку 3pl операторів. В Україні даний бізнес активно формується і ще немає жорсткої конкуренції в даній сфері. Це зумовлено тим, що існує брак потужностей, зокрема складських, а також існує відносна дешевизна ресурсів, які використовувались до воєнного стану.

3pl ринок України з кожним роком зростає, і кількість компаній - відповідно, найбільш надійними і такими, що гарантують за якість послуг, що надаються, є наступні: Business Group Logistic, Berger Cargo, STV Group, Parkline Group, Sun Park, Raben Ukraine, FM Logistics, Meest Express, Denka Logistics, DB Schenker, CAT Cargo Logistics Ukraine, Logistic Plus, Zammler, Diad Logistic, Uni Laman groupe.

3pl логістика дозволяє значно оптимізувати всі робочі процеси, ланцюжок яких будується чітко та безперебійно.

Цей підхід до бізнес-процесів сприяє зниженню витрат і забезпечує значне поліпшення якості сервісу. Тому що не потрібно утримувати власний автопарк та висококваліфікований персонал на його обслуговування.

Отже, розвиток 3pl напрямку в Україні є важливим на даний час для покращення конкурентоспроможності, зниження витрат бізнесів, які пов'язані з логістикою. Також розвиток 3pl буде сприяти подальшому збільшенню конкуренції в логістичному середовищі.

УДК 502/504

Мазуркевич В. – ст. гр. Е-19-1

*Поліський національний університет*

## **ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ РАДОМИШЛЬСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ**

Науковий керівник: к.с-г.н., доцент Герасимчук Л.О.

Mazurkevich V.

*Polissia National University*

## **ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE RADOMYSHLA TERRITORIAL COMMUNITY**

Supervisor: Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Herasymchuk L.O.

Ключові слова: громада, відходи, екологічні проблеми.

Keywords: community, waste, environmental problems.

Радомишльська територіальна громада розташований на півночі України та має велике значення як екологічна зона країни. Оцінка екологічних проблем громади є важливою, оскільки вона дозволяє визначити проблеми, з якими стикається громада, та розробити плани щодо їх вирішення. Однією з найбільших екологічних проблем громади є забруднення повітря. У громаді розташовано кілька великих підприємств, які викидають в атмосферу велику кількість шкідливих речовин. Крім того, у громаді відбуваються постійні вибухи торфових пожеж, що також впливають на якість повітря.

Ще однією екологічною проблемою громади є забруднення водних ресурсів. У громаді розташовано кілька промислових підприємств, які викидають в річки та озера велику кількість отрутохімкатів та інших шкідливих речовин. Це призводить до забруднення води та погіршення якості життя тварин та людей. Також у громаді відбувається несправедлива використання природних ресурсів, таких як ліси та річки. Багато землевласників вирізують ліси для використання землі під сільське господарство, що призводить до зменшення кількості кисню та збільшення кількості вуглекислого газу в атмосфері. Крім того, багато річок забруднені через недостатнє контролювання сільськогосподарської діяльності.

Нарешті, громада також стикається з проблемою відходів. Багато продуктів, що використовуються в побуті та на промислових підприємствах, не видаляються належним чином. Це призводить до забруднення довкілля та негативно впливає на здоров'я людей та тварин. Для вирішення цих проблем необхідно прийняти ряд заходів. По-перше, необхідно зменшити кількість викидів шкідливих речовин у повітря. Це можна зробити шляхом покращення технологій та збільшення контролю за підприємствами, які викидають в атмосферу велику кількість шкідливих речовин.

Друге, необхідно зменшити кількість отрутохімкатів та інших шкідливих речовин, які потрапляють до водних ресурсів. Для цього необхідно змінити технології на промислових підприємствах та збільшити контроль за викидами в водні ресурси.

Третє, необхідно контролювати використання природних ресурсів, таких як ліси та річки. Для цього можна встановити жорсткіше правила використання землі та лісів, а також змінити технології сільського господарства та інших галузей економіки.

Нарешті, необхідно розробити систему утилізації відходів та впровадити її на практиці. Для цього можна встановити спеціальні майданчики для збору відходів та

створити ефективну систему їх переробки та утилізації. Узагалі, оцінка екологічних проблем Радомишльської громади показує, що є багато проблем, з якими стикається громада. Проте, розв'язання цих проблем можливо за допомогою розумної політики з боку місцевих влад та активної участі громадян у процесі вирішення цих проблем. Необхідно зробити кроки для зменшення використання шкідливих речовин та отрутохімікатів, збільшення контролю за їх викидами та забезпечення ефективної системи утилізації відходів. Крім того, потрібно звернути увагу на зменшення кількості викидів у повітря та водні ресурси, зміну технологій на промислових підприємствах та забезпечення контролю за використанням природних ресурсів. Головною метою має бути збереження довкілля для майбутніх поколінь та забезпечення здоров'я людей та тварин. При цьому необхідно розвивати екологічну свідомість серед місцевого населення та створювати умови для активної участі громадян у вирішенні екологічних проблем.

Отже, з розвитком економіки та зростанням кількості населення екологічні проблеми Радомишльської громади стають все більш актуальними. Проте, за допомогою виконання заходів, описаних вище, можливо зменшити негативний вплив на довкілля та забезпечити сталий розвиток громади.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища" від 10.06.1991 № 1264-ХІІ.
2. Моніторинг екологічного стану населених пунктів України [Електронний ресурс] / Міністерство екології та природних ресурсів України. – Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/docs/publ/002126.html>. (Дата звернення: 11.04.2023).
3. Стратегія зеленого розвитку України: 2016-2020 [Електронний ресурс] / Міністерство екології та природних ресурсів України. – Режим доступу: <https://menr.gov.ua/strategy-green-development>. (Дата звернення: 11.04.2023).
4. Бойко, І. В. Екологічні проблеми територіальних громад: досвід України та світу / І. В. Бойко // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія: Галузеве машинобудування, екологія та ресурсозбереження. – 2017. – № 875. – С. 7-16.
5. Сівець, М. Г. Аналіз екологічних проблем територіальної громади та шляхи їх вирішення / М. Г. Сівець, М. В. Шаповал // Наукові праці Донбаської державної машинобудівної академії. – 2018. – Вип. 47. – С. 39-45.
6. Орлова, Г. В. Сучасні тенденції екологічної політики України в контексті євроінтеграційних процесів / Г. В. Орлова // Наукові записки Національного університету "Острозька академія". Серія: історичні та правознавчі науки. – 2016. – Т. 1, вип. 24. – С. 133-136.
7. Черненко, А. В. Екологічні проблеми в Україні та шляхи їх вирішення / А. В. Черненко // Гуманітарний вісник ДВНЗ "Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди". Серія: Філософія. – 2018. – Вип. 47. – С. 88-91.
8. Губернський, Є. І. Екологічні проблеми сучасного світу та шляхи їх вирішення / Є. І. Губернський // Науковий вісник Чернівецького університету. Серія: Політичні науки та міжнародні відносини. – 2019. – Т. 13, вип. 1. – С. 62-67.
9. Процько, І. О. Оцінка екологічного стану території Радомишльської громади / І. О. Процько // Науковий вісник Полісся. – 2019. – Вип. 3 (15). – С. 123-131.

УДК 007

Поливода А. – ст. гр. БМ-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СТИЛІ МЕРЕЖЕВОГО СПІЛКУВАННЯ**

Науковий керівник: кандидат економічних наук, доцент  
доцент кафедри менеджменту та адміністрування Гарматюк О.О.

Polyvoda A.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **NETWORKING STYLES**

Supervisor: PhD (Economics), Docent  
Associate Professor of Management and Administration Garmatiuk O.O.

Ключові слова: спілкування, комунікація, співрозмовник, електронні засоби, віртуальний простір, користувач, Інтернет.

Keywords: communication, interlocutor, electronic means, virtual space, user, Internet.

З розвитком комп'ютерних технологій наприкінці ХХ століття з'явився ще один вид спілкування - мережеве. Це комунікація зі співрозмовником у віртуальному світі за допомогою електронних засобів.

Завдяки комп'ютеру людина має можливість навчатись, спілкуватись, працювати, з будь-якого куточка світу. Проникнення інформаційних технологій у повсякденне життя людства прогресує у глобальних масштабах. Інтернет значною мірою створив нове комунікативне середовище, де існують певні правила та норми. Через пандемію та війну в країні нетикет набирає все більших обертів. Багато компаній перейшли на дистанційну форму праці, відповідно менеджери здійснюють управління онлайн. Спілкування за допомогою електронних ресурсів вимагає відповідних знань та навичок. Серед таких:

- дотримуватися правила ввічливості та межі пристойності;
- дотримуватися правил граматики;
- краще не використовувати сленги та скорочення, наприклад «дяк», «спс»;
- відповідати вчасно або попередити про затримку відповіді і причину;
- писати цілісний текст, не розділяти текст на фрази та речення, надсилаючи велику кількість повідомлень;
- можна використовувати смайлики для доповнення тексту, але не слід захоплюватися [1].

З розвитком мережевого спілкування виникли різні стилі онлайн-комунікації: доміантний, суперечливий, вражаючий, драматичний, уважний, дружній, відкритий, натхненний, заспокійливий [2].

Доміантний співрозмовник (лат. *dominans* - панівний, переважаючий). Коли такі співрозмовники відчувають потребу в спілкуванні, вони не замислюються над тим, чи це доречно, чи їх не переб'ють, чи зрозуміють. Навіть якщо контакт викликаний питанням або проханням, вони не відчувають себе зобов'язаними відповідати. У них є приховане переконання, що "це моє право відповідати чи не відповідати". Як спілкуватися з доміантним співрозмовником? Потрібно зберігати спокій і адекватність, але не зупиняти і не висміювати "силові прийоми", які він використовує, і давати йому можливість продемонструвати своє домінування. Якщо ви це зробите, ваш

опонент поступово послабить тиск. Якщо ж ви будете агресивно брати його в облогу, розмова може перетворитися на бійку.

Суперечливий стиль - це нестійка тактика спілкування, яка містить елементи різних стилів. Вона залежить від стану співрозмовника, а не від мети чи змісту спілкування. Під час взаємодії люди використовують різні методи впливу на інших. Найпоширенішими з них є "зараження", "навіювання", "переконання" та "наслідування"[3].

Люди, яким характерний вражаючий стиль спілкування, зосереджені на тому, щоб справити враження на своїх партнерів під час переговорів. Говорячи про себе, вони хваляться і скаржаться, завжди намагаючись бути в центрі уваги.

Драматичний стиль характеризується акцентом на адаптацію до емоцій і потреб співрозмовника та гармонізацію міжособистісних стосунків, надаючи повідомленню перебільшеного емоційного забарвлення. Особистості стараються приховати свої справжні переживання шляхом перебільшення значущості ситуації.

Уважний стиль комунікації має такі ознаки: висловлювання у спокійному тоні та тактовній формі; великий прояв уваги до проблем та почуттів об'єкта спілкування; вміння вислухати, поспівчувати та порадити; натомість про себе говорить мало.

Учасники комунікації дружнього стилю хочуть, щоб їх визнавали і вважали цінним партнером у своєму оточенні. Вони схильні концентруватися на емоціях, а не на фактах. Часто починають розмову зі соціальної бесіди, яка не має жодного стосунку до теми запланованої розмови. Вони довірливі, оптимістичні й спрямовані на результат, вигідний обом сторонам. Щоб побудувати стосунки з "доброзичливим" партнером, необхідно виявляти до нього щирю повагу та інтерес. Будьте чесними і не нехуйте особистими почуттями.

Користувач, який є прихильним відкритого типу спілкування, старається чесно та неприховано викладати свої думки, почуття, бажання. Вони не багатослівні, стримані у своїх висловлюваннях, дещо авторитетні, але поважають співрозмовника, та прагнуть щирої бесіди.

Користувачі натхненного стилю стараються збагатити текст мультимедійним доповненням, використовуючи стікери, емоджі та ін.

Зазвичай люди, яким притаманний заспокійливий стиль або ще його називають «психолог», проявляють під час спілкування розуміння та спокій, завжди вислухають та допоможуть.

Отже, завдяки Інтернету з'являються нові перспективи. Люди можуть спілкуватись один з одним навіть на великій відстані один від одного, спілкування стає більш комфортним, з'являється можливість більш творчо підходити до процесу комунікації. Однак, слід зважати на бар'єри у віртуальному спілкуванні, які можуть заважати ефективному обміну інформації.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 11 золотих правил нетикету [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://taslife.com.ua/blog/11-netiquette-rules>.

2. Андрос М. Є. Питання нетикету в сучасних освітніх умовах [Електронний ресурс] / Мирослав Євгенійович Андрос – Режим доступу до ресурсу: [https://lib.iitta.gov.ua/734408/1/Andros\\_Netiquette.pdf](https://lib.iitta.gov.ua/734408/1/Andros_Netiquette.pdf).

3. Суперечливий стиль [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://studfile.net/preview/7796505/page:3/>.



УДК 338.26

Шведа Т. - ст. гр. БМ-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СУТНІСТЬ ОПЕРАЦІЙНОЇ СТРАТЕГІЇ ПІДПРИЄМСТВА**

Науковий керівник: к.е.н, доцент Галушчак О. Я.

Shveda T.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical Universtiy*

## **THE ESSENCE OF THE ENTERPRISE'S OPERATIONAL STRATEGY**

Supervisor: Halyschak O.

Ключові слова: операційна стратегія, підприємство

Keywords: operational strategy, enterprise

Зміни в сучасному суспільстві, направлені на модернізацію й інноваційний розвиток, викликають велику кількість проблем в операційній діяльності підприємств. Умовою, що визначає процвітання економіки, є висока ефективність виробничих процесів. Вона передбачає раціональне використання ресурсів, покращення операційних процесів, стратегічне планування операційної діяльності. Саме тому важливу роль при підвищенні ефективності діяльності підприємства мають відігравати процеси розроблення і втілення операційної стратегії.

Основним призначенням підприємства є завдяки переробці ресурсів виготовляти продукцію чи надавати послуги з метою задоволення потреб споживачів. Розуміючи основне призначення, власники і керівники підприємства мають формулювати його стратегію. Загалом стратегія – це всебічний план досягнення цілей. Іншими словами стратегія визначає здатність комерційного підприємства конкурувати на певному ринку. Якщо говоримо про некомерційну організацію, то стратегія визначає її здатність досягати поставленої мети і виконувати місію.

Операційна стратегія є однією із функціональних стратегій, які розробляють для всіх функціональних сфер підприємства. Вона формується поряд із маркетинговою, кадровою чи фінансовою стратегіями. Функціональні стратегії виступають основою для загальної стратегії (корпоративної або ділової). Операційна стратегія стосується виробничої сфери функціонування підприємства та визначає способи використання його виробничих потужностей. Фактично операційна стратегія передбачає рішення підприємства про те, як, коли і де виробляти чи надавати послуги. Операційна стратегія охоплює всі аспекти діяльності підприємства і формує довгостроковий процес, який дає можливість швидко і адекватно реагувати на різні зміни внутрішнього і зовнішнього середовища.

Таким чином, операційна стратегія є частиною стратегічного набору підприємства і зазвичай подається у вигляді програми конкретних заходів і дій, що визначають процеси виготовлення і реалізації продукції (послуг). Дана стратегія направлена на розвиток виробничих потужностей підприємства для формування конкурентних переваг на ринку.

Операційна стратегія часто подається у вигляді рішення (сукупності рішень), пов'язаних із розробленням виробничого процесу, а також інфраструктури, потрібної для його успішної реалізації. Розроблення виробничого процесу полягає у виборі потрібної технології для виготовлення продукції (надання послуги), складання плану-графіку процесу, способу розміщення процесу, а також управління запасами товаро-

матеріальних цінностей. Рішення, пов'язані з інфраструктурою виробничого процесу, стосуються розробки систем планування і управління, способів і методів забезпечення якості і контролю якості процесу і продукції, структури оплати праці і організації виробничої функції підприємства.

Операційна стратегія не буває постійною для підприємства на усіх етапах його життєвого циклу. Вона навпаки має тенденцію до зміни, особливо коли відбуваються зміни в зовнішньому середовищі, зокрема зміна смаків, вподобань і потреб споживачів продукції. Саме тому процес розробки операційної стратегії має враховувати і майбутні зміни потреб споживачів.

Операційна стратегія для підприємства буде успішною, якщо його керівники будуть враховувати такі нюанси:

- визначатимуть можливі варіанти пріоритетів;
- розумітимуть наслідки вибору кожного варіанту із пріоритетів;
- усвідомлюватимуть на які компроміси потрібно зважитись, щоб реалізувати певний варіант із визначених пріоритетів.

Щоб сформувавши ефективну операційну стратегію, керівники підприємства мають врахувати два важливих фактори:

- 1) особливості підприємства;
- 2) ситуацію на ринку.

Особливості підприємства (їх ще називають операційні пріоритети) включають специфічні можливості чи характеристики підприємства, які формують його конкурентоспроможність. В основі цих особливостей можуть бути якість і надійність продукції, витрати виробництва і збуту продукції, термін виконання замовлення, здатність підприємства реагувати на зміни (ситуації на ринку, нові законодавчі і нормативні акти тощо), надійність постачальників і постачання, швидкість освоєння випуску нових товарів та інші критерії. Для успіху на ринку керівники підприємства при розробці операційної стратегії мають враховувати не лише особливості товарів чи конкурентів, а й особливості клієнтів та їх потреб.

Ситуація на ринку може дуже суттєво вплинути на суть операційної стратегії підприємства, а також на процес її впровадження. Саме тому фахівці рекомендують ретельно вивчати ситуацію на ринку не тільки під час розробки операційної стратегії, а й під час її реалізації. Такі знання дають змогу коригувати стратегію, враховуючи зміни ситуації. Вивчення ситуації передбачає вивчення подій та тенденцій, які сприятимуть чи навпаки не сприятимуть діяльності підприємства. Зазвичай вивчають такі аспекти ситуації, як запитати споживачів та їх зміну, дії конкурентів, потенціал для появи нових ринків, зміни в технологіях, різні проблеми макрооточення (економічні, політичні, юридичні, демографічні, екологічні проблеми тощо).

Таким чином, операційна стратегія передбачає вирішення вузькоспеціалізованих проблем і питань підприємства, пов'язаних із успішним виготовленням й реалізацією продукції (послуг) на ринку.

Секція:

**Хімічна та біоінженерія**

УДК 637.12.3

Береговий Р. – ст. гр. МЛмд-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

**БУДОВА І ВЛАСТИВОСТІ БІЛКІВ СИРОВАТКИ МОЛОКА**

Науковий керівник: д.б.н., проф. Юкало В. Г.

Berehovy R.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

**STRUCTURE AND PROPERTIES OF WHEY PROTEINS**

Supervisor: Yukalo V.

Ключові слова: молоко, білки сироватки

Keywords: milk, whey proteins

Молоко є джерелом поживних речовин, важливих для життєдіяльності організму. До його складу входять понад сто компонентів, основні з яких: вода, білки (казеїн, білки сироватки), лактоза, мінеральні речовини, гормони, вітаміни, ферменти та інші. Спрямований біоенергетичний вплив на молоко як на складну полідисперсну систему призводить до її поділу на білково-жировий концентрат (сир, казеїн) і фільтрат (молочну сироватку). Молочна сироватка має харчову, біологічну цінності, особливий хімічний склад, фізико-хімічні властивості, оптичні, теплофізичні властивості та електрофізичні характеристики.

Вміст загального білка в молоці становить ~3,5 %. За таким критерієм, як розчинність, білки молока поділяються на дві великі групи: білки сирого знежиреного молока (казеїни), які за рН ~4,6 і температури 20 °С випадають в осад, їх приблизно - 80 %, і білки, що залишаються за цих умов у розчиненому стані ~20 %, їх називають білками сироватки. Після осадження казеїну з молока кислотою у сироватці залишається близько 0,6% білків сироватки.

Білки молочної сироватки і поліпептиди мають протівірусні, антиоксидантні, ранозагоювальні, імуномодулюючі та бактеріостатичні властивості. Ці білки є біологічно активні, їх у коров'ячому молоці - близько 20 % від загального вмісту білка. Вони також мають велику харчову та біологічну цінність і виступають як перспективна сировина в процесі виробництва продуктів лікувального та профілактичного призначення. Варто зазначити, що у жіночому молоці їх міститься близько 80% від загального вмісту білка, тому за білковим складом сироватка молока більше подібна до жіночого. Біологічна цінність цих білків перевищує навіть цінність білка курячого яйця, тому що для покриття добової потреби людини в незамінних амінокислотах потрібно 28,4 г загального білка коров'ячого молока, 17,4 г яєчного і 14,5 г білка сироватки в нативному стані.

Білки сироватки молока мають здатність емульгувати жири, зв'язувати і утримувати воду, що дає змогу покращувати структурні та органолептичні властивості харчових продуктів. Та попри це, ці білки втрачають значні функціональні властивості в процесі переробки молочної сировини. Більшість білків сироватки – термолабільні, тобто вони починають денатурувати й утворювати осад вже за температури >70 °С.

УДК 512.2:546.267'774

Лаврентій О. – ст. гр. КТ-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

**ГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ  
КООРДИНАЦІЙНИХ ЦІАНІДІВ ВОЛЬФРАМУ (IV) ЗАГАЛЬНОГО  
СКЛАДУ  $Kat_3[WO_2(CN)_3H_2O]3H_2O$  ( $Kat=Li^+, Na^+, K^+, Cs^+$ )**

Науковий керівник: к.х.н., доцент Ковбашин В.І.

Lavrentiy O.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

**GRAPHICAL SIMULATION OF THE CRYSTAL STRUCTURE OF  
TUNGSTEN (IV) COORDINATION CYANIDES OF THE GENERAL  
COMPOSITION  $Kat_3[WO_2(CN)_3H_2O]3H_2O$  ( $Kat=Li^+, Na^+, K^+, Cs^+$ )**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Prof. Kovbashyn V.I.

Ключові слова: координаційні ціаніди вольфраму (IV), кристалічна структура

Keywords: coordination cyanides of tungsten (IV), crystal structure

В [1] описана кристалічна структура акводіоксотриціановольфрамата (IV) рубідія  $Rb_3[WO_2(CN)_3H_2O]3H_2O$ . Однак, виділити монокристали інших представників цієї сполуки, а саме  $Kat_3[WO_2(CN)_3H_2O]3H_2O$  ( $Kat=Li^+, Na^+, K^+, Cs^+$ ), з метою вивчення їх кристалічної структури, не вдалося. Тому цікавим було промоделювати засобами машинної графіки їх теоретично можливу будову.

За вихідну модель служила відома октаедрична структура ціанокомплексу  $Rb_3[WO_2(CN)_3H_2O]3H_2O$ . Засобами машинної графіки з використанням графічного пакету SolidWorks нами створювались каркасні моделі можливих структур акводіоксотриціановольфраматів (IV) в залежності від виду зовнішньосферного катіону. Каркасні моделі створювались з врахуванням можливих віддалей зв'язків та валентних кутів, характерних для діоксоціанідних комплексів. Об'ємні (твердотільні) моделі будувались у вигляді багатогранників з використанням інструментів SolidWorks. Спочатку створювались двомірні профілі граней за допомогою інструментів Ескізу, а на їхній основі створювались просторові елементи багатогранників та формувалась твердотільні моделі. Твердотільні моделі дають можливість бажаної орієнтації багатогранників і оцінити величини зв'язків та валентних кутів візуально на довільній площині проєкцій.

Графічне моделювання координаційних ціанідів вольфраму (IV) загального складу  $Kat_3[WO_2(CN)_3H_2O]$  ( $Kat=Li^+, Na^+, Cs^+$ ) засобами графічного пакету SolidWorks показало, що можливий вплив зовнішньосферного катіону на деформацію октаедричної будови наведених вище ціанокомплексів зростає із збільшенням їх радіусу, тобто від  $Li^+$  до  $Cs^+$ .

Бібліографія:

1. Ковбашин В.І., Милик М.П. Синтез и исследование акводіоксотриціановольфрамата (IV) рубідія // Журнал неорганической химии. – 1992. -№8. – с. 1828 – 1829.

УДК 616-71

Лучанко Р. – ст. гр. РБм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **НОВИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ РЕЛАКСАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ БІОЛОГІЧНОГО ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ**

Науковий керівник: к.м.н., доц. Гевко О.В.

Luchanko R.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **A NEW APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED RELAXATION SYSTEM OF BIOLOGICAL FEEDBACK**

Supervisor: Cand.Sc., Assoc. Prof., Ol.V. Hevko

Ключові слова: електроенцефалографія, варіабельність серцевого ритму, автоматизована система

Keywords: electroencephalography, heart rate variability, automated system

Створення комп'ютеризованих систем із біологічним зворотним зв'язком для психологічної реабілітації є важливим напрямком, враховуючи воєнний стан. Для вирішення даної проблеми використовуються різноманітні підходи [1, 2, 3].

Дослідження останніх років показали, що альфа хвилі головного мозку пов'язані зі станом спокою та розслаблення. В той час у показників варіабельності серцевого ритму (надмірна симпатикотонія та зниження парасимпатичного відділу нервової системи) відмічається тісна кореляція зі стресом. Відповідно, за даними моніторингу альфа-ритміки у сукупності зі спектральним аналізом варіабельності серцевого ритму можна відслідкувати ступінь стресостійкості людини і піддати їх корекції благоприємними чинниками (позитивні емоції, музикотерапія тощо). Цей факт вказує на доцільність створення релаксаційної системи біологічного зворотного зв'язку, яка б відслідковувала динаміку альфа ритму у комплексі з показниками варіабельності серцевого ритму і водночас проводила б корекцію за допомогою музикотерапії.

### **Література:**

1. Вакуленко Д.В., Гевко О.В. Перспективні напрямки у створенні системи віртуальної реальності для корекції психофізіологічного стану пацієнта / Вакуленко Д.В., Гевко О.В., Вакуленко Л.О., Кіфер В.М. // "Перспективні технології та прилади". Збірник наукових праць. Випуск 19. м. Луцьк, грудень 2021р. – Луцьк: Луцький НТУ, 2021. – С.27-33.

2. Особливості впливу музикотерапії на нервову та серцево-судинну систему О.В. Гевко Матеріали X наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя, – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2017. – С. 256-257.

3. Гевко О. Вплив природних звуків на морфологічні показники артеріальної осцилограми/ Дмитро Вакуленко, Олена Гевко, Людмила Вакуленко // Матеріали IV міжнародної науково-технічної конференції „Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки, приладобудування і комп'ютерних технологій», 20-21 червня 2019. — Т.: ТНТУ, 2019. — С. 132-134.

## З М І С Т

Батюк В. <b>МЕТОДИ ПОКРАЩЕННЯ ВИМІРЮВАНЬ ЛАЗЕРНИХ ДАВАЧІВ В НАВКОЛИШНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ</b>	<b>3</b>
Великий А., Дубиняк Т. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ ВХІДНОГО КАСКАДУ ПРИСТРОЮ</b>	<b>5</b>
Гесюк В., Мандзій О. <b>ПОБУДОВА І ДОСЛІДЖЕННЯ S-МОДЕЛІ ВИПРЯМЛЯЮЧОГО МОСТА ІЗ ЄМНІСНИМ ЗГЛАДЖУВАЛЬНИМ ФІЛЬТРОМ</b>	<b>7</b>
Охнівський Р., Семенець В. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ СФЕРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ У ПОТОЦІ</b>	<b>9</b>
Охнівський Р., Семенець В. <b>РУХ КУЛЬ ПО ПАРАПЛЕЛЬНИХ НАПРЯМНИХ</b>	<b>11</b>
Охнівський Р. <b>СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ</b>	<b>13</b>
Попович М., Дубиняк Т. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ВІБРОСТІЙКОСТІ ПЛАТИ ВІД ЇЇ ГАБАРИТНИХ РОЗМІРІВ</b>	<b>14</b>
Пошивак М., Невожай В. <b>ОЦІНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБЛЕНОГО ПРИСТРОЮ НА ВИРОБНИЦТВІ РОЗРАХОВАНОМУ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ПРИЛАДІВ ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ КОНКРЕТНИХ НАВАНТАЖЕНЬ</b>	<b>16</b>
Прохоровський О., Дубиняк Т. <b>ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ПРИСТРОЮ ЗА ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НАДІЙНОСТІ ЙОГО ОКРЕМИХ ВУЗЛІВ</b>	<b>18</b>
Сас Д. <b>АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ МОДУЛЯ ФОТОФІКСАЦІЇ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ ОСОБИ У СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАННЯ ТНГУ</b>	<b>21</b>
Завінський П.; Бабій В. <b>РАЦІОНАЛЬНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО ЯК ЗАХІД БОРОТЬБИ З ВІТРОВОЮ ЕРОЗІЄЮ ҐРУНТІВ</b>	<b>23</b>
Козловський Є. <b>МОДЕЛЮВАННЯ РІЗЬБОВОГО З'ЄДНАННЯ, ЩО ПРАЦЮЄ НА ЗСУВ</b>	<b>25</b>
Нагорний О. <b>МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗОВНІШНЬОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПОЛОТНО ПРУТКОВОГО ТРАНСПОРТЕРА</b>	<b>27</b>

Шевченко С. <b>ОЦІНКА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ КОНСТРУКЦІЙ ПРУТКОВИХ ТРАНСПОРТЕРІВ</b>	<b>29</b>
Квасневський В <b>ОБГРУНТУВАННЯ ЧАСУ РОБОТИ ВОВЧКА ЗАЛЕЖНО ВІД ЙОГО КОМПЛЕКТАЦІЇ</b>	<b>31</b>
Бехов А. <b>ЗАСТОСУВАННЯ ЖОРСТКИХ ПІНОПОЛІУРЕТАНОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЯХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД</b>	<b>33</b>
Омелян М. <b>ДІЮЧІ НОРМАТИВНІ ВИМОГИ ПАРМЕТРІВ ГРАНИЧНИХ СТАНІВ ДО ПРЯМОКУТНИХ ЗВАРНИХ ФЕРМ</b>	<b>34</b>
Биків Д. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ СТАЛЕВИХ ПЕРФОРОВАНИХ БАЛОК З РІЗНИМИ ВИДАМИ ОТВОРІВ</b>	<b>35</b>
Василишин Т., Сорочинський Є. <b>ЗАСТОСУВАННЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ДИЗАЙНУ В ПРОЄКТУВАННІ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ</b>	<b>36</b>
Вітів М. <b>ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОФІСНИХ БУДІВЕЛЬ</b>	<b>38</b>
Гавдера С. <b>ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ ЗІ ЗБЕРЕЖЕННЯМ ТЕПЛА</b>	<b>39</b>
Гавришко С. <b>СУЧАСНІ БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ: ІННОВАЦІЇ, ТЕХНОЛОГІЇ ТА ТРЕНДИ</b>	<b>41</b>
Гришков Д. <b>МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗА ВИБУХУ</b>	<b>42</b>
Карпо Г. <b>ФОРМУВАННЯ БУДІВЕЛЬ СОЦІАЛЬНОГО ЖИТЛА</b>	<b>43</b>
Катрій Ю. <b>МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ЗБІРНО-МОНОЛІТНОЇ РАМИ</b>	<b>45</b>
Лопачький В. <b>ЗАСТОСУВАННЯ ВЕРМИКУЛІТУ В БУДІВНИЦТВІ</b>	<b>46</b>
Стельмах Р. <b>КАРБОНОВЕ ВОЛОКНО В БУДІВНИЦТВІ</b>	<b>47</b>
Тучак І. <b>ВПЛИВ ЯЄЧНОЇ ШКАРАЛУПИ НА ВЛАСТИВОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ</b>	<b>49</b>

Баб'як Д. <b>ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОТРИМАННЯ ТВЕРДИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ ВИХІДНИХ КОМПОНЕНТІВ НАНОРОЗМІШВ</b>	<b>50</b>
Фуйчак В., Нижник С. <b>ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ЕКОЛОГІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ БУДІВЕЛЬ</b>	<b>52</b>
Чевелюк А. <b>ОСОБЛИВОСТІ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕРЕВИНИ</b>	<b>54</b>
Череп'юк В., Цимбровський В. <b>ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ПРИ ВЛАШТУВАННІ ФУНДАМЕНТІВ</b>	<b>55</b>
Чубков М. <b>ОСОБЛИВОСТІ CLT-ПАНЕЛЕЙ</b>	<b>57</b>
Адамішин О. <b>ЗАСТОСУВАННЯ АВОКАДО В РЕЦЕПТУРІ БУЛОЧНИХ ВИРОБІВ</b>	<b>58</b>
Блаженко М., Бабій Т. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПЛУНЖЕРНОГО БЛОКУ ГОМОГЕНІЗАТОРА ДЛЯ МОЛОКА</b>	<b>59</b>
Груб'як Л. <b>БОРОШНЯНІ ВИРОБИ У СВІТОВІЙ ІСТОРІЇ</b>	<b>60</b>
Домитраш П. <b>ТРАДИЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ В ХЛІБОПЕКАРСЬКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ</b>	<b>62</b>
Кравченко Р. <b>ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ЖИТНЬОГО ХЛІБА</b>	<b>63</b>
Михайлюк С. <b>ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНИХ ВИДІВ БОРОШНА У ХЛІБОПЕКАРСЬКІЙ ГАЛУЗІ</b>	<b>64</b>
Стадницький М., Стасишин А. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ПОРИСТОСТІ КАЗЕЇНУ В ПРОЦЕСІ ЙОГО ВІДТИСКУ</b>	<b>66</b>
Чубик В. <b>ІННОВАЦІЇ У ВИГОТОВЛЕННІ ЖИТНЬО-ПШЕНИЧНИХ ВИРОБІВ</b>	<b>67</b>
Чижевська М. <b>ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННИХ НАПОВНЮВАЧІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ НАПОЇВ НА ОСНОВІ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ</b>	<b>68</b>
Солтис М. <b>ДРОНИ КАМІКАДЗЕ, ЇХ МОЖЛИВОСТІ ТА ФУНКЦІОНАЛ</b>	<b>69</b>
Білий О. <b>ЛОГІСТИЧНА ТЕРМІНОЛОГІЯ В СУЧАСНИХ УМОВАХ</b>	<b>71</b>



Кохман І., Синицька С. <b>ЧИ ДОСЯЖНОЮ Є МІСІЯ: ПІДВИЩЕННЯ АКАДЕМІЧНОЇ ЧЕСНОСТІ В УКРАЇНСЬКІЙ ОСВІТІ?</b>	<b>73</b>
Коцур О. <b>ПРАВОВИЙ СТАТУС ТА ПОВНОВАЖЕННЯ ПРЕЗИДЕНТА УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ</b>	<b>75</b>
Олійник К. <b>ТЕМА ВІЙНИ У ТВОРЧОСТІ СУЧАСНИХ ПИСЬМЕННИКІВ</b>	<b>77</b>
Стельмащук Ю. <b>УКРАЇНСЬКА МОВА ПІД ЧАС ВІЙНИ: КЛЮЧОВІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ</b>	<b>79</b>
Якуб'як О. <b>ЧИ ЗАМІНЯТЬ ЕЛЕКТРОННІ КНИГИ ПАПЕРОВІ</b>	<b>81</b>
Ковалишин Я. <b>БЕЗПЕКА ЛЮДИНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ</b>	<b>83</b>
Пристапа А. <b>СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ КОНФЛІКТУ ПОКОЛІНЬ</b>	<b>85</b>
Бартошевський Р. <b>ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ «АСТОР» ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ</b>	<b>87</b>
Білик М. <b>ВИМОГИ ЩОДО СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ</b>	<b>89</b>
Головко А. <b>ЖИВЛЕННЯ ПЕРИФЕРІЙНИХ ПОСТІВ ТЕЛЕМЕМЕТРІЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ</b>	<b>91</b>
Горват М. <b>ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ВОДНЕВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ</b>	<b>93</b>
Дільний І. <b>ОСНОВНІ ПЕРЕВАГИ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ SMART GRID</b>	<b>94</b>
Завацький Н. <b>ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАМІНИ ЛАМП РОЗЖАРЕННЯ НА СВІТЛОДІОДНІ ЛАМПИ</b>	<b>95</b>
Іващук Р. <b>ВИЗНАЧЕННЯ ОБЛАСТІ СТІЙКОСТІ В ПЛОЩИНІ ПАРАМЕТРІВ ТА ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЛІНІЙНИХ НЕПЕРЕРВНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ</b>	<b>96</b>
Новаківський А. <b>ТЕХНОЛОГІЇ ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ БЕЗПЕКУ НА ДОРОЗІ</b>	<b>97</b>

Оболонін О. <b>МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ПРИ НЕСИМЕТРІЇ НАПРУГИ МЕРЕЖІ</b>	<b>99</b>
Теравський П., Невідомський М. <b>ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ ІЗОЛЯТОРІВ НА ВИСОКОВОЛЬТНИХ ЛІНІЯХ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ</b>	<b>101</b>
Хариш П. <b>АНАЛІЗ ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ</b>	<b>103</b>
Якимчук С. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРИЧНОМУ КОЛІ З СВІТЛОДІОДОМ</b>	<b>105</b>
Хомишин М. <b>СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ SDR РАДІОЗВ'ЯЗКУ</b>	<b>106</b>
Анистюк Д., Маєвський Т. <b>ЛОКАТОРИ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИ ТЕСТУВАННІ ВЕБ-ІНТЕРФЕЙСІВ</b>	<b>108</b>
Анистюк Д., Маєвський Т. <b>ТЕСТУВАННЯ ГРАФІЧНИХ ІНТЕРФЕЙСІВ ВЕБ-ЗАСТОСУНКІВ</b>	<b>109</b>
Болож О. <b>ОГЛЯД SERVERLESS АРХІТЕКТУРИ ТА ЇЇ ПЕРЕВАГИ</b>	<b>110</b>
Букатка С., Тимощук В. <b>ХЕШ-АЛГОРИТМ ШИФРУВАННЯ ПАРОЛІВ КОРИСТУВАЧІВ ОС LINUX</b>	<b>112</b>
Буковська А. <b>МЕТОДОЛОГІЯ РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ СЕРЕДОВИЩА PLEXSYS ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ПРИЙНЯТТЯ КОРИСТУВАЧЕМ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ</b>	<b>114</b>
Величко Д. <b>АНАЛІЗ СИСТЕМ ВИЯВЛЕННЯ ЕКСТРЕНИХ СИТУАЦІЙ</b>	<b>116</b>
Вербіцький Р., Жураковський С. <b>ЯК ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ДОПОМАГАЄ МАРКЕТОЛОГАМ У РОБОТІ ІЗ ВІЗУАЛОМ</b>	<b>117</b>
Вербіцький І. <b>РОЗРОБКА SPA-ЗАСТОСУНКІВ НА MERN-СТЕК</b>	<b>118</b>
Вив'юрка А. <b>ОГЛЯД ШІ CHATSONIC</b>	<b>120</b>
Воробець І. <b>ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ ARIMA ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ ІЗ ВЛАСТИВІСТЮ ЦИКЛІЧНОСТІ</b>	<b>122</b>
Гайдук В. <b>НЕБЕЗПЕКА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА АЛГОРИТМІВ</b>	<b>124</b>

Галайчук В. <b>ВПРОВАДЖЕННЯ ЧАТ-БОТІВ ЗІ ШТУЧНИМ ІНТЕЛЕКТОМ У СУЧАСНОМУ СВІТІ</b>	<b>126</b>
Галюк М., Тененський М. <b>ВПЛИВ VRM ЗАСТОСУНКІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВА</b>	<b>128</b>
Гарматюк Н., Ставицька А., Гіжовський А. <b>РОЗВИТОК ІНТЕРНЕТ ТА WEB 3.0</b>	<b>130</b>
Гарматюк Н., Лісовий Н., Дуда В. <b>РОЛЬ ІННОВАЦІЙНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ФОРМУВАННІ «РОЗУМНИХ» МІСТ</b>	<b>131</b>
Гнатишин М <b>АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ ВЕБ-РОЗРОБКИ</b>	<b>132</b>
Гнатишин М. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ РИЗИКІВ БЕЗПЕКИ ТЕХНОЛОГІЙ ВЕБ-РОЗРОБКИ</b>	<b>134</b>
Грабас С. <b>ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ПРОБЛЕМИ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ</b>	<b>136</b>
Грибанов І. <b>СТВОРЕННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНОГО ЦЕНТРУ ЗА ДОПОМОГОЮ МІКРОКОНТРОЛЕРУ ORANGE PI PLUS 2E</b>	<b>139</b>
Jhelizniak D. <b>THE FUTURE OF WORK: HOW AUTOMATION AND AI ARE CHANGING THE WORKFORCE</b>	<b>141</b>
Іващенко Є. <b>ВИКОРИСТАННЯ НАВАНТАЖУВАЛЬНОГО ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ</b>	<b>143</b>
Каплун М. <b>РОЛЬ ІНТЕРНЕТ-КОМЕРЦІЇ В ЖИТТІ СУЧАСНОЇ ЛЮДИНИ</b>	<b>145</b>
Каплун М. <b>ПЕРЕВАГИ НАПИСАННЯ ВЛАСНОГО ЯДРА НА PHP8 НАД ВИКОРИСТАННЯМ ІСНУЮЧОГО РІШЕННЯ ДЛЯ РОЗРОБКИ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ</b>	<b>147</b>
Коваль М. <b>КОНСЕНСУСНІ АЛГОРИТМИ В БЛОКЧЕЙНІ. ОПИС POW ТА POS</b>	<b>149</b>
Ковальчук І. <b>ВАЖЛИВІСТЬ БІЗНЕС-МОДЕЛЮВАННЯ ПІД ЧАС РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ</b>	<b>151</b>

Ковальчук І. <b>ПРИНЦИПИ ПРОЕКТУВАННЯ ЗАХИЩЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ</b>	<b>152</b>
Козачук К., Вітушинський А., Ковальський А. <b>ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРОБКИ 3D-МОДЕЛЕЙ ЛАБОРАТОРНИХ ПРИЛАДІВ ДЛЯ ВІРТУАЛЬНОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА</b>	<b>154</b>
Крамар Т. <b>ФОТОГРАММЕТРІЯ ПАМ'ЯТНИКІВ ІВАНУ ПУЛЮЮ</b>	<b>156</b>
Крамар Т. <b>ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ МУЗЕЙНИХ ЕКСПОЗИЦІЙ</b>	<b>158</b>
Крисюк М. <b>ВИКОРИСТАННЯ РАДІОЧАСТОТНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЯ «РОЗУМНОГО МІСТА» У МАЛОМУ ТА СЕРЕДНЬОМУ БІЗНЕСІ</b>	<b>159</b>
Липак Т. <b>ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В РОБОТІ СУЧАСНИХ МУЗЕЇВ</b>	<b>160</b>
Озіранець В. <b>АНАЛІЗ МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ В BLENDER</b>	<b>161</b>
Осійчук І. <b>ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ НА SCALA</b>	<b>163</b>
Параїл О., Кожан О., Лесюк О. <b>ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ VR-ПРОСТОРУ ФІЗИЧНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ</b>	<b>165</b>
Романчук Р. <b>ОСОБЛИВОСТІ ТА ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ STM32</b>	<b>167</b>
Семак. А. <b>РОЛЬ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР У ФОРМУВАННІ КУЛЬТУРНОЇ ІДЕНТИЧНОСТІ ТА СОЦІАЛЬНІЙ ВЗАЄМОДІЇ</b>	<b>169</b>
Сербін В. <b>РОЛЬ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ У РЕГУЛЮВАННІ ГУМАНІТАРНИХ КРИЗ</b>	<b>171</b>
Серьогін В. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ ДОСВІДУ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ІНКЛЮЗИВНОЇ ОСВІТИ</b>	<b>173</b>
Скалецький П., Лісовий Н., Гіжовський А. <b>МОБІЛЬНІ ЗАСТОСУНКИ ТА РОЗВИТОК «РОЗУМНИХ» МІСТ</b>	<b>175</b>

Скалецький П., Ставицька А., Дуда В. <b>ІННОВАЦІЙНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ «РОЗУМНИХ» МІСТ</b>	<b>176</b>
Стебельський М., Букатка С. <b>ЗАГАЛЬНОСИСТЕМНІ КРИПТОГРАФІЧНІ ПОЛІТИКИ ОС LINUX. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ</b>	<b>177</b>
Стефанюк О. <b>АНАЛІЗ КОНЦЕПЦІЇ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ</b>	<b>179</b>
Тененський М., Галюк М. <b>АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ VRM ЗАСТОСУНКІВ</b>	<b>181</b>
Тимошук В., Стебельський М. <b>ШИФРУВАННЯ ДАНИХ В ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ</b>	<b>183</b>
Федорович І. <b>ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ РОЗРОБЛЕНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБРОБКИ ПРИРОДНОЇ МОВИ ДЛЯ ПОТОКІВ ТЕКСТОВИХ ДАНИХ</b>	<b>185</b>
Федорович І. <b>ПРОЦЕС ОНОВЛЕННЯ СЛОВНИКА УКРАЇНСЬКОЇ МОВИ ДЛЯ МОРФОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗАТОРА РУМОРPHY2</b>	<b>187</b>
Хараджян М. <b>ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СТВОРЕННІ ДИСТАНЦІЙНИХ ПІДРИВНИКІВ</b>	<b>189</b>
Хома С.-З. <b>СМАРТ-КОНТРАКТИ НА ОСНОВІ RUST ДЛЯ РОЗВИТКУ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ</b>	<b>191</b>
Хом'як А <b>КЛАСИФІКАЦІЯ ПІДХОДІВ ДО ІНТЕРФЕЙСІВ МОЗОК-КОМП'ЮТЕР</b>	<b>193</b>
Шаповалов В. <b>РОЗРОБКА WEB СЕРВЕРІВ В СЕРЕДОВИЩІ ОС LINUX</b>	<b>195</b>
Шишкіна В. <b>ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЧАТ-БОТІВ</b>	<b>197</b>
Юзьків О. <b>ЗАСТОСУВАННЯ ПАСИВНИХ ОПТИЧНИХ МЕРЕЖ (PON) В УМОВАХ ВІДКЛЮЧЕННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ</b>	<b>199</b>
Дерев'янка В. <b>ПОБУДОВА ЧИСЕЛЬНОГО РОЗВ'ЯЗКУ ПЕРШОЇ КРАЙОВОЇ ЗАДАЧІ ДЛЯ РІНЯННЯ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ</b>	<b>200</b>
Мимрик У <b>МЕТОДИКА НАБЛИЖЕНОГО РОЗВ'ЯЗАННЯ РІВНЯНЬ ПАРАБОЛІЧНОГО ТИПУ</b>	<b>202</b>
Островський О. <b>РОЗВ'ЯЗОК ЗАДАЧІ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ДЛЯ ПРЯМОКУТНОГО БРУСА</b>	<b>204</b>

<p>Oji Joshua Chukwuemeka  <b>WAYS OF INCREASING THE EFFICIENCY OF                  FOUNDRY PROCESSES IN SMALL-SCALE PRODUCTION</b></p>	206
<p>Атаманчук О., Дмитраш О.  <b>ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ                  РАДІУСА ТРАНСПОРТНОГО КАНАЛУ І СПОСОБУ                  БАЗУВАННЯ НА ВІДХИЛЕННЯ ВІД КРУГЛОСТІ                  ЗГОРТНИХ ВТУЛОК</b></p>	208
<p>Баран Р.  <b>СУЧАСНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ                  КАВІТАЦІЙНОГО ЗНОШУВАННЯ</b></p>	210
<p>Буковський І.  <b>МЕХАТРОНИЙ ЗАТИСКНИЙ ПРИСТРІЙ З ПРИВОДОМ                  ВІД ШПИНДЕЛЯ ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА З ЧПК</b></p>	211
<p>Хомин В., Гавліч Д.  <b>ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ЛІНІЙ                  ВИГОТОВЛЕННЯ СИРУ КИСЛОМОЛОЧНОГО</b></p>	213
<p>Бойко Д.  <b>ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА                  ПРУЖНУ ОПОРУ ПРИ ВСТАНОВЛЕННІ НА НЕЇ                  ВАНТАЖУ ВАНТАЖОПІДІМАЛЬНИМ МЕХАНІЗМОМ</b></p>	214
<p>Бойко В.  <b>МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ                  ДОСЛІДЖЕНЬ ОБРІЗНИКА ЗАЛИШКІВ ГИЧКИ                  КОРЕНЕПЛОДІВ</b></p>	215
<p>Братусь В.  <b>ПРОЕКТУВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ                  ВЕДЕНОГО ШКІВА ПРИВОДУ ГОЛОВНОГО РУХУ</b></p>	217
<p>Вовкотруб А.  <b>ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФЕКТІВ КОЛЕСА ЗУБЧАТОГО                  ПРИВОДУ ГОЛОВНОГО РУХУ ВЕРСТАТА</b></p>	219
<p>Головко В.  <b>ЧИСЕЛЬНІ ЯВИЩА ТЕРТЯ В МЕХАНІЗМАХ</b></p>	221
<p>Грабовський А., Камінський О.  <b>РОЗРАХУНОК ПРИВЕДЕНОГО КОЕФІЦІЄНТА                  ТЕРТЯ В ПРОЦЕСІ ФОРМОУТВОРЕННЯ                  НАВИВНИХ ЗАГОТОВОК</b></p>	223
<p>Домарецький О., Домарецький І.  <b>РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ                  ДОСЛІДЖЕНЬ ШЛІФУВАННЯ ПЛОСКОЇ                  ПОВЕРХНІ ПЕРЕРИВЧАСТИМ                  ШЛІФУВАЛЬНИМ КРУГОМ</b></p>	225
<p>Дунець О.  <b>РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ</b></p>	226

<b>ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ В ОПОРАХ ШПИНДЕЛЬНОГО ВАЛА</b>	
Лецишин Н. <b>ОГЛЯД МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БАГАТОШПИНДЕЛЬНИХ ТОКАРНИХ АВТОМАТІВ</b>	228
Кучерявий Є. <b>ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПРИГОТУВАННЯ СОЛОДУ</b>	230
Світановський Н. <b>МОДЕЛЮВАННЯ ШПИНДЕЛЬНОЇ БАБКИ ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНОГО ВЕРСТАТА</b>	231
Рубаха С., Рубаха Т. <b>АНАЛІЗ ДЕФЕКТІВ ВИЛИВОК В ПРОЦЕСАХ ЛИТВА ПІД ТИСКОМ</b>	232
Лубянський О. <b>РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩІ СІЧЕННЯ ТРУБНОГО ПРОФІЛЮ ПРИ КОСОМУ РІЗІ</b>	234
Маракін М., Чайківський І. <b>НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ШНЕКОВИХ ПОДРІБНЮВАЛЬНИХ МАШИН</b>	236
Мартинчук Н. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В КОЛЕСІ ДЛЯ НАГРІВАННЯ ЇЇ ДО ТЕМПЕРАТУРИ 755°C</b>	238
Миськевич В. <b>ОСНОВНІ ФАКТОРИ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ПРОДУКТИВНІСТЬ ОБРОБКИ НА СТРІЧКОПИЛЬНОМУ ВЕРСТАТІ</b>	240
Миськів М. <b>ОСОБЛИВОСТІ АНАЛІЗУ КОМПОНУВАЛЬНИХ СХЕМ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ ПОБУДОВАНИХ НА АГРЕГАТНО-МОДУЛЬНОМУ ПРИНЦИПІ</b>	242
Михальчук Н. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ ОСТИГАННЯ КОЛЕСА ПІСЛЯ ПОПЕРЕДНЬОГО НАГРІВАННЯ І ЗАЛИВКИ РОЗПЛАВЛЕНОГО МЕТАЛУ В ТИГЕЛЬ</b>	244
Ничик О <b>ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ МЕТОДОМ ФАБО</b>	246
Оліховський В. <b>ВИЗНАЧЕННЯ НАЙІМОВІРНІШОЇ ДОВЖИНИ ЗАГОТОВКИ ДЛЯ ЗГОРТНОЇ ВТУЛКИ</b>	248

Пасічник Є. <b>ХАРАКТЕРНІ ОСОБЛИВОСТІ РЕМОНТНОГО ВИРОБНИЦТВА</b>	<b>250</b>
Павлюк П. <b>МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЗВАРЮВАННЯ</b>	<b>251</b>
Прокопик Т. <b>ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ БАГАТООПЕРАЦІЙНИХ ВЕРСТАТІВ ТА ВИМОГИ ДО НЬОГО</b>	<b>253</b>
Сем'яник Р., Бойчук В. <b>ЦИКЛІЧНА ДОВГОВІЧНІСТЬ СТАЛІ 17Г1С</b>	<b>255</b>
Сем'яник Р., Ходоровський І. <b>ВПЛИВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО НАПРАЦЮВАННЯ СТАЛІ 25Х1М1Ф НА ЗАКОНОМІРНОСТІ СТРУКТУРНОЇ ДЕГРАДАЦІЇ</b>	<b>256</b>
Цебрій А., Бугайчук Д., Сорока А. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОСТРУКТУРИ ЗВАРНОГО З'ЄДНАННЯ ТИТАНОВОГО СПЛАВУ ВТ1</b>	<b>258</b>
Сигіль В. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ НДС КОСИНКИ ДНА КУЗОВА</b>	<b>259</b>
Ковальчук Я., Шингера Н., Швед Я. <b>ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙНОЇ ПОВЕДІНКИ ЗВАРНОЇ БУДІВЕЛЬНОЇ ФЕРМИ ПРИ ТЕМПЕРАТУРНОМУ ВПЛИВІ</b>	<b>261</b>
Явний А. <b>ПІДВИЩЕННЯ ВТОМНОЇ ДОВГОВІЧНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ ДОРНУВАННЯМ</b>	<b>263</b>
Мурза В. <b>ПІДВИЩЕННЯ ОПОРУ КРИХКОМУ РУЙНУВАННЮ ПОПЕРЕДНІМ ТЕРМОМЕХАНІЧНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ</b>	<b>265</b>
Германчук А <b>РОЗВИТОК ЗЕЛЕНИХ ТАРИФІВ У СВІТІ</b>	<b>266</b>
Козачук К. <b>ПОВОДЖЕННЯ З ЕЛЕКТРОННИМИ ВІДХОДАМИ: АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ТА ЄВРОПЕЙСЬКІ ПРАКТИКИ</b>	<b>268</b>
Криволапчук В. <b>ВПЛИВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ</b>	<b>270</b>
Мазуркевич В <b>ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ РАДОМИШЛЬСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ</b>	<b>272</b>
Матвіцький М. <b>РОЗВИТОК БІОПАЛИВА У СВІТІ</b>	<b>274</b>
Медюх О. <b>ЯДЕРНІ ЗАГРОЗИ ПІД ЧАС ВІЙНИ</b>	<b>276</b>
Погайдак А.	<b>278</b>



<b>БУЛІНГ ЯК РІЗНОВИД ДИТЯЧО - ЮНАЦЬКОЇ КОНФЛІКТНОЇ ПОВЕДІНКИ</b>	
Рапа Н. <b>ОСОБЛИВОСТІ КУЛЬТУРИ УПРАВЛІННЯ КЕРІВНИКА</b>	<b>281</b>
Томків Р <b>СОЦІОКУЛЬТУРНА КОМПЕТЕНЦІЯ ТА ЇЇ ЗНАЧЕННЯ ПРИ ВИВЧЕННІ ІНОЗЕМНИХ МОВ</b>	<b>282</b>
Хічій О. <b>КОНФЛІКТИ МІЖ ХРОНІЧНО ХВОРИМИ ТА ЗДОРОВИМИ ЛЮДЬМИ</b>	<b>284</b>
Юрик Ю. <b>СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ БІОЕТИКИ В КОНТЕКСТІ ЕКОЛОГІЧНОЇ КРИЗИ В УКРАЇНІ</b>	<b>285</b>
Алексевич Я. <b>ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ В СВІТІ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ВОДНЕВИХ ДВИГУНІВ</b>	<b>287</b>
Барановський В. <b>МЕТОДИКА РІШЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАДАЧ У ВИГЛЯДІ МЕРЕЖЕВОЇ МОДЕЛІ</b>	<b>289</b>
Білоус М., Зубнін О., Матвіїв С. <b>ДИФЕРСИФІКАЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ У СУЧАСНІЙ ЕКОНОМІЦІ</b>	<b>291</b>
Вовк Я. <b>ТЕЛЕМАТИЧНІ ДАТЧИКИ В АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ: ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ</b>	<b>292</b>
Козловський Ю. <b>ПРОЕКТНИЙ АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІДКРИТИХ ДАНИХ У ТРАНСПОРТНУ СИСТЕМУ: МОЖЛИВОСТІ ТА ВИКЛИКИ</b>	<b>294</b>
Віхер М <b>СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ</b>	<b>296</b>
Сіправський І. <b>СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ДОРОЖНІХ УМОВ ПІД ЧАС РУХУ АВТОМОБІЛЯ</b>	<b>297</b>
Тесля В. <b>ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ФУНКЦІОНАЛЬНУ СТАБІЛЬНІСТЬ ТА БЕЗПЕКУ РУХУ АВТОМОБІЛІВ</b>	<b>298</b>
Кізь В., Давидяк Д., Гирила М. <b>ТЕНДЕНЦІЇ РИНКУ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПІД ЧАС ВІЙНИ В УКРАЇНІ</b>	<b>300</b>
Дережицький В. <b>ТИПИ ПІДПРИЄМСТВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ</b>	<b>301</b>

Dziubanovska L. <b>THE IMPORTANCE OF THE ENGLISH LANGUAGE IN LOGISTICS</b>	<b>302</b>
Доскоч М. <b>ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНА БАЗА ПІДПРИЄМСТВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ</b>	<b>303</b>
Ковалишин Д. <b>ПРОЕКТУВАННЯ МІСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ</b>	<b>304</b>
Колодій М. <b>ФОРМИ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ</b>	<b>305</b>
Коляда С. <b>ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОПЛАНОВИХ АНАЛІТИЧНИХ МЕТОДІВ В ОБҐРУНТУВАННІ ІНЖИНЕРНИХ РІШЕНЬ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АВТОТРАНСПОРТУ</b>	<b>306</b>
Кравчук В., Заставний О., Пиріжок С. <b>ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ КОНСТРУЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ У ВІТЧИЗНЯНИХ УНІВЕРСИТЕТАХ</b>	<b>307</b>
Кубах В-Н. <b>ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ АВТОТРАНСПОРТНИХ ТЕРМІНАЛІВ</b>	<b>308</b>
Лапчак О. <b>МІЖНАРОДНІ ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ УКРАЇНИ: АКТУАЛЬНІ АСПЕКТИ СЬОГОДЕННЯ</b>	<b>309</b>
Митохір Я.; Бабій В. <b>ПЕРСПЕКТИВИ ТА ПРОБЛЕМИ ІННОВАЦІЙНОГО ТРАНСПОРТУ ПРИ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ</b>	<b>311</b>
Окіпний Д. <b>ПРИНЦИП РОБОТИ ДВИГУНА INFINITI ІЗ ЗМІННИМ СТУПЕНЕМ СТИСКУ</b>	<b>313</b>
Рожко С. <b>ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ КОНКУРЕНТНИХ ЗАСАД СТРАТЕГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ДІЯЛЬНІСТЮ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ</b>	<b>315</b>
Сеник Л <b>ОСНОВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ УКРАЇНИ:ПРОБЛЕМИ ТА ВИКЛИКИ</b>	<b>317</b>
Гладій І., Мельничук С. <b>СУЧАСНІ ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ</b>	<b>319</b>
Чехович І. <b>ВИКОРИСТАННЯ ЕВРИСТИЧНИХ МЕТОДІВ РОЗРОБКИ ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АВТОТРАНСПОРТУ</b>	<b>320</b>

Бачуріна А., Мартинчук М <b>СУЧАСНІ ТRENДИ В ЗАКЛАДАХ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА</b>	<b>321</b>
Костецький В. <b>АНАЛІЗ ЗРЛ НАПРЯМКУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ БІЗНЕС ПРОЦЕСІВ В ЛОГІСТИЧНОМУ БІЗНЕСІ</b>	<b>322</b>
Мазуркевич В. <b>ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ РАДОМИШЛЬСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ</b>	<b>325</b>
Поливода А. <b>СТИЛІ МЕРЕЖЕВОГО СПІЛКУВАННЯ</b>	<b>327</b>
Шведа Т. <b>СУТНІСТЬ ОПЕРАЦІЙНОЇ СТРАТЕГІЇ ПІДПРИЄМСТВА</b>	<b>329</b>
Береговий Р. <b>БУДОВА І ВЛАСТИВОСТІ БІЛКІВ СИРОВАТКИ МОЛОКА</b>	<b>331</b>
Лаврентій О. <b>ГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ КООРДИНАЦІЙНИХ ЦІАНІДІВ ВОЛЬФРАМУ (IV) ЗАГАЛЬНОГО СКЛАДУ <math>Kat_3[WO_2(CN)_3H_2O]3H_2O</math> (Kat=<math>Li^+</math>, <math>Na^+</math>, <math>K^+</math>, <math>Cs^+</math>)</b>	<b>332</b>
Лучанко Р. <b>НОВИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ РЕЛАКСАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ БІОЛОГІЧНОГО ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ</b>	<b>333</b>

Видавництво Тернопільського національного  
технічного університету імені Івана Пулюя

вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001  
**E-mail: [vydavnytstvo@tu.edu.te.ua](mailto:vydavnytstvo@tu.edu.te.ua)**