

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Тернопільський національний технічний університет імені Івана  
Пулюя**

**Тернопільський осередок наукового товариства  
імені Т. Шевченка  
Технічний коледж  
Зборівський коледж  
Гусятинський коледж**

**XXI**

**НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ**  
**Тернопільського національного технічного**  
**університету імені Івана Пулюя**

**16-17 травня 2019 року**



**ТЕРНОПІЛЬ**  
**2019**



## ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

### Голова

**Ясній П.В.**

ректор ТНТУ, д-р.техн.наук, професор

### Заступник голови

**Рогатинський Р.М.**

проректор ТНТУ, д-р.техн.наук, професор.

### Члени програмного комітету:

д-р. техн. наук, проф. В. Андрійчук, д-р. екон. наук., проф. Б. Андрушків, д-р. техн. наук, проф. В. Барановський, д-р. психол. наук, проф. Н. Буняк, д-р. техн. наук, проф. В. Васильків, д-р. техн. наук, проф. Т. Вітенько, д-р. техн. наук, проф. І. Гевко, д-р. екон. наук, доц. Р. Шерстюк, д-р. фіз.-мат. наук, проф. Л. Дідух, д-р. філос. наук, проф. А. Довгань, д-р. техн. наук, проф. П. Євтух, канд. техн. наук, доц. К. Зеленський, канд. техн. наук, доц. В. Калушка, д-р. екон. наук, проф. Н. Кирич, канд. техн. наук, доц. Б. Ковалюк, д-р. фіз.-мат. наук, проф. В. Кривень, д-р. іст. наук, проф. А. Криськов, д-р. вет. наук, проф. М. Кухтин, канд. пед. наук, доц. В. Кухарська, канд. техн. наук, доц. Р. Лещук, д-р. техн. наук, проф. А. Лупенко, д-р. техн. наук, проф. С. Лупенко, д-р. техн. наук, проф. І. Луців, д-р. техн. наук, доц. О. Ляшук, канд. техн. наук, доц. О. Мацюк, д-р. техн. наук, проф. П. Марущак, канд. фіз.-мат. наук, доц. М. Михайлишин канд. філос. наук, проф. В. Ніконенко, д-р. техн. наук, проф. М. Паламар, д-р. екон. наук, проф. О. Панухник, д-р. техн. наук, проф. О. Пастух, д-р. техн. наук, проф. М. Петрик, д-р. біол. наук, проф. О. Покотило, д-р. техн. наук, проф. М. Підгурський, канд. техн. наук, доц. А. Пік, д-р. техн. наук, проф. М. Пилипець, д-р. техн. наук, доц. П. Попович, д-р. техн. наук, проф. М. Приймак, д-р. техн. наук, проф. Ч. Пулька, д-р. держ. управління, проф. М. Рудакевич, канд. техн. наук, доц. Л. Скоренький, д-р. техн. наук, доц. І. Стадник, д-р. техн. наук, проф. П. Стухляк, д-р. іст. наук, проф. Я. Стоцький, д-р. техн. наук, проф. М. Тарасенко, д-р. техн. наук, проф. Р. Ткачук, канд. екон. наук П. Дудкін, канд. екон. наук, доц. Г. Ціх, канд. фіз.-мат. наук, доц. Б. Шелестовський, д-р. біол. наук, проф. В. Юкало, канд. техн. наук, доц. В. Яськів, канд. техн. наук, доц. І. Баран, канд. техн. наук, доц. Р. Лещук, д-р. техн. наук, проф. Б. Яворський, нач. Відділу ВІД О. Дубик, нач. НДЧ, канд. техн. наук, доц. В. Дзюра, ст. А.А. Микитишин.

Науковий секретар

**Золотий Роман Захарійович**

Адреса оргкомітету: ТНТУ ім. І. Пулюя, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, 46001,  
моб. 0685155028

E-mail: [zolotyv@gmail.com](mailto:zolotyv@gmail.com)

## **НАПРЯМКИ РОБОТИ КОНФЕРЕНЦІЇ**

- Математичне моделювання і механіка
- Машинознавство та машинобудування
- Сучасні технології на транспорті
- Інформаційні технології
- Автоматизація та приладобудування, імовірнісні моделі біофізичних сигналів і полів
- Матеріалознавство, міцність матеріалів і конструкцій, будівництво
- Електротехніка і світлотехніка, електроніка
- Математика та фізика
- Хімія, хімічна, біологічна та харчова технології
- Процеси та обладнання харчових, хімічних та фармацевтичних виробництв
- Управління та адміністрування, економіка
- Гуманітарні та соціальні науки

**Секція: МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА МЕХАНІКА**  
**Голови:** проф. В. Кривень, доц. М. Михайлишин, проф. М. Петрик  
**Вчений секретар:** доц. Д. Михалик

**УДК 620.171.3**

**Г. Козбур, О. Шкодзінський, канд. техн. наук, доц.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**РОЗРАХУНОК СТАЛИХ ІНТЕГРУВАННЯ ДЛЯ УМОВ ВТРАТИ СТІЙКОСТІ ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ ТОНКОСТІННИХ ОСЕСИМЕТРИЧНИХ ОБОЛОНОК В УМОВАХ СНС**

**H. Kozbur, O. Shkodzinsky, Ph.D., Assoc. Prof.**

**CALCULATION OF CONSTANTS OF INTEGRATION FOR CONDITIONS BUCKLING ELASTIC-PLASTIC DEFORMATION OF THIN-WALLED AXISYMMETRIC SHELLS IN A COMPLEX STRESS STATE**

Осесиметрична оболонка товщини  $h$  з днищами, серединна поверхня якої утворена обертанням гладкої кривої, навантажена внутрішнім тиском  $q$  та зусиллям розтягу  $N$ , напрямленим по дотичній до меридіана в кожній точці прикладання. Розглядаються великі пластичні деформації оболонки від дії осесиметричного навантаження, пружними деформаціями знехтувано. Прийнято виконання гіпотез Кірхгофа-Лява та існування безмоментного напруженого стану. Матеріал оболонки вважається ізотропним та нестисливим.

Уведено позначення:  $\rho_m$  – поточний радіус меридіана серединної поверхні елемента (меридіанний радіус),  $\rho_t$  – поточний радіус поверхні, ортогональної до меридіана (широтний радіус),  $\sigma_m$  і  $\sigma_t$  – меридіанне та колове нормальні напруження,  $\sigma_r = 0$ . Істинні колову, радіальну та меридіанну залишкові деформації позначено відповідно  $\varepsilon_t$ ,  $\varepsilon_r$ ,  $\varepsilon_m$ . Показник тонкостінності –  $\mu = h/\rho_t$ , показник опуклості –  $\nu = \rho_t/\rho_m$ ; коефіцієнти  $k = \sigma_m/\sigma_t$  і  $n = \varepsilon_m/\varepsilon_t$ ,  $n = (2k-1)/(2-k)$ .

Застосовано критерій Дорна до умов знаходження істинних нормальних напружень в елементі осесиметричної оболонки, отриманих в [1], та отримано умови втрати стійкості процесу пластичного деформування (1а), (1б).

$$\sigma_t = \frac{(1 + \varepsilon_t)^\nu \left( \varepsilon_t + \frac{1 - \nu/2 - \mu/2}{1 - \nu/2 + \mu/2(n+1)} \right)^{\frac{(1-\nu/2)(1-\nu)}{1-\nu/2+\mu/2(n+1)}}}{1 - (n+1)\varepsilon_t} \cdot C_t \quad (1a)$$

$$\sigma_m = \frac{\varepsilon_m + \frac{1 - \nu/2}{1 - \nu/2n}}{(n + \varepsilon_m) \left( \frac{n}{n+1} - \varepsilon_m \right) \left( \varepsilon_m + \frac{1 - \nu/2 - (1 - \mu/2)/2k}{1 - \nu/2n - (1 - \mu/2)/2k} \right)} \cdot C_m \quad (1b)$$

За умов  $\sigma_m > 0$  та  $\sigma_t > 0$  вираз (1а) відповідає напруженим станам із співвідношенням головних напружень  $k = 0,5 \dots \approx 1$ , (1б) – випадкам  $k = 0,5 \dots 2$ .

Для знаходження постійної інтегрування  $C_t$  у загальному інтегралі (1а) розглянуто частковий випадок настання граничного стану пластичного деформування циліндричної трубки, навантаженої внутрішнім тиском  $q$ , в цьому разі  $k = 0,5$ .

Граничні колові напруження і деформація  $\varepsilon_t^b$ ,  $\sigma_t^b$  відповідають моменту руйнування зразка. Для прикладу використано результати експериментів для сталевих циліндричних тонкостінних зразків, наведені в [2, 3]. Обчислено значення констант інтегрування (Табл. 1):

Таблиця 1 – Розрахунок значень сталих інтегрування для умови (1а)

Марка матеріалу	$\mu = h/\rho_t$	$\varepsilon_t^b$	$\sigma_t^b$	$C_t$	Приведені напруження $\sigma_t^b/C_t$
Сталь 0,23%С	0,078	0,150	595 МПа	410,2	1,45
Сталь 0,37%С	0,048	0,063	665 МПа	577,1	1,15
10ГН2МФА	0,06	0,036	705 МПа	670,5	1,05
15Х2МФА	0,067	0,021	746 МПа	747,0	1,00
15Х2НМФА	0,067	0,024	745 МПа	739,3	1,01

Аналогічно при  $k = 1$  визначено сталі інтегрування  $C_m$  (Табл. 2).

Таблиця 2 – Розрахунок значень сталих інтегрування для умови (1б)

Марка матеріалу	$\mu = h/\rho_t$	$\varepsilon_m^b$	$\sigma_m^b$	$C_m$	Приведені напруження $\sigma_m^b/C_m$
10ГН2МФА	0,06	0,034	667 МПа	321,4	2,08
15Х2МФА	0,067	0,024	739 МПа	360,2	2,05
15Х2НМФА	0,067	0,036	721 МПа	346,6	2,08

Графіки умов втрати міцності (1а), (1б) циліндричної трубки було побудовано для показника тонкостінності  $\mu = 0,067$  (рис. 1, а). Значення відносних залишкових деформацій  $\varepsilon_t^b$  та приведених напружень  $\sigma_t^b/C_t$  було вибрано згідно з таблицями 1, 2.

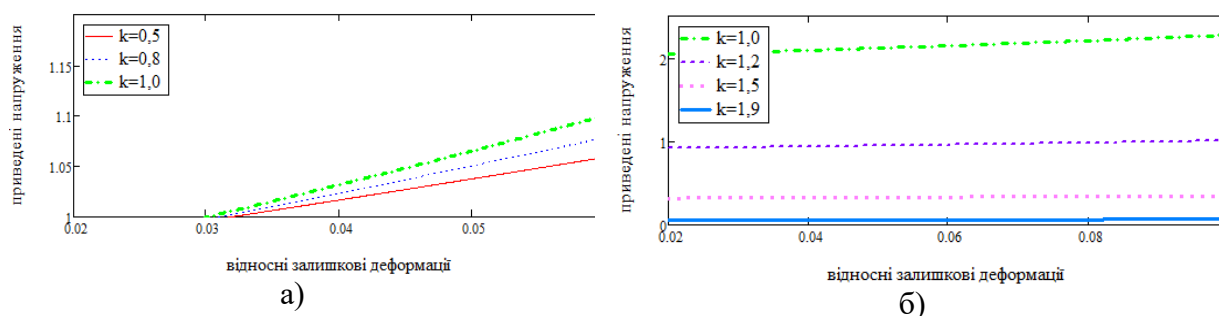


Рисунок 1 – графічне зображення умов втрати стійкості: а) умова (1а) у випадку  $\sigma_t > \sigma_m$ ; б) умова (1б) у випадку  $\sigma_m > \sigma_t$

Аналіз графічних зображень умов (1а) та (1б) демонструє зменшення ресурсу міцності матеріалу при пластичному деформуванні із наближенням значень співвідношень головних напружень до 0,5 та 2, що підтверджується багаточисельними експериментами [3].

## Література

1. Козбур Г. Пружно-пластичне деформування вісесиметричної оболонки під впливом внутрішнього тиску і розтягу / Г.Козбур // Наукові нотатки, ЛНТУ. – 2016. – Вип.53. – С.79-83.
2. Механические свойства конструкционных материалов при сложном напряженном состоянии: Под ред. А. А. Лебедева / К.: Изд. Дом «Ин Юре», 2003. – с.140.
3. Гігіняк Ф.Ф., ; Лебедев А.О., Шкодзінський О.К., ; Лебедева А.О., ; Міцність конструкційних матеріалів при малоцикловому навантаженні за умов складного напруженого стану: Монографія / Гігіняк Ф.Ф., Лебедев А.О., Шкодзінський О.К.; За ред. А.О.Лебедева. К.: Наукова думка, 2003. – 270 с.

УДК 539.3

С. Федак, канд. техн. наук, доц., О. Ясній, д-р. техн. наук, проф.  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## НАПРУЖЕННЯ ІНІЦІАЦІЇ ПЕРЕРИВЧАСТОЇ ТЕКУЧОСТІ СПЛАВУ АМГ6

S. Fedak, Ph.D., Assoc. Prof., O. Yasniy, Dr., Prof.

### INITIATION STRESS OF DISCONTINUOUS AL6MG ALLOY YIELD

Деформування розтягом сплаву АМг6 в умовах м'якого типу навантажування супроводжується переривчастою текучістю (стрибкоподібною деформацією), що реєструється графічно у вигляді “сходинок” на діаграмі деформування  $\Delta\varepsilon(\alpha_i)$  за напруження  $\sigma_p(\alpha_i)$  (рис. 1).

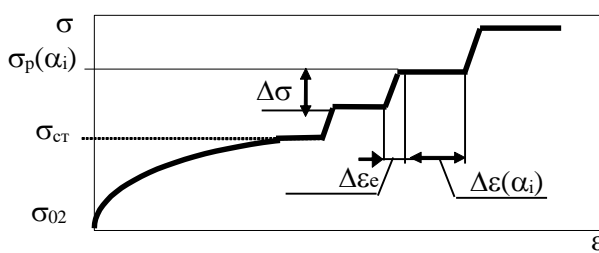


Рис. 1. Діаграма деформування сплаву АМг6 за квазістатичного розтягу в умовах м'якого типу навантажування.

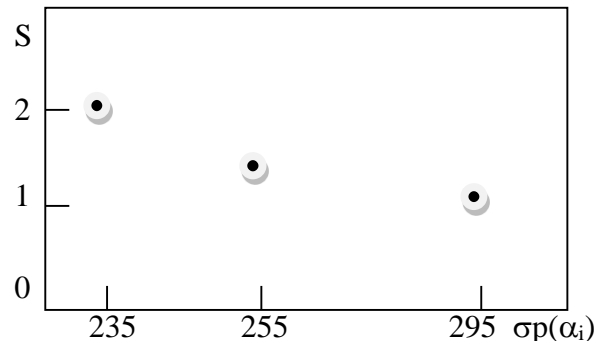


Рис. 2. Залежність середнього квадратичного відхилення від напруження ініціації переривчастої текучості.

Ділянка стрибкоподібного приросту деформацій за м'якого типу навантажування характеризується: напруженням початку процесу стрибків  $\sigma_{ст}$ , приростом напруження між стрибками  $\Delta\sigma$  та відповідної деформації  $\Delta\varepsilon$ , коефіцієнтом пропорційності на цих ділянках  $E'$  та деформацією стрибка  $\Delta\varepsilon(\alpha_i)$  за відповідного напруження  $\sigma_p(\alpha_i)$ . Зі збільшенням напруження  $\sigma_p(\alpha_i)$  зростає деформація стрибка (ширина “сходинок” на діаграмі розтягу). У проведених раніше дослідженнях сплаву АМг6 [1] виявлено лінійну залежність між величиною миттєвих приростів деформації та відповідним максимальним напруженням розтягу.

Процес ініціації переривчастої текучості при м'якому типі навантажувань має випадковий характер. Тому проведено статистичний аналіз результатів досліджень за параметром  $\sigma_p(\alpha_i)$ . Скористалися даними при напруженнях 235 МПа, 255 МПа та 295 МПа. Середні значення випадкових величин становили відповідно 234,63 МПа, 256,2 МПа та 295,17 МПа, що узгоджується з попередньо отриманою залежністю між величиною миттєвих приростів деформації та відповідним максимальним напруженням розтягу. Проаналізовано стандартні відхилення за досліджуваних напружень переривчастої текучості (рис. 2). Виявлено, що зі збільшенням рівня напружень значення середнього квадратичного відхилення  $S$  зменшується. Це можна пояснити гомогенізацією процесу пластичної деформації в матеріалі зі збільшенням рівня напружень.

### Література.

1. Федак С. Стрибкоподібна деформація сплаву АМг6 при повзучості // Вісник Тернопільського державного технічного університету. - 2003. –Т.8, ч.2. - С. 16-23.

**Секція: МАШИНОЗНАВСТВО ТА МАШИНОБУДУВАННЯ**

**Голови:** проф. І. Луців, проф. М. Пилипець, проф. Ч. Пулька, проф. Р. Рогатинський, проф. В. Барановський

**Вчений секретар:** канд. техн. наук Клендій В.М.

**УДК 631.348**

**А. Бабій, канд. техн. наук, доц.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ВИБІР КРИТЕРІЇВ ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ  
ОБПРИСКУВАЧА**

**A. Babiy, Ph.D., Assoc. Prof.**

**CRITERIA SELECTION FOR OPTIMAL PARAMETERS ACHIEVEMENT OF  
SPRAYER**

На даному етапі розвитку культури виробництва сільськогосподарської продукції важко собі уявити даний технологічний процес без операцій хімічного захисту. Якщо мова йде про рослинництво, то його ефективність та необхідність навіть важко переоцінити, попри можливі негативні наслідки. Доступної альтернативи хімічному захисту рослин на даний час немає. Тому завдання ставиться таким чином, щоб мінімізувати шкідливий вплив хімічних препаратів на екосистему. Одним з шляхів досягнення поставленої мети є забезпечення виробника сільськогосподарської продукції ефективними і високоякісними технічними засобами для виконання операції хімічного захисту.

В переважній більшості випадків для хімічного захисту рослин використовують штангові та вентиляторні обприскувачі. Такі машини повинні бути технологічно ефективними, продуктивними та технічно надійними. Якою ж повинна бути оптимальна конструкція обприскувача? На прикладі причіпного штангового обприскувача розглянемо критерії, за якими потрібно оптимізувати параметри цієї машини. Сюди віднесемо вибір оптимального об'єму бака обприскувача, ширини розгортки штанги, параметрів гідравлічної системи подачі робочої рідини.

Кожна з цих задач матиме локальні обмеження для віднаходження оптимуму. Якщо говорити про оптимальний об'єм бака обприскувача, то потрібно керуватися критерієм продуктивності обприскувача. Малі ємності спричинятимуть часті дозаправки, що зменшить коефіцієнт використання часу, який витрачається на рух машини з виконанням обприскування. Протилежно цьому – великі резервуари, що заповнені робочою рідиною, матимуть збільшену масу. Це стане критерієм вибору енергетичного засобу для транспортування причіпного обприскувача. А бо ж вибором необхідної потужності двигуна для самохідного обприскувача. Якщо агрегатувати такий обприскувач з невідповідним енергетичним засобом, то для збільшення тягового зусилля на гаку трактора потрібно переходити на нижчу передачу, що значно знизить експлуатаційну швидкість, а від того і продуктивність обприскувача в цілому. Крім можливого зниження швидкості від збільшення об'єму резервуара, потрібно враховувати питомий тиск опорних коліс на поверхню ґрунту, що є дуже важливим в плані збереження його родючості.

Що стосується вибору оптимальної ширини захвату штанги, то критеріями є: складність маневрування, виходячи з рельєфу поля; збільшення конструктивної ширини – збільшення маси (обмеження за питомим тиском на ґрунт), зростання дії динамічних сил на ферми штанги, збільшення амплітуди коливань, що погіршує якість нанесення робочого препарату на поверхню рослин. Також оптимізація параметрів гідравлічної системи безпосередньо пов'язана з якістю нанесення робочого препарату – тиск, тип розпилювача тощо.

Таким чином, вказані критерії є визначальними і їх потрібно враховувати при оптимізації параметрів обприскувача в цілому.



**УДК 621.81**

**В. Васильків, д-р. техн. наук, проф., Л. Данильченко, канд. техн. наук, доц.**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ВІДПРУЖИНЕННЯ ПРИ ФОРМУВАННІ ДЕТАЛЕЙ З ЛИСТОВОГО МАТЕРІАЛУ**

**V. Vasylykiv, Dr., Prof., L. Danylchenko, Ph.D., Assoc. Prof.**  
**SIMULATION OF SPRINGBACK PROCESSES IN SHEET METAL PARTS  
FORMING**

Sheet metal forming is a wide spread technology in almost all kind of industrial domains for the production of an enormous variety of parts and shapes. This forming technology is controlled by an enormous amount of parameters such as the material properties or the tribological behavior and lubrication conditions. The growing number of materials and design variants, associated with the stringent requirements on precision also contribute for the increasing complexity of this forming technology. In this context the numerical simulation became a tool of increasing importance for the process analysis.

Several properties and phenomena like the tensile strength and elastic behavior, anisotropy resulting from sheet rolling conditions and lubrication are accountable for geometrical and dimensional precision. Besides the material properties, the springback is also influenced by the tools design, so it is necessary to develop finite element codes that consistently predict this type of geometrical defects [1].

Several computer codes have been developed in order to reduce the number of try-outs in the optimization of the forming tools. However, a very precise prediction of springback deviation by means of a finite element analysis is still not available. The introduction of new materials such as aluminum alloys and high strength steels in order to improve fuel economy, emissions and safety requirements, increases this challenge since they present in general larger springback deviations. The finite element simulations of springback are more sensitive to numerical tolerances than the forming simulations, including effects of element type as well as shape and size of finite elements mesh. In terms of integration schemes almost every approaches have been tried. Typically explicit methods are used for the forming operations for which they are less expensive in terms of CPU time.

For the springback simulations this relation inverts, and that is why many commercial codes couple explicit forming with implicit springback simulations. However, coupling explicit to implicit methods may be efficient in terms of CPU time, but a bad option in terms of reliability and accuracy of results. In fact, explicit methods do not guarantee the final equilibrium of the deformable body, implying that the final stresses and strains may be completely wrong. Since the shape of the final part in a sheet metal forming operation depends mainly on the amount of elastic energy stored during the forming stage it seems consensual that better results will be attained with implicit methods coupled for both forming and springback. In terms of unloading scheme two different strategies are known to conduct to similar results: the first one corresponds to reverse the tools movement until the loss of contact and can be understood as a simple continuation of the forming process; the second corresponds to replace the tools by the corresponding forces and these are consecutively decreased until vanished. The first method has a better agreement with the real processes allowing to take into account changes in contact areas between the blank sheet and tools during the removing. However, this procedure leads to a duplication of the CPU computation time due to the phases necessary to reverse the tools movement.

In sheet metal forming, at the end of the forming phase the blank sheet is subjected to internal stresses due to the restrictions imposed by the tools. Once the tools are removed, the

stress state tries to relax until a residual stress state is achieved. Springback, induced by the elastic or elastoplastic recovery make the part shape distort from the expected product shape. This is a key factor for the validation of a forming process.

Proposed simulation of springback processes in sheet metal forming based on tool displacement. This scheme can be understood as a simple continuation of the forming process. The removing of the tools is divided in the same number of steps, as there are tools to remove. In each of these steps, the movement of the tools is reversed. Lets consider, for instance, a deformation process involving a blank holder, a punch and a die. In the deformation process the blank holder was moved in the direction of the blank sheet until it reaches an imposed force. Then the punch starts its movement until a certain depth. The first step, in order to predict springback, is to reverse the movement of the punch until complete lost of contact. Then invert the previous movement of the blank holder to lose contact. At the end of these steps, the blank sheet can still be trapped in the die walls. An extra step is needed to complete springback evaluation; the die must move away from the blank sheet. In this last step an extra care is also needed, supplementary boundary conditions should be introduced in order to prevent rigid body motion and avoid convergence problems. For this unloading scheme it is also important to guarantee that the tool, after its removal, do not interfere in further simulation phases. For instance, during the die displacement the blank sheet must not enter in contact with the blank holder again.

This simulation can correspond to an enormous increase of CPU time, since now one needs to reverse the complete movement of the punch and blank holder, but also to perform the movement of the die as an extra step at the end of the process.

Two algorithms followed for each stage and step of the removing of the tools is the same as for the forming phase, presented in Fig.1.

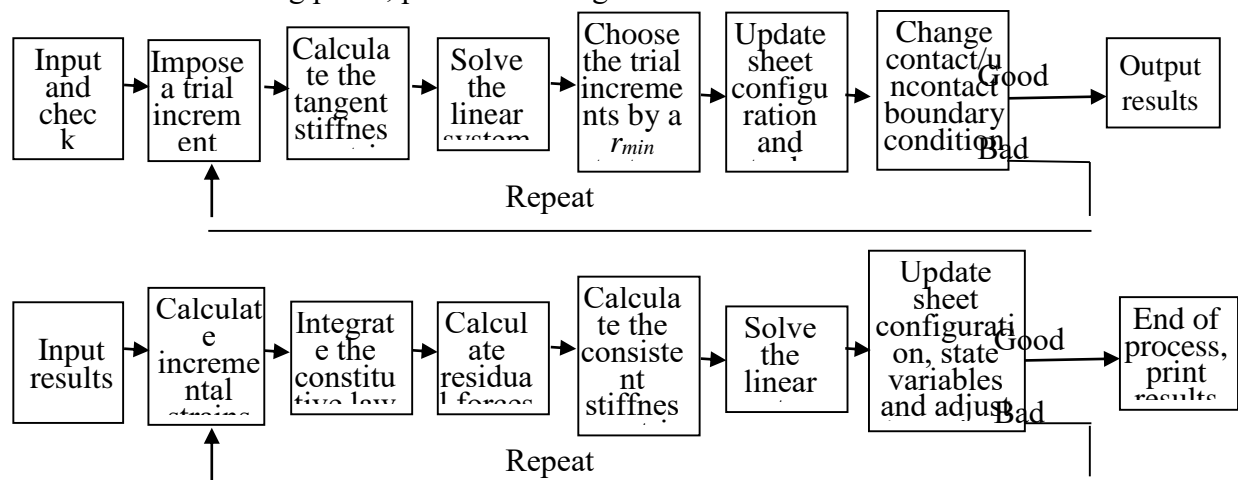


Figure1 - Algorithms of springback simulation in sheet metal forming

Today, simulation of sheet metal parts forming processes are performed using finite element methods. The most important goals in this process are verification on the manufacturability of the sheet metal parts and obtaining vital information on optimum tool design.

#### References:

1. Vasylyk V., Danylchenko L. Factors influencing the value of spring back of sheet material in bending / Book of abstract of the International scientific and technical conference "Fundamental and applied problems of modern technologies" 22th-24th of May 2018. – Ternopil: TNTU, 2018. - C. 84-85.

**УДК 621.0:338.1:378.147**

**Т. Вітенько, д-р. техн. наук., проф., В. Шанайда, канд. техн. наук, доц.,  
В. Лазарюк, канд. техн. наук, доц.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**РОЛЬ ІНОВАЦІЙНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ FABLAB В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЗА  
НАПРЯМАМИ "ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ" ТА "ПРИКЛАДНА  
МЕХАНІКА"**

**T. Vitenko, Dr., Prof., V. Shanaida, Ph.D, Assoc. Prof., V. Lazaryuk, Ph.D, Assoc. Prof.  
ROLE AN INNOVATION LABORATORY FABLAB FOR EDUCATION PROCESS  
AT THE BRANCHES "MECHANICAL ENGINEERING"  
AND "APPLIED MECHANICS"**

На сьогодні світове товариство активно обговорює проблемні питання, які стосуються освітнього процесу, взаємозв'язку між освітою, науковою діяльністю та виробничою сферою [1, 2]. На сьогоднішній день велика увага приділяється новим підходам щодо організації навчального процесу, коли оцінка результативності роботи залежить не від індивідуальних показників конкретної особи, а від результатів командної роботи [1]. Ці та інші проблемні питання виступають в ролі критеріальних оцінок при самоаналізі діяльності іноваційних лабораторій FabLab. Такі лабораторії існують на всіх континентах [3] і не мають чітко визначеної спеціалізації. Основне їх завдання – сприяти виявленню та реалізації творчого потенціалу будь якої людини; формувати креативність мислення в учнівській та студентській молоді; сприяти якнайшвидшому вирішенню питань виробництва та виготовлення прототипу; дати можливість отримати теоретичну підготовку та практичні навички щодо реалізації сучасних технологій виробництва та прикладної діяльності; розвинути ринкове мислення та навчитися просувати власні розробки на ринках послуг та товарів [4]. Іноваційний характер таких лабораторій підтверджується тим фактом, що вони існують та розвиваються і при університетах з різними галузями знань та фахової підготовки; і як відкриті соціальні структури муніципального підпорядкування; і як приватні структури з надання освітніх послуг, фахової технічної та організаційної підтримки; і як належним чином технічно оснащена площадка для комунікацій за інтересами. Успішно функціонуючі FabLab центри є осередком акумуляції інтелектуального потенціалу, креативної творчості, прагматичного аналізу та місцем досягнення консенсусу між новими ідеями, науковим аналізом, виробничим досвідом та економічним обґрунтуванням.

Навчальні лабораторії університетів спрямовані на цільову та спеціальну підготовку студентів. Як правило, вони оснащені стендами, обладнанням, різного роду інструментальним забезпеченням, які в тій чи іншій мірі відтворюють виробниче середовище. В одиничних випадках таке технічне оснащення дозволяє студентській молоді перебувати у творчому пошуку нових технічних рішень та реалізації нових ідей, але така можливість обмежена розкладом занять та технологічною спрямованістю наявного обладнання. Здебільшого, для вивчення та дослідження нових розробок і наукових ідей створюють інші спеціалізовані лабораторії. Оскільки обладнати таку лабораторію надзвичайно складно та вартісно, дослідники активно використовують потужності FabLab лабораторій з технологіями 3D моделювання, прототипування, 2D - 3D обробки та 3D друку.

Проведення дисимінаційних заходів для пропагування FabLab проекту серед комерційних структур підтвердили їх активну зацікавленість у такій формі підготовки студентської молоді. Успішно функціонуюча FabLab лабораторія постійно перебуває у

стані розвитку та оновлення. Засоби моделювання та швидкого прототипування дають можливість оперативно відтворювати моделі технологічного оснащення та окремих видів обладнання. На відміну від типових навчальних лабораторій тут студенти можуть матеріалізувати результати віртуального проектування, віднайти слабкі місця, виправити похибки моделі. Витратна частина такого відтворення в десятки і навіть у сотні разів менша, ніж це би було зроблено з дорогих матеріалів в умовах діючого виробництва. Діяльність FabLab лабораторій найбільш активно сприяє підвищенню ефективності та якості підготовки студентів – мігістрів, фахове спрямування яких є галузь “Механічна інженерія”. Автори проектів, що реалізуються на базі FabLaby впродовж навчання отримують додаткові знання та практичні навички, які пов'язані із пошуком нових технічних рішень, підготовкою моделі досліджуваного об'єкта, його прототипуванням. Виготовлена та представлена на захисті дипломної роботи діюча модель суттєво підвищує рівень випускника та його конкурентоздатність при подальшому працевлаштуванні. Важливим моментом є командна робота. Досвід попередніх років засвідчує, що для виготовлення діючої (рухомої) моделі пристрою студентам було необхідно контактувати із фахівцями з різних галузей знань, зокрема: з матеріалознавства, електроніки, гідро-пневно-динаміки тощо. Таким чином, поряд з комплексом технічних завдань студент розвиває організаційні та комунікаційні навички. Досить часто студентські розробки мають комерційну цінність і можуть бути покладені в основу подальшої бізнес-діяльності. Такі підходи до організації роботи FabLab лабораторії сприяють поширенню інформації про її діяльність та створюють позитивний імідж для учасників цього проекту серед представників малого та великого бізнесу.

Отримані перші результати імплементації дисциплін FabLab проекту в освітній процес з підготовки інженерів машинобудівної галузі дозволяють зробити висновок, що вони суттєво доповнюють діючі освітні програми. Використання освітньо-виробничих можливостей FabLab лабораторій дозволяє ефективно і швидко компенсувати інерційність освітнього процесу щодо зміни навчальних планів, наповнення нових навчальних дисциплін. Такі лабораторії швидко відгукуються на запити та вимоги ринку праці і можуть виступати як діючий показник перспективних напрямів розвитку як університетів, так і інших навчальних закладів у бідь якому регіоні України.

### **Література**

1. Shanaida V. The role of education and research in the learning process of university students / V. Shanaida, T. Vitenko, P. Drozdziel, R. Madlenak // 13th International Technology, Education and Development Conference. 11-13 March, 2019. Valencia, Spain: INTED2019 Proceedings, 2019. – P. 535-542
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.
3. FabLabs list. URL: <https://www.fablabs.io/labs/map>
4. Kozyk V. Research of the formation and development of FABLAB as a form of interaction of science and manufacture in Ukraine / Kozyk V., Danylovykh T., Mrykhina O., Havryliak A. // Technology audit and production reserves. – 2019. – № 1/5(45). – P. 29-32

**УДК 621.81**

**Л. Данильченко, канд. техн. наук, доц., Д. Радик, канд. техн. наук, доц.**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ В ПРОЦЕСАХ  
РІЗАННЯ МЕТАЛІВ**

**L. Danylchenko, Ph.D., Assoc. Prof., D. Radyk, Ph.D., Assoc. Prof.**  
**NUMERICAL MODELLING OF RESIDUAL STRESSES IN METAL CUTTING  
PROCESSES**

Residual stresses in machined surfaces have been investigated since the early 1960s, leading to handbook data (experimental approach). More recently, finite element methods of machining have been used to predict residual stresses from computed stress and temperature distributions. However, such methods are highly time consuming and very costly. As a consequence, new approaches combining experimental, analytical and numerical models appeared recently in order to enable a rapid prediction of the residual stresses within a few minutes, making this approach usable for industrial applications.

The large majority of these researches are interested in predicting the residual stress state after orthogonal turning (or grinding), which is a 2D problem far from realistic cutting processes (3D turning, milling, drilling, etc.). The main limitation to moving towards complex cutting processes is central processing unit (CPU) time. Only few investigations dealt with 3D turning operation but with many more assumptions and uncertainties in order to limit the CPU time. Moreover such models do not consider microstructural modifications, which limit their applications. From this point of view, the cutting scientific community is behind the welding scientific community which has investigated the coupling of metallurgical–mechanical–thermal effects in 3D configurations for a long time. This section aims to provide some trends and references in residual stresses modelling in orthogonal cutting without considering metallurgical changes.

Numerical models necessitate the application of standard finite element codes such as SYSWELD, ABAQUS, DEFORM, etc. In such approaches, two major types of parameters are strategic (Figure 1):

1. The input data: mechanical properties of the metal, thermal properties of the working material and cutting tool, friction model at the tool – work material interface, etc.
2. The numerical model: Lagrangian, Eulerian or ALE techniques, Adaptive remeshing or none, Implicit or explicit formulation, Element type and size.

The cutting tool geometry is provided by the tool manufacturer (rake and clearance angles, cutting edge radius, chip breaker geometry). Most of the time, researchers consider a plane-strain configuration since they consider that the depth of cut is much larger than the feed. The Lagrangian technique consists of tracking a discrete material point. A predetermined line of separation at the tool tip is usually present, propagating a fictitious crack ahead of the tool in order to avoid severe mesh distortions. In this case, a failure criterion is required.

The criterion is either based on a distance between the tool tip and the node, or based on a parameter depending on the stress state, on the strain rate and on the temperature at a certain distance ahead of the tool tip. In both cases, the separation occurs when a critical value is reached. However only sharp cutting tools can be modelled. Other kinds of Lagrangian techniques prefer the use of adaptive remeshing techniques to bypass the problem, which enables the modelling of blunt tools. Of course, the CPU time becomes very high since a fine mesh is required around the cutting edge radius.

Eulerian techniques consist of tracking volumes and do not induce problems of mesh

distortion or require failure criterion. However the determination of free surfaces is critical, which necessitates some assumptions about the chip geometry. Finally, the avoidance of elastic behavior does not enable the estimation of residual stresses. The arbitrary Lagrangian–Eulerian (ALE) technique is a relatively new modelling technique that represents a combination of the Lagrangian and Eulerian techniques without their drawbacks.

In metal cutting simulations, usually apply explicit integration methods; although some works are available with implicit methods [1]. In explicit integration, a system of decoupled differential equations is solved on an element-by-element basis, in which only the element stiffness matrix is formulated and saved without the need for the global stiffness matrix. On the other hand, the global stiffness matrix has to be formulated and saved in implicit integration, and the whole system of differential equations has to be solved simultaneously. Therefore, explicit methods are computationally more efficient, especially when non-linearity is encountered. This becomes more evident in thermally coupled analysis, as in metal cutting, because structural and thermal variables are solved simultaneously. Explicit integration is conditionally stable because the critical time step depends on the minimum element size and the speed of wave propagation, while implicit integration is unconditionally stable.

Concerning the input data of numerical models, the identification of the constitutive equations for the work material (flow stress model and damage model) remains an issue, since it requires the determination of material properties at high strain rates, large strains, high temperatures and high heating rates. The main problem originates from the strain rate achievable in standard mechanical tests (for example, Hopkinson's bar), which are about 100 times too slow compared to classical strain rates in metal cutting  $\sim 10^5\text{--}10^6\text{ s}^{-1}$ . A common practice consists of using the Johnson–Cook model, including deformation hardening, thermal softening and rate sensitivity. Another major problem originates from the identification of the coefficients independently from each other, i.e., the strain rate effect is identified at low temperature, the temperature effect is identified under low strain rates, etc. As a consequence, there is no way to validate that such models remain meaningful under the combination of high strain rates and high temperatures. It is important to underline the sensitivity of Johnson–Cook parameters on the residual stresses predicted to prove the necessity of improvement of the identification methodology and of the constitutive models.

The objective of analytical models is to predict residual stresses based on equations coming from mechanical and thermal properties of materials. Such models are very efficient in terms of speed compared to experimental approaches, it is necessary for its optimization.

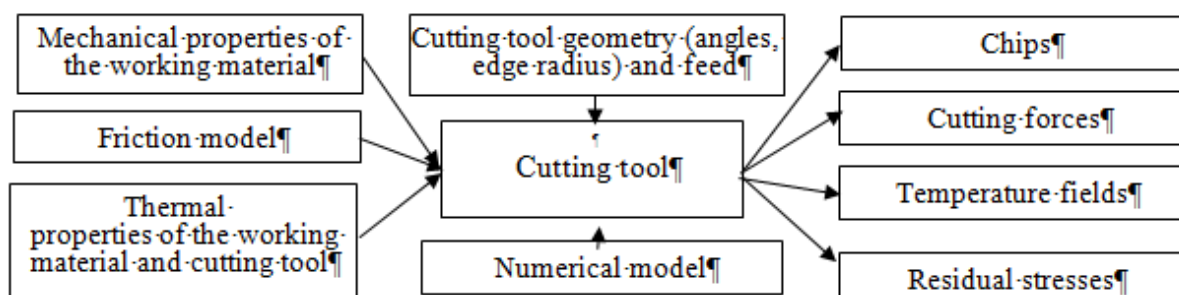


Figure 1 - Data involved in the numerical modelling of residual stresses

## References:

1. Danylchenko L., Radyk D. Simulation of processes of manufacturing workpieces by sheet metal forming / Book of abstract of the International scientific and technical conference “Fundamental and applied problems of modern technologies” 22th-24th of May 2018. – Ternopil: TNTU, 2018. - C.98-99.

**УДК 631.42**

**Т. Довбуш, канд. техн. наук, ст. викл.; Н. Хомик, канд. техн. наук, доц., Б. Дунець**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИКЛІЧНОЇ ТРІЩИНОТРИВКОСТІ КОНСТРУКТИВНОЇ СИСТЕМИ**

**T.Dovbush, Ph.D., N. Khomyk, Ph.D., Assoc. Prof., B. Dunets**  
**EXPERIMENTAL STUDY OF CYCLIC FRACTURE DURABILITY  
OF FRAME MATERIAL**

У наукових дослідженнях важливу роль відіграють результати експериментальних випробувань. Дослідження робочих органів машин, їх конструктивних систем можна проводити на спеціальних стендах у лабораторних умовах, на полігонах, а також і безпосередньо в умовах експлуатації при виконанні технологічного процесу. Суттєва особливість стендових і полігонних випробувань – це їх незалежність від погодних умов, пори року та сезонності робіт. Дана обставина дуже важлива для випробування сільськогосподарських машин сезонної експлуатації, які зайняті 30–50 днів у році при тривалості 10–15 годин на добу. Для отримання необхідної кількості інформації про стан механізмів потрібно в середньому від двох до чотирьох сезонів. На полігонах і стендах можна відтворювати експлуатаційні режими роботи машини нормально або форсовано за навантаженістю або циклічністю дії, при цьому навантаження – це певна дія на робочий орган [1]. Режими навантаження можна відтворювати точно, наближено або використовувати нормовані режими.

Здатність матеріалу чинити опір розвитку в ньому втомних тріщин можна коректно враховувати лише при побудові діаграм циклічної тріщинозривності, тобто залежності швидкості росту тріщини при циклічному навантаженні від максимальної величини коефіцієнта інтенсивності напружень або його розмаху. Інваріантність такої залежності для даного матеріалу і при заданих умовах випробування безпосередньо впливає з положень лінійної механіки руйнування: оскільки величина коефіцієнта інтенсивності напружень повністю визначає напружено-деформівний стан у вершині тріщини.

Діаграми втомного руйнування характеризують закономірності розвитку тріщин від втоми у матеріалах і тому є основним показником циклічної тріщинозривності матеріалу конструкції.

Метою експериментальних досліджень для визначення тріщинозривності рами розкидача добрив ПРТ-9 в польових умовах є визначення напружено-деформівного стану в таких перетинах: кріплення колісної пари до лонжерона (аналітичні розрахунки показали максимальні внутрішні силові фактори); центральної балки (аналітично встановлено дію максимального згинального моменту); кріплення поперечини до лонжерону (перетин, у якому виникає тріщина в зварному з'єднанні).

Для експериментального дослідження НДС конструктивної системи розкидача ПРТ-9 застосовуємо тензOMETричні вимірювання.

Експериментальні дослідження навантаженості несучої системи причіпного розкидача твердих органічних добрив ПРТ-9 проводились при розкиданні змішаного підстилкового гною, маса робочого матеріалу з перевантаженням 10% – 100000Н. Повторення дослідів – п'ятикратне. Агрегативання – трактор МТЗ-1523. Стабільність режиму досліджень забезпечувалась періодичним контролем швидкості руху і навантаження.

При експериментальних дослідженнях використовувалась така технологічна схема: завантаження органічних добрив з кагату; рух полем з номінальним навантаженням; рух полем з розкиданням добрив; рух полем з порожнім кузовом.

Тензорезистори встановлювали у зонах найбільших прогнозованих напружень, які були визначені при попередньому аналітичному дослідженні статичної навантаженості несучої рамної металоконструкції, а також як результат обробки статистичних даних про поломки досліджуваних елементів в умовах експлуатації. Датчики наклеювали на ділянках по лінії напрямку дії напружень. З урахуванням симетричності рами розкидача ПРТ-9 відносно поздовжньої осі, тензорезистори розміщували на правій стороні машини.

Випробування з визначення швидкості росту втомних тріщин (РВТ) і характеристик циклічної тріщиноотривкості матеріалів на стадії РВТ полягає в послідовному вимірюванні через деякі проміжки часу (число циклів навантажень  $N$ ) характерного розміру  $l$  (довжини) і глибини (для випадку поверхневих) тріщин, що розвиваються. Дослідження з визначення швидкості РВТ проводять на плоских зразках за схемою, в якій реалізується чистий згин.

Для дослідження швидкості РВТ в металі профільного прокату тримкої конструкції машини ПРТ-9 (сталь 10) із тонкостінного Z-подібного профілю вирізали зразки двох типів. Загальний вигляд лабораторного зразка показано на рис. 1.

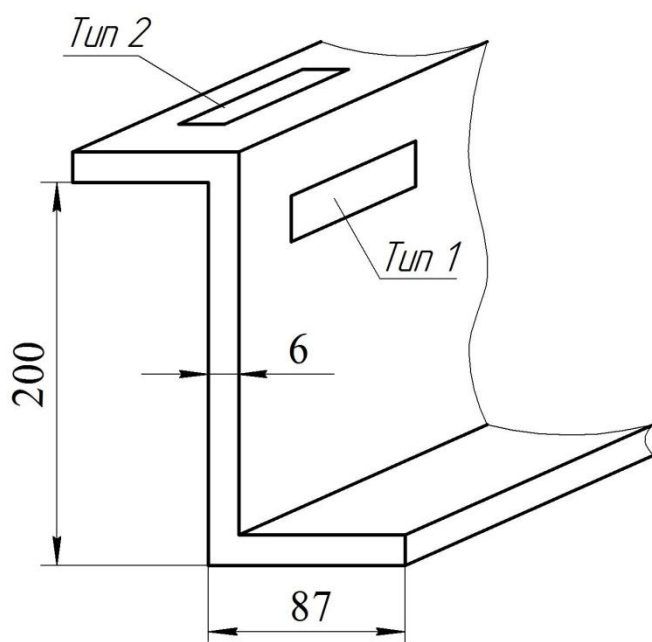


Рис. 1. Схема виготовлення зразків із тонкостінного Z-подібного профілю 200×87×6 мм

Параметри тріщиноотривкості є вихідними для прогнозування безпечних конструкцій.

1. Довбуш Т.А. Оцінка ресурсу роботи і обґрунтування конструкції несучої системи розкидачів добрив: дисертація на здобуття наук. ступ. к.т.н.; спеціальність 05.05.11/ Т.А. Довбуш. – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – 189 с.



УДК 621.867.42

А. Дячун, канд. техн. наук, доц., М. Дичковський, канд. техн. наук, доц., Р. Котик  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ЗМІШУВАННЯ КОРМОВИХ СУМІШЕЙ ГВИНТОВИМ КОНВЕЄРОМ-ЗМІШУВАЧЕМ

A. Diachun, Ph.D., Assoc. Prof., M. Dychkovskiy, Ph.D., Assoc. Prof., R. Kotyk  
THE STUDY OF MIXING QUALITY OF FEED MIXES BY SCREW CONVEYOR-  
MIXER

Гвинтові транспортери–змішувачі – складова частина комплексної механізації і автоматизації виробництва. Від правильного вибору раціональних конструктивних і кінематичних параметрів залежить їх продуктивність, надійність, довговічність та якість виконання технологічного процесу транспортування і змішування.

Для зменшення енергетичних витрат і підвищення якості змішування сипких матеріалів розроблено ряд оригінальних конструкцій гвинтових змішувачів із гофрованими шнеками та обертовими кожухами. Застосування таких шнеків потребує вирішення питань, пов'язаних з особливостями визначення характеру руху вантажу, а також доцільності їх використання.

Проведено ряд експериментальних досліджень змішування кормових матеріалів запропонованим гвинтовим змішувачем, в яких визначали залежність якості змішування кормових матеріалів від частоти обертання шнека пш, частоти обертання кожуха пк та кута нахилу конвеєра  $\alpha$  при змішуванні кормових сумішей. Найпоширенішим критерієм оцінювання якості суміші є коефіцієнт неоднорідності  $V_c$ , %. Програма експериментальних досліджень передбачала такі етапи: розроблення та виготовлення гвинтового змішувача із гофрованим шнеком та обертовим кожухом для дослідження процесу змішування кормових сумішей під час транспортування з можливістю зміни параметрів технологічного процесу змішування; оцінку впливу частот обертання робочих органів гвинтового змішувача, кута нахилу конвеєра на характеристики процесу змішування та транспортування кормових сумішей.

Основними змінними факторами, які впливали на процес змішування на першому етапі були такі: частота обертання шнека  $n_{ш} = 50 - 240$  об/хв ( $x_1$ ); частота обертання кожуха  $n_k = 100 - 200$  об/хв ( $x_2$ ); кут нахилу конвеєра  $\alpha = 10 - 45$  град ( $x_3$ ).

Функцію відгуку неоднорідності змішування кормової суміші у гвинтовому змішувачі  $V_c = f(n_{ш}, n_k, \alpha)$ , визначеної експериментальним шляхом, представлено у вигляді математичної моделі повного квадратичного полінома. Загальний вигляд рівняння регресії неоднорідності змішування залежно від зміни частоти обертання шнека пш, частоти обертання кожуха пк та кута нахилу конвеєра  $\alpha$ , за результатами проведеного повно факторного експерименту у кодованих величинах дорівнює:

$$V_{c(x_1, x_2, x_3)} = 12,88 + 1,05x_1 - 1,68x_2 - 0,32x_3 - 0,075x_1x_2 - 0,025x_1x_3 + \\ + 0,005x_2x_3 + 0,474x_1^2 + 0,524x_2^2 - 0,076x_3^2. \quad (1)$$

Відповідно у натуральних величинах рівняння регресії (1) після перетворення та спрощення виразів прийнято в кінцевому вигляді:

$$V_{c(n_{ш}, n_k, \alpha)} = 22,28 + 1,39 \cdot 10^{-3} n_{ш} - 9,58 \cdot 10^{-2} n_k - 1,12 \cdot 10^{-2} \alpha - 1,58 \cdot 10^{-5} n_{ш} n_k - \\ - 1,55 \cdot 10^{-5} n_{ш} \alpha + 5,88 \cdot 10^{-5} n_k \alpha + 5,25 \cdot 10^{-5} n_{ш}^2 + 2,096 \cdot 10^{-4} n_k^2 - 2,63 \cdot 10^{-4} \alpha^2. \quad (2)$$

Неоднорідність суміші  $V_c$  для досліджуваних меж змінюється від 10,9% до 17%.

**УДК 621.81**

**А. Дячун, канд. техн. наук, доц., В. Михайлюк, В. Гандзій**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДПРУЖИНЕННЯ КОМБІНОВАНОЇ ГВИНТОВОЇ  
ЗАГОТОВКИ**

**A. Diachun, Ph.D., Assoc. Prof., V. Myhailiuk, V. Gandzii**  
**THE STUDY OF COMBINED SPIRAL BLANK SPRINGBACK**

Під час виготовлення комбінованих гвинтових заготовок (КГЗ) способами навивання на оправу або за допомогою формувального ролика необхідно завжди враховувати наявність пружних деформацій металу, внаслідок яких внутрішній радіус КГЗ відрізняється від радіуса оправу під час навивання, або від налаштованого внутрішнього радіуса КГЗ під час формоутворення за допомогою формувального ролика. Досліди показали, що величина відпружинення залежить від виду і товщини матеріалу, радіуса оправу, радіуса формоутворення, радіуса гнуття матеріалу під час формування гофр, границі текучості і модуля пружності матеріалу, амплітуди, кроку гофр і кута гнуття гофр.

Дослідженнями встановлено, що відпружинення проходить в протилежну сторону до процесу формоутворення, тобто крок гофр по зовнішньому радіусі залишається постійним. При цьому дійсні співвідношення:

$$\frac{T_1}{R_{31}} = \frac{T_2}{R_{61}}, \quad (1)$$

де  $R_{31}$  - зовнішній радіус КГЗ до відпружинення, мм;  $R_{61}$  - внутрішній радіус КГЗ до відпружинення, мм;  $T_1$  - крок гофр на зовнішньому радіусі КГЗ, мм;  $T_2$  - крок гофр на внутрішньому радіусі КГЗ до відпружинення, мм.

Визначено радіус відпружинення та кут відпружинення за формулами

$$\Delta R = \frac{T_1 \cdot B}{T_1 \cdot \left(1 - \frac{R_{61}}{R_{31}}\right) - 2l_2 \cdot (\cos(\beta_1 - \Delta\beta) - \cos\beta_1)} - \frac{B}{1 - \frac{R_{61}}{R_{31}}}; \quad (2)$$

$$\Delta\beta = \frac{\frac{3}{2} \cdot \sigma_{TO} + \frac{\Pi \cdot s}{2 \cdot r_1 + s}}{E} \cdot \left(\frac{r_1}{s} + 0,5\right) \cdot \left(\arccos\left(\frac{T_1 \cdot R_{61}}{2 \cdot R_{31} \cdot l_2}\right) - \arccos\left(\frac{T_1}{2 \cdot l_2}\right)\right) \quad (3)$$

де  $B$  - ширина стрічки КГЗ;  $\beta_1$  - кут нахилу площини гофри до відпружинення, рад;  $l_2$  - довжина полички гофри, мм;  $\sigma_{TO}$  - екстрапольована границя текучості матеріалу КГЗ, МПа;  $\Pi$  - середній модуль зміцнення матеріалу КГЗ, МПа;  $s$  - товщина матеріалу КГЗ, мм;  $r_1$  - радіус гнуття при формуванні гофр, мм;  $E$  - модуль пружності першого роду для матеріалу КГЗ, МПа.

При цьому кут нахилу площини гофри до відпружинення знайдено за формулою:

$$\cos\beta_1 = \frac{T_1 \cdot \left(1 - \frac{B}{R_{31}}\right)}{2l_2} \quad (4)$$

На основі вищевказаного рекомендовано виготовляти оправу для навивання КГЗ радіусом, який менший на величину  $\Delta R$  від необхідного внутрішнього радіуса КГЗ.

УДК 621.825.5

Р. Комар, канд. техн. наук., доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## УМОВА РІВНОВАГИ ПАР КОНТАКТУ ЗАПОБІЖНОЇ МУФТИ

R. Komar, Ph.D., Assoc. Prof.

### CONDITION OF EQUILIBRIUM OF COUPLING PAIRS OF SAFETY COUPLING

Запобіжні пристрої із кульковими та пружними парами контакту широко застосовуються у приводах різноманітних машин. Передача обертового руху запобіжними муфтами із поширеними парами контакту типу «пружина-кулька-паз» забезпечується при певній умові рівноваги. Конструктивна схеми кулькової запобіжної муфти показана на рис.1.

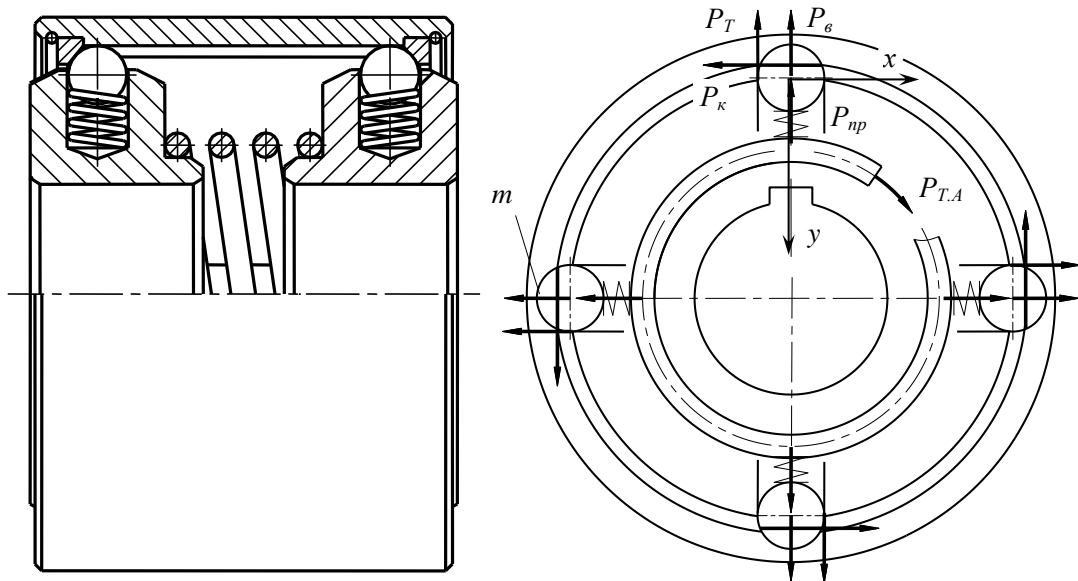


Рисунок 1 – Конструкція запобіжної муфти та дія сил у парі контакту

Процес функціонування муфти в приводі можна умовно поділити на два основних етапи, які характеризують рух системи. Перший етап характеризується найсприятливішими умовами роботи, коли навантаження стабільне і площа плями контакту кульок з поверхнями пазів є максимальною. Другий етап характеризується наростанням навантаження з боку двигуна або робочого органу, внаслідок чого, оскільки муфта є найподатливішою ланкою приводу, відбувається зміна різниці кутів закручування до певного значення  $\varphi_{max}$ , тобто до певного значення сумарного кута закручування муфти при якому відбувається розімкнення кінематичного ланцюга приводу внаслідок радіального переміщення кульок у посадочних отворах і втрати контакту з поверхнями пазів обойми.

Відповідно умова рівноваги пари контакту пружина-кулька-паз, за якої відбувається передача крутного моменту, згідно схеми рис. 1

$$m_k \ddot{y} + \sum_{i=1}^z C_i y = P_{нр} - P_\epsilon - (P_T + P_{T.A}),$$

де  $m_k$  – маса кульки;  $C_i$  – жорсткість підтискної пружини;  $y$  – радіальне переміщення кульки;  $P_{нр}$  – сила дії пружини;  $P_\epsilon$  – відцентрова сила;  $P_T$  – сила тертя між кулькою і поверхнею посадочного отвору;  $P_{T.A}$  – сила тертя між амортизуючою пружиною і півмуфтами.

УДК 621.787

П. Кривий, канд. техн. наук, доц., М. Михайлишин, канд. фіз.-мат. наук, доц.,  
А. Сеник, канд. техн. наук.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## ІМОВІРНІСНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНИ ЗАГОТОВКИ КАЛІБРОВАНИХ ЗГОРТНИХ ВТУЛОК

P. Kryvyy, Ph.D., Assoc. Prof., M. Mykhailyshyn, Ph.D., Assoc. Prof., A. Senyk, Ph.D.  
PROBABILISTIC APPROACH TO DETERMINE THE LENGTH OF  
CALIBRATED TURNING BUSHES

Відзначено, що деякі конструктивно-технологічні параметри згортних втулок, що широко використовуються у приводних роликівих і втулкових ланцюгах, механізмах керування польотом вертольотів, газорозподілу і шатунно-поршневих спряженнях двигунів внутрішнього згорання забезпечуються фінішною операцією – калібруванням цих втулок у фільерах.

Показано, що для забезпечення ефективності процесу калібрування необхідно забезпечити певні точнісні характеристики заготовок (у вигляді карточки) згортних втулок, зокрема довжини карточки і певних діаметрів фільер та формуючих пуансонів калібрую чого пристрою.

Підкреслено, що існуючі методи визначення довжини карточки [2, 3] не враховують, по перше, стохастичності її довжини, діаметрів фільер і формуючого пуансона, а по друге, зміщення радіуса нейтрального шару згортної втулки як кривого бруса прямокутного перерізу великої кривини.

Взято до уваги [4], що при  $\rho \leq 7h$  (де  $\rho$  – радіус кривини осі бруса;  $h$  – розмір поперечного розрізу у площині кривини – товщина стінки втулки (рис.1)), радіус  $r_n$  нейтрального шару визначають за формулою [4] (рис.1)

$$r_n = h / (\ln R/r), \quad (1)$$

де  $R$  і  $r$  – відповідно номінальні радіуси зовнішньої і внутрішньої циліндричних поверхонь згортної втулки.

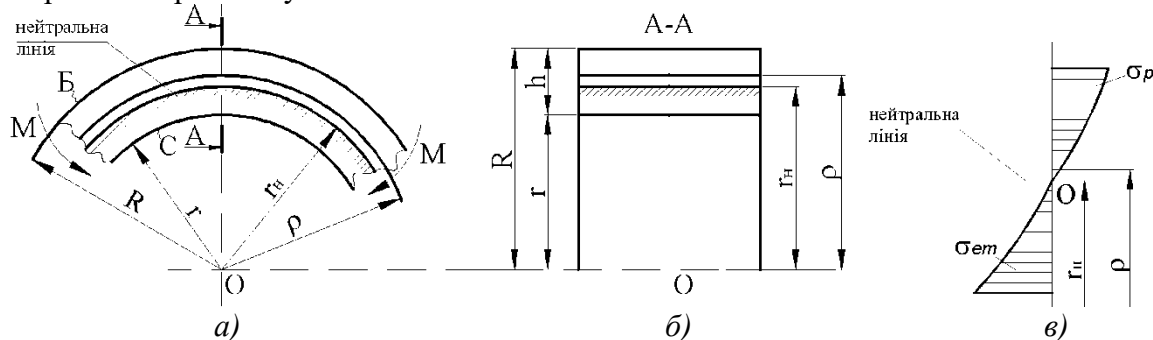


Рисунок 1 – Схематичне зображення кривого бруса великої кривини: а) згин бруса двома моментами; б) перетин А-А фіг.а; в) схематичне зображення напружень по поперечному перетину А-А

Прийнято, врахувавши [7], що такі конструкторські параметри згортних втулок як зовнішній  $D$  і внутрішній  $d$  діаметри, товщина  $h$  стінки втулки, а також радіус  $r_n$  нейтрального шару є величинами випадковими з нормальним законом розподілу і полями допусків на ці параметри, які дорівнюють  $b\sigma_i$ , де  $\sigma_i$  – середнє квадратичне відхилення  $i$ -го параметра (де  $i$  – порядковий номер параметра).

Врахувавши (1), визначимо максимальне і мінімальне значення величини  $r_h$  за формулами

$$r_{h.\max} = h_{\max} / \left( \ln \frac{D_{\min}}{d_{\max}} \right), \quad r_{h.\min} = h_{\min} / \left( \ln \frac{D_{\max}}{d_{\min}} \right),$$

тут величини  $h_{\max}$ ,  $h_{\min}$ ,  $D_{\min}$ ,  $D_{\max}$ ,  $d_{\max}$ ,  $d_{\min}$  прийняті за даними креслення згортної втулки.

Отримано залежності для визначення максимальної  $L_{\max}$  і мінімальної  $L_{\min}$  довжин заготовки (картки) та поля допуску  $\delta_i$  на цей параметр відповідно

$$L_{\min} = \frac{2\pi [\bar{h} - 3\sigma(h)]}{\ln \frac{\bar{D} + 3\sigma(D)}{\bar{d} - 3\sigma(d)}}, \quad (2)$$

$$L_{\max} = \frac{2\pi [\bar{h} + 3\sigma(h)]}{\ln \frac{\bar{D} - 3\sigma(D)}{\bar{d} + 3\sigma(d)}}, \quad (3)$$

$$\delta_L = \frac{2\pi \left\{ [\bar{h} + 3\sigma(h)] \cdot \ln \frac{\bar{D} + 3\sigma(D)}{\bar{d} - 3\sigma(d)} - [\bar{h} - 3\sigma(h)] \cdot \ln \frac{\bar{D} - 3\sigma(D)}{\bar{d} + 3\sigma(d)} \right\}}{\ln \frac{\bar{D} - 3\sigma(D)}{\bar{d} + 3\sigma(d)} \cdot \ln \frac{\bar{D} + 3\sigma(D)}{\bar{d} - 3\sigma(d)}}, \quad (4)$$

де  $\bar{h}$ ,  $\bar{D}$  і  $\bar{d}$  – середні значення відповідних конструкторських параметрів;  
 $\sigma(h)$ ,  $\sigma(D)$  і  $\sigma(d)$  – відповідно середні квадратичні відхилення цих параметрів.

Згідно з вимогами стандартів, що діють у машинобудуванні, довжину заготовки виразимо залежністю

$$L_3 = L_{\max} - \delta_L, \quad (5)$$

а у авіації –

$$L_3 = \frac{L_{\max} + L_{\min}}{2} \pm \frac{\delta}{2}. \quad (6)$$

Залежності (2) – (6) можуть бути використані для визначення обґрунтованих конструкторських параметрів калібруючого пристрою, а саме діаметрів калібруючи фільтер і пуансонів та полів їх допусків, що у кінцевому рахунку забезпечить необхідну якість калібрування згортних втулок.

### Література.

1. Кордонский Х.В. Приложение теории вероятностей в инженерном деле. – Ленинград: Физматгиз, 1963. – 436с.
2. Проскуряков Ю.Г. Эксплуатационные свойства свертных втулок, обработанных дорнованием / Ю.Г.Проскуряков, М.А.Миканадзе // Вестник машиностроения, 1983. - №7. – С.44-46.
3. Скворцов В.Ф. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки. Подготовительные работы. Изд.2-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1970. – 320с.
4. Справочник металлиста. В 5-ти т. Т.1. Изд. 3-е, перераб. / Под ред. С.А. Чернявского и В.Ф.Рещикова. – М.: Машиностроение, 1976. – 766с.

**УДК 331.105.5**

**В. Лазарюк, канд. техн. наук, доц., В. Шанайда, канд. техн. наук, доц., Т. Вітенько, д-р. техн. наук, проф.**

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

**РОЗВИТОК ТВОРЧИХ ЛАБОРАТОРІЙ ФАБЛАБ ЯК УЧАСНИКІВ  
ІННОВАЦІЙНОЇ ЕКОСИСТЕМИ**

**V. Lazaryuk, Ph.D., Assoc. Prof., V. Shanaida, Ph.D., Assoc. Prof., T. Vitenko, Dr., Prof.  
DEVELOPMENT OF CREATIVE LABORATORIES FABLAB AS  
PARTICIPANTS OF INNOVATIVE ECOSYSTEM**

Креативна економіка, як модель зростання, засновується на інфраструктурі та досягненнях економіки знань з інституціями, ідеями та нормами. Інноваційна екосистема креативних індустрій включає різноманітні формальні та неформальні інститути, які формують суспільну взаємодію у процесі створення ідеї та її комерціалізації. Зростання креативної економіки залежить в першу чергу від якості людського капіталу, кількості інновацій та інвестицій за умови наявності відповідної «м'якої» інфраструктури креативних просторів та ефективного менеджменту. Індивідуальні розробники інноваційних технічних (або дизайнерських) продуктів та виробів об'єднуються у різних організаційних формах Maker Space, Fablab, Living lab, Design Factory, що використовують принципи вільного поширення ідей, співдружності та спільної творчості.

Перші однодумці нестандартного освоєння нових знань об'єдналися у креативному просторі, відомому як хакер-спейс (hackerspace або hackspace) у Бостоні у 1992 році. Обмін ідеями, спільні соціальна, творча та виробнича активність учасників хакер-спейсів сформували з часом підхід до вільного поширення ідей та технологій створених разом. З появою у 2005 році руху "Зроби сам" виникає новий вид організації творчого простору - мейкерспейс (makerspace), який включає субкультуру хакер-спейсів. Виникнення 3D друку та доступних верстатів лазерного різання сприяло утворенню нового креативного простору їх користувачів. Концепцію FabLab, основою якої є ідея виробничої лабораторії з використанням цифрових технологій, запропонував науковий співробітник Массачусетського технологічного інституту Ніл Гершенфельд ще 20 років тому. Передбачалося, що в одному місці буде зосереджений набір обладнання та спеціалізоване програмне забезпечення для цифрового проектування та виробництва, що дозволяло в рамках однієї лабораторії швидко і якісно створювати прототипи різних виробів і пристроїв, реалізовувати креативні технічні ідеї. Нова цифрова лабораторія швидкого прототипування була покликана забезпечити доступ студентів до сучасних інструментів і виробничих технологій, обміну досвідом між учасниками подібних лабораторій. Важливим етапом для наступного поширення ідей креативних лабораторій у світі стало їх об'єднання у власні міжнародні мережі та проведення щорічних форумів з метою обміну досвідом та поширення інформації на широкий загал щодо діяльності.

Творчі технічні об'єднання були засновані й в Україні. Спочатку вони об'єднали радіоаматорів та спеціалістів комп'ютерних технологій у Львові, Києві та Харкові. Слід відзначити, що перший хакерспейс в Україні, зараз відомий як ХакЛаб (HackLab), відкрився у Києві лише у серпні 2012 року. Відомими креативними просторами в Україні стали хакерспейси у Харкові та Львові (KHackerSpace та Betalab). Із першої креативної спільноти IZOLAB з 2014 року розпочався рух зі створення українських фаблабів. Першою відкритою майстернею цифрового проектування та виробництва, що була створена за статутом світової асоціації The Fab Foundation, став фаблаб Fabricator (м. Київ) у червні 2016 року. На даний час українські фаблаби є не лише лабораторіями

цифрового проектування та виробництва, але і місцем коворкінгу, мейкерспейсами, техношопами та стартап центрами для розвитку креативних ідей до самостійних бізнес-проектів. Значний розвиток креативних просторів відбувається і у Харкові, Одесі, Львові, Сєвєродонецьку та Тернополі.

Створення нових фаблабів в Україні відбувається найбільш інтенсивно на базі університетів - активних учасників та рушіїв інноваційних знань. Так, завдяки підтримці Європейського Союзу в рамках програми Еразмус+ у 2018 році в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя відкрито інноваційну лабораторію FabLab на базі Центру 3D технологій відповідно до проекту FABLAB "Створення мережі та інфраструктури підтримки молодіжного інноваційного підприємництва на платформі фаблабів". Лабораторія FabLab TNTU обладнана відповідно до вимог світової асоціації Fab Foundation, 3D принтерами, лазерним та фрезерним верстатами з ЧПК, комп'ютерними CAD/CAM станціями та іншим обладнанням цифрового проектування та виробництва. Подібні лабораторії відкрили у Національному технічному університеті "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Харківському національному технічному університеті імені Семена Кузнеця, Одеській національній академії харчових технологій, Східноукраїнському національному університеті імені Володимира Даля.

Важливим є те, що подібні лабораторії виступають освітньо-технологічними платформами, на базі яких можна реально покращити якість підготовки фахівців. Фаблаб лабораторія здатна забезпечити необхідні умови, в рамках яких стає можливим формування і розвиток усіх необхідних практичних навичок і творчого мислення. Сьогодні фаблаби вносять суттєвий вклад в просування високотехнологічних, оригінальних проектів. Вони дають право на життя багатьом творчим ідеям, технічне втілення яких раніше вимагало б значних витрат і складних виробничих комплексів. Як правило, функціонування лабораторії здійснюється на основі поєднання комерційної і некомерційної моделі. Некомерційна модель повною мірою може бути використана в університетах. Її реалізація можлива через спільний креативний простір для індивідуальної і колективної роботи над науково-технічними проектами, створення і впровадження освітніх курсів для студентської аудиторії і викладацького складу.

Розвиток фаблаб лабораторій на сьогодні можливий не тільки за підтримки програм Європейського Союзу. Державна політика децентралізації дозволила місцевому самоврядуванню виділяти певні кошти на самостійні проекти від громад через проведення конкурсів громадських ініціатив. Як результат, у 2018 році проекти відкритих творчих просторів на фаблаб-платформах отримали перемогу у конкурсах у Києві та Одесі.

Фаблаб лабораторії в першу чергу необхідно розглядати з точки зору виховання і навчання талановитої молоді, націленої на науково-технічну та інженерну діяльність. Створення і функціонування таких структур, як майданчика, на яких зустрічаються представники науки, бізнесу і освіти, де відбувається обмін досвідом та компетенціями, формуються команди для реалізації конкретних проектів, ведеться підготовка фахівців. Це можна вважати важливим індикатором розвитку економіки в окремому регіоні, підвищуючи індекс креативності, ступінь самореалізації молодих фахівців та широке залучення передових технологій у найрізноманітніших галузях виробництва та творчої діяльності.

УДК 678.5

І. Луців, д-р. техн. наук., проф., Ю Наконечний, І. Ярема, канд. техн. наук., доц. Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

## ВИЗНАЧЕННЯ ВЛАСНОЇ ЧАСТОТИ КРУТНИХ КОЛИВАНЬ ПЛАСТМАСОВИХ ЛОПАТОК ПУСКОВИХ ТУРБОДЕТАНДЕРІВ

I. Lutsiv, Dr., Assoc. Prof., Y. Nakonetchnj, I. Yarema, Ph.D., Assoc. Prof.  
**DETERMINATION OF THE OWNED FREQUENCY OF THE TORSIONAL VIBRATIONS OF PLASTIC BLADE LAUNCHERS TURBINE EXPANDER**

Пластмасові лопатки застосовуються в холодних турбомашинах, наприклад в пускових турбодетандерах деяких газових турбін. При розрахунках на міцність важливо знати величину власних коливань лопаток, оскільки при деяких (резонансних) числах обертів ротора амплітуди коливань лопаток можуть бути настільки великими, що відбудеться їх руйнування.

Розрахункову схему пера лопатки представимо у вигляді стержня, один кінець якого зацімлений, а інший вільний (Рис.1,а).

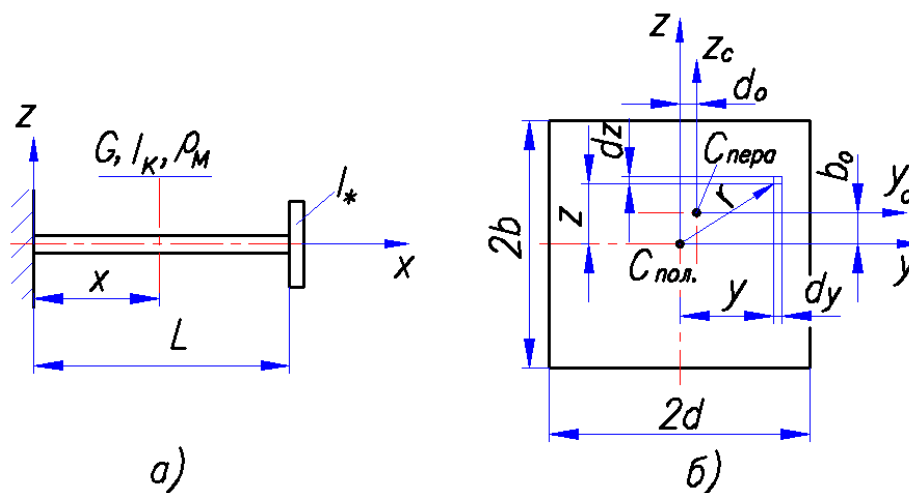


Рисунок 1 – Схема для визначення власної частоти крутних коливань пластмасової лопатки (а) та махового моменту інерції бандажної полицки (б)

На вільній стороні пера ( $x=L$ ) зосереджений приведений маховий момент інерції  $I_*$ , який складається з махового моменту інерції бандажної полицки і пера.

Маховий момент інерції полицки відносно власного центра ваги  $C_{пол.}$  (Рис.1,б) дорівнює

$$I_{C_{пол.}} = \int_m r^2 dm = \iint_S (z^2 + y^2) \rho_M \cdot h \cdot dz \cdot dy, \text{ звідси } I_{C_{пол.}} = \frac{4}{3} \rho_M \cdot h \cdot d \cdot b \cdot (d^2 + b^2)$$

Тут  $\rho_M$  - питома вага матеріалу лопатки.

Маховий момент інерції полицки відносно центра ваги пера  $C_{пер.}$  дорівнює

$$I'_* = I_{C_{пол.}} + 4\rho_M \cdot h \cdot d \cdot b (d_0^2 + b_0^2) = 4\rho_M \cdot h \cdot d \cdot b \left( \frac{d^2 + b^2}{2} + (d_0^2 + b_0^2) \right) \quad (1)$$

Враховуючи математичні труднощі, обумовлені складною конфігурацією поперечного перерізу пера, для розрахунку його махового моменту інерції



приймаються наступні спрощення. При співрозмірних розмірах по осях у та z пера, його можна замінити циліндром  $d_c$  з рівновеликою площею поперечного перерізу. Тоді маховий момент інерції пера

$$I_*' \approx \frac{m_n \cdot d_u^2}{8} = \frac{\pi \cdot d_u^4}{32} \rho_m \cdot l \quad (2)$$

Відомо [1], що приведений до вільного кінця стержня маховий момент інерції системи, що коливається, можна прийняти приблизно рівним половині, розрахованого по (2). Тоді приведений до вільного кінця пера маховий момент інерції всієї системи дорівнює

$$I_* \approx I_*' + \frac{1}{2} I_*'' = 4 \rho_m \cdot h \cdot d \cdot b \left( \frac{d^2 + b^2}{2} + (d_0^2 + b_0^2) \right) + \frac{\pi \cdot d_u^4}{64} \rho_m \cdot l \quad (3)$$

Відомо, також, [1], що власна форма крутих коливань стержня в довільному перерізі  $x$  має вид

$$\varphi(x) = \frac{M_0 \cdot a}{P \cdot G \cdot I_k} \rho_m \frac{P \cdot x}{a} + \varphi_0 \cos \frac{P \cdot x}{a}$$

Тут  $M_0$  і  $\varphi_0$  - відповідно крутий момент і кут повороту перерізу стержня в місці зацімлення;  $P$  - частота власних коливань;  $G$  - модуль пружності другого роду для матеріалу лопатки;  $a = \sqrt{G / \rho_m}$ . Внутрішній крутий момент у довільному перерізі  $x$

$$M(x) = M_0 \cdot \cos \frac{P \cdot x}{a} - \frac{\varphi_0 \cdot P \cdot G \cdot I_k}{a} \sin \frac{P \cdot x}{a}$$

Враховуючи, що на вільному кінці лопатки ( $x=l$ ), де діє маховий момент  $I_*$ , крутий момент  $M(l) = 0$ , а в місці зацімлення кут повороту  $\varphi_0 = 0$ , отримаємо рівняння для визначення власної частоти коливань пера лопатки

$$\cos \frac{P \cdot l}{a} - \frac{I_* \cdot P \cdot a}{G \cdot I_k} \sin \frac{P \cdot l}{a} = 0; \quad \text{tg} \frac{P \cdot l}{a} = \frac{\chi}{\frac{P \cdot l}{a}}, \quad (4)$$

$$\text{де } \chi = \frac{G \cdot I_k \cdot l}{I_* \cdot a}.$$

Результати розрахунку робочих пластмасових лопаток турбодетандера ГТ-700-5, виконаного по такій методиці, приведені в табл.1.

Таблиця 1.

Найменування	Розмірність	Робочі лопатки	
		1-а ступінь	2-а ступінь
Швидкість обертання ротора, n	об/хв	9000	9000
Маховий момент інерції (перо-лопатка), $I_*$	кг·м <sup>4</sup> ·10 <sup>-9</sup>	22,063	50,474
Перша (нижча) частота крутих коливань, P	с <sup>-1</sup>	34723	17351

Як видно, нижчі (резонансні) частоти крутих коливань пластмасових лопаток набагато вищі від робочого діапазону кутової швидкості ротора турбіни (9000 об/хв, або  $\omega=942,5 \text{ с}^{-1}$ ), отже немає загрози резонансних явищ.

### Література

1. Малинин, Н.Н. Прочность турбомашин. [Текст] / Н.Н. Малинин. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 294с.

**УДК 621.81**

**М. Пилипець, д-р. техн. наук, проф., Л. Данильченко, канд. техн. наук, доц.**  
Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

## **ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ПРОЕКТУВАННІ ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЛИСТОВОГО МАТЕРІАЛУ**

**M. Pylypets, Dr., Prof., L. Danylchenko, Ph.D., Assoc. Prof.**  
**SIMULATION MODELING IN DESIGNING APPLICATIONS FOR SHEET METAL  
FORMING**

The forming simulation in sheet metal forming technology and its industrial applications have greatly impacted the sheet metal product design, die developments, die construction and tryout, and production stamping in the past decade. It led to significant progresses not only in fundamental understanding of sheet metal formability, forming mechanics, numerical methods, but also to the fruitful industrial applications in a wide range of industrial production.

The automotive die and stamping industry benefit most from the stamping simulations. The technology advancement speeds up the historical transition in automotive die development and stamping from a tryout-based workshop practice to a science-based, technology-driven engineering solution. The applications and benefits may be summarized as follows [1]:

- die engineering tool in stamping die developments;
- tryout tool to shorten production die tryout and thus to significantly reduce die cost and lead-time;
- production tool to provide production stamping conditions (beads, lube, binder and press forces, etc.);
- problem solving tool for production troubleshooting to reproduce manufacturing problems, and to provide solutions for process control improvements;
- simulation-based manufacturing guide to use the simulation output to drive consistency among die engineering, die construction, and production stamping;
- learning tool to explore and gain new knowledge and application guidance for new forming techniques and new materials.

In today's die and stamping industry, the simulation for virtual validations of die developments before production trials is a critical business for lead-time reduction, cost reduction and quality improvements. The global competitions drive higher quality requirements, lower cost, and shorter lead-time. The competitions also drive the industry to use more new designs, new materials, and new forming processes. These trends in automotive stamping can be summarized as follows increasing:

- part size and shape complexity such as whole body side panels, and multiple attached parts formed in one die to improve productivity and reduce die cost;
- material diversity to meet different needs such as using light weight material (aluminum) for fuel economy, using stronger material for safety (dual phase steel, TRIP steel, and ultra high strength steels), using laminated metal-plastic-metal sheets for noise- and vibration reduction, and using tailor-welded blank to reduce the number of parts for better structure integrity;
- use of unconventional forming processes such as hydro-forming for extra deep drawn panels, superplastic forming for complicated parts, and forming with intermediate annealing for materials very difficult to form.

All these new trends create new challenges for stamping simulation from fundamental research to software development and to production applications.

One of the main drawbacks in industrial practice hindering the even more wide application of simulation techniques that the output results of simulation packages are not usually directly and easily usable for computer aided die design. Obviously, there are tremendous efforts to successfully link CAD and FEM systems, however, still there are a lot to do in this field [2]. This solution requires a fully integrated approach of computer aided product design, process planning and die design, as well as the finite element simulation of the forming processes. It means that simulation tools should be efficiently used throughout the whole product development cycle.

This concept will be illustrated through the examples of automotive part production. In our practice, we use Unigraphics NX 4 as a CAD system for supporting the Process Planning and Die Design tasks and the AutoForm 4.05 is used as the numerical simulation tool, however, the principles applied here can be similarly adopted by using different CAD and simulation packages, too. Before analyzing this integrated solution, let's summarize the main features of forming process planning and die design in so-called conventional CAD environment.

Stamping industry applies CAD techniques both in the process planning and die design already for many years. However, in a „traditional” CAD environment, these are practically stand-alone solutions, i.e. for example a knowledge based process planning solution is applied for the determination of the necessary types of forming processes, even in some cases, the forming sequences can be determined in this way together with the appropriate process parameters, too. After determining the process sequences and process parameters, the forming dies are designed using sophisticated CAD systems, however, still we do not have any evidence whether the designed tools will provide the components with the prescribed properties. Therefore, before it goes to the production line, usually a time- and cost consuming try-out phase follows, as it is shown on Fig.1.

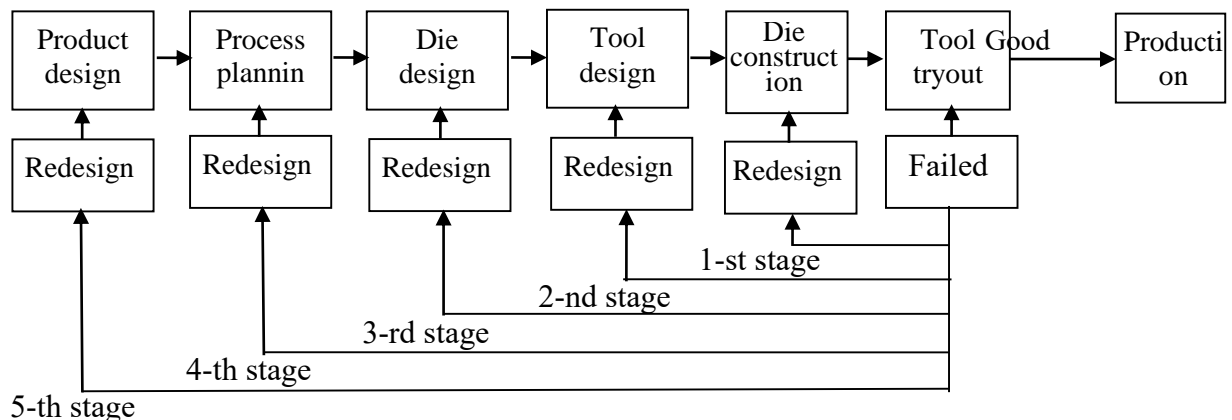


Figure 1 – Workflow of process planning and die design in „traditional” CAD environment

#### References:

1. Pylypets M., Danylchenko L. Computer aided process designing of manufacturing workpieces by sheet metal forming / Book of abstract of the International scientific and technical conference “Fundamental and applied problems of modern technologies” 22th-24th of May 2018. – Ternopil: TNTU, 2018. - C.145-146.
2. Danylchenko L., Radyk D. Simulation of processes of manufacturing workpieces by sheet metal forming / Book of abstract of the International scientific and technical conference “Fundamental and applied problems of modern technologies” 22th-24th of May 2018. – Ternopil: TNTU, 2018. - C.98-99.

**УДК 621.941.1.**

**М. Пилипець, д-р. техн. наук, проф., О. Лясота, канд. техн. наук, доц.,  
Ю.П. Ковальчук,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ЗМІЦНЕННЯ СПІРАЛЕЙ ШНЕКІВ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МЕТОДАМИ**

**M. Pylypets, Dr., Prof., O. Lyasota, Ph.D., Assoc.Prof., Yu. Kovalchuk**  
**TECHNOLOGICAL METHODS FOR STRENGTHENING OF SPIRAL AUGERS**

Широке застосування в машинах та апаратах багатьох галузей народного господарства в якості робочих органів шнекових механізмів обумовило появу великого розмаїття як технологічних процесів їх виготовлення, так і обладнання та спорядження, що використовується для цього.

Актуальність проблеми підвищення експлуатаційних властивостей цих робочих органів, зокрема забезпечення точності, міцності, оптимальності геометрії профілю та ін. не викликає заперечень. Відомо, що її можна вирішувати як за рахунок застосування високоміцних матеріалів, так і технологічними засобами.

В процесі виготовлення робочих органів використовують як конструктивні, так і технологічні методи зміцнення. В даний час відома велика кількість технологічних способів зміцнення деталей машин. Найбільш поширеними технологічними методами зміцнення, є пластична деформація поверхонь, термічна і хіміко-термічна обробки, наплавлення поверхонь, створення захисних зносостійких покриттів і зміцнених поверхневих шарів. Всі ці методи забезпечують ту чи іншу характеристику параметрів зміцненої поверхні: твердості поверхневого шару, його глибини, структури. Використовується кожен з них окремо, або в поєднанні в різних технологічних процесах виготовлення гвинтових робочих органів. Аналіз деталей з гвинтовими поверхнями, виготовлених відомими методами, свідчить, що вони не технологічні за високою надійністю і довговічністю через невелику товщину зовнішнього краю, яка в 1,6-2,7 разів менша внутрішнього.

Одним з таких технологічних методів зміцнення зовнішнього ребра є обкатування зовнішнього краю спіралі ротаційною головкою горизонтального типу. Така технологія забезпечує вирішення вище згаданих питань та реалізацію повного ресурсу можливого пластичного деформування стрічки, з якої навивають спіраль. Це пояснюється сприятливою схемою обкатування конічними роликками і покращенням умов деформування металу. Обтискування може проводитись як в осьовому так і в радіальному напрямках, що сприяє отриманню зміцненої за зовнішнім контуром спіралі малого радіуса кривини та профільного поперечного перерізу використавши пристрої відповідного конструктивного виконання. Обкатування здійснюється розконцентрованою, послідовно збільшуваною, поперечною силою. Таке виконання значно стабілізує процес деформування через зростання ступеня видовження зовнішнього ребра внаслідок значних радіальних і тангенціальних напружень, які діють у всій зоні пластичного деформування. Слід зазначити, що конструкція передбачає значну стійкість деформуючих елементів – роликків. Це, головним чином, досягнуто тим, що в головці притискні ролики розміщені за периметром навитої стрічки поясами із зміщенням вздовж осі навивання і при цьому спираються на упорні поверхні так, що осі обертання роликків кожного поясу перетинаються в точці, яка лежить на осі обертання відповідної опорної поверхні і осі заготовки.

Для підвищення продуктивності процесу ротаційного зміцнення, особливо при обробленні гвинтових поверхонь виготовлених з важкодеформованих матеріалів, доцільно використовувати нагрівання, яке знижує опір металу деформуванню,

підвищує його пластичність і тим самим запобігає виникненню тріщин на контурах спіралі з деяких зміцнюваних металів. Підігрівання заготовок безпосередньо на верстаті під час зміцнення спіралі з таких матеріалів усуває проміжний відпал, підвищує продуктивність з одночасним покращенням якості.

Так зокрема, ефективним є індукційне нагрівання гвинтової стрічки, при чому найсприятливіший безперервно-послідовний спосіб. В цьому випадку, коли нагрівається не зразу вся поверхня спіралі, а послідовно одна ділянка за іншою, стає можливим застосування локального нагрівання деформованого металу безпосередньо в зоні деформації. Спосіб дозволяє використовувати для технологічного процесу порівняно малопотужні генератори. При відповідному підборі потужності генератора і ширини індуктора, та забезпечивши необхідні температурні параметри, можна здійснити процес ротаційного зміцнення.

Поверхнєве пластичне деформування зазначеним вище способом підвищує твердість поверхневого шару та створює сприятливі напруження стиску. Втомлювана міцність деталей зростає на 30...70 %, а зносостійкість – в 1,5...2 рази, а також можливе отримання поверхні з низькою шорсткістю ( $R_a = 0,16$  мкм).

Вибираючи зусилля зміцнення, слід враховувати, що малий тиск не забезпечує повного зминання виступів мікронерівностей поверхні, а великий – призводить до перенапруження і руйнування поверхні, гофроутворень на спіралі та зниження терміну служби роликів.

Зусилля обкатування  $P$  можна визначити дослідним шляхом або ж за допомогою залежності:

$$P = \frac{D b q^2}{0,126 E \left( \frac{D}{d} + 1 \right)} \quad (1)$$

де  $d$  – діаметр ролика, мм;  $q$  – найбільше значення питомого тиску, Н/мм<sup>2</sup>;  $E$  – модуль пружності оброблюваного матеріалу, Н/мм<sup>2</sup>;  $D$  – діаметр зовнішнього контуру спіралі, мм;  $b$  – довжина контакту ролика зі спіраллю, мм.

Найбільше значення питомого тиску визначається за формулою:

$$q = \lambda \sigma_T, \quad (2)$$

де  $\lambda$  – коефіцієнт,  $\lambda = 1,8...2,1$ .

Поздовжня подача інструменту впливає на шорсткість поверхні, твердість і продуктивність процесу. Використовуючи пристрій з сферичними роликами подача досягає не менше 0,1...0,3 мм/об, а роликами з циліндричними поясками – не менше 0,2...0,6 мм. Таким чином, дійсне значення подачі ротаційної головки визначатиметься спільним околлом перекриття даних інтервалів.

Оптимальні умови обкатування і подача дозволяють досягнути високої якості поверхні.

Швидкість обкатування не виявляє суттєвого впливу на шорсткість поверхні, але від неї залежить продуктивність процесу.

Використання запропонованої технології зміцнення гвинтових поверхонь за зовнішнім контуром дозволяє підвищити довговічність виробів на 18 %.

**УДК 621.791.927.7**

**Ч. Пулька д-р. техн. наук, проф., М. Михайлишин канд. фіз. мат. наук, проф.,  
В. Сенчишин, М. Шарик, В. Гаврилюк**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**КЕРУВАННЯ ЗАЛИШКОВИМИ ПЕРЕМІЩЕННЯМИ ПРИ ІНДУКЦІЙНОМУ  
НАПЛАВЛЕННІ ТОНКИХ СТАЛЕВИХ ДИСКІВ**

**Ch. Pulka, Dr., Prof., M. Myhalishyn Ph. D., Prof., V. Senchyshyn, M. Sharyk, V. Gavrilyuk**

**RESIDUAL DISPLACEMENTS CONTROL IN INDUCTION SURFACING OF THIN  
STEEL DISCS**

В процесі індукційного наплавлення робочої кромки металевих конструкцій (тонких сталевих дисків суцільної або зубчатої форми) товщиною 2...5мм зносостійкими порошкоподібними твердими сплавами в готовій деталі виникають залишкові напруження і переміщення, які приводять до зміни конструктивних розмірів деталі. Залишкові переміщення залежать від геометричних розмірів диска, товщини шару наплавляючого металу та фізико-механічних характеристик відповідно основного та наплавляючого матеріалів. З метою отримання деталей із заданою характеристикою виробу, виникає необхідність в розробленні математичної моделі протікання всіх стадій процесу наплавлення та охолодження.

Напруження та переміщення зумовлені різними причинами. Найважливішою є та, що матеріали основного та наплавленого шарів металу мають різні механічні та теплофізичні властивості і перш за все коефіцієнти температурного розширення  $\alpha_t$ . При наплавленні бажано щоби ці коефіцієнти були максимально наближені один до одного.

Проблемі теоретичного визначення залишкових деформацій, переміщень та напружень, що виникають в результаті наплавлення кромки тонких пластин або зварювання, присвячено цілий ряд досліджень [1-2]. Основною особливістю роботи [1] є те що розглядаються прямокутні пластини з прямолінійною кромкою. В роботах [1,2] запропоновано числові методи розрахунку зварних деформацій і напружень на основі загальних фізичних співвідношень термопластичності і повзучості, причому не враховуються згинні деформації в пластинах. В роботі [2] пропонується інженерна методика визначення осесиметричних залишкових напружень в круглому диску, зовнішня кромка якого наплавлена рівномірно по всій товщині і по довжині.

В публікації [4] авторами розроблена математична модель, яка дозволяє визначати поля залишкових напружень, деформацій та переміщень, які виникають в процесі індукційного наплавлення тонких сталевих дисків в

залежності від геометричних розмірів дисків і наплавленого шару металу, а також механічних та теплофізичних їх характеристик.

Проведені експериментальні дослідження по наплавленню дисків, виготовлених із сталі Ст.3 наплавленого сплаву ПГ-С1 товщиною 0.8...1.5 мм показали, що прогини дисків достатньо добре узгоджуються з прогинами які отримані аналітично-числовим методом. Максимальне відхилення прогину складає до 10%.

В роботі [5] також досліджено той факт, що для багатьох матеріалів в досить широкому діапазоні зміни температури добуток модуля пружності і коефіцієнта температурного розширення основного і наплавленого металу  $E \cdot \alpha_T = \text{const}$  і на цій основі отримано спрощені розрахункові формули з побудовою відповідних алгоритмів для визначення залишкових напружень та переміщень.

На основі отриманих результатів можливе керування залишковими переміщеннями (прогинами) ножів-гичкорізів з метою отримання виробів з заданими експлуатаційними та геометричними характеристиками, ( за рахунок різних значень градієнтів температур по радіусу диска).

### Література.

1. Великоиваненко Е.А., Махненко В.И. Численное решение плоской задачи теории неізотермического пластического течения применительно к сварочному нагреву, «Физика и химия обработки материалов»,- №4,- 1968.- С. 81-96.
2. Шаблій О.Н., Михайлишин М.С. Определение полей остаточных перемещений, деформаций и напряжений возникающих в результате наплавки тонкой пологой конической оболочки., «Математические методы и физико-механические поля»,- №7,- 1978.- С. 90-95.
3. Сварные строительные конструкции: В 3т. Т. 1. Основы проектирования конструкций/ Под ред. Л.М. Лобанова. К.: Наук. думка,- 1993.-416 с.
4. О.Шаблій, М.Михайлишин, В.Михайлишин, Ч.Пулька. Математичне моделювання виникнення залишкових напружень, деформацій та переміщень при індукційному наплавленні тонких сталевих дисків// Вісник Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя,- 1998.-Т.3. Число 4,-С.5-12.
5. Пулька Ч.В. Технологічна та енергетична ефективність індукційного наплавлення тонких сталевих дисків: дис. ... доктора техн. наук: 05.03.06 / Пулька Чеслав Вікторович –К.,- 2006.-368 с.

## УДК 621.8

**Р. Рогатинський, д-р. техн. наук., проф., О. Дмитрів, канд. техн. наук, доц., Д. Дмитрів, канд. техн. наук, доц., М. Грубенюк**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

### ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТОКУ ВАНТАЖУ В ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРАХ

**R. Rogatynskyi, Dr., Prof., O. Dmytriv, Ph.D., Assoc. Prof., O. Dmytriv, Ph.D., Assoc. Pprof., M. Grubenyuk.**

### STUDYING THE FLOW OF THE CARGO IN THE SCREW CONVEYORS

Моделі транспортування вантажу гвинтовими конвеєрами на основі представлення його матеріальною частинкою не в повній мірі відповідають реальному процесу. Більш адекватними є моделі, що ґрунтуються на допущенні пошарового руху вантажу по поверхнях гвинтового конвеєра. Нехай в декартовій системі координат спіраль гвинтового конвеєра радіусом  $R$  запишеться у параметричному вигляді як

$$x = \rho \cos(\varphi - \omega t); \quad y = \rho \sin(\varphi - \omega t); \quad z = c\varphi,$$

де  $\rho$  та  $\varphi$  - радіальний та кутовий параметри гвинтової поверхні,  $\rho \leq R$ ;  $c$  - параметр кроку  $T$  гвинтової спіралі,  $c = T/(2\pi)$ ;  $\omega$  - кутова швидкість обертання спіралі.

Розглянемо потік вантажу при транспортуванні ГК в спеціальній гвинтовій системі координат  $Onbt$ , осі якої є географіями векторів супроводжуючого трикутника  $Ontb$  гвинтової твірної, де вісь  $On$  направлена по нормалі  $\vec{n}$  до гвинтової лінії,  $Ob$  - по бінормалі, а  $Ot$  - по дотичній.

Зв'язок системи  $O\rho bt$  із декартовою системою координат  $Oxyz$  має вигляд:

$$n = \sqrt{(x^2 + y^2)}; \quad t = \theta \sqrt{n^2 + c^2}; \quad b = (z - c\theta)n / \sqrt{n^2 + c^2}, \quad (1)$$

де  $n$  - радіальний параметр виділеного елемента потоку,  $n = \rho$ ;  $\theta$  - кутовий параметр виділеного елемента потоку,  $\theta = \varphi - \omega t$ ;  $b$  - висота розміщення частинок потоку над поверхнею спіралі.

Допускаємо можливість пошарового руху, наприклад для вертикальних швидкохідних конвеєрів, у яких реалізується гвинтова симетрія. Тоді радіальна  $v_n$  та бінормальна  $v_b$  складові швидкостей довільного виділеного об'єму вантажу відсутні чи, порівняно із його тангенціальною складовою  $v_t$  є незначними, а тому  $v_n = v_b = 0$ ,  $v_A = v_t \vec{t}$ . Швидкості деформації в потоці вантажу з пошаровим рухом будуть:

$$\dot{\epsilon}_n = \dot{\epsilon}_t = \dot{\epsilon}_b = \gamma_{nb} = 0; \quad \dot{\gamma}_{nt} = \frac{\partial v_t}{\partial n} - kv_t; \quad \dot{\gamma}_{tb} = \frac{\partial v_t}{\partial b} = 0, \quad (2)$$

де  $\dot{\epsilon}_n$ ,  $\dot{\epsilon}_t$ ,  $\dot{\epsilon}_b$  - лінійні швидкості деформацій в системі  $Onbt$ ;  $\gamma_{nt}$ ,  $\gamma_{nb}$ ,  $\gamma_{tb}$  - відповідно, кутові швидкості деформацій;  $k$  - кривизна гвинтової траєкторії потоку,  $k = n/(n^2 + c^2)$ .

Прийmemo, що в динамічному потоці нормальні напруження  $\sigma_n = \sigma_t = \sigma_b = p$ , де  $p$  - середньостатистичний тиск, а з тангенціальних напружень  $\tau_{nb} = 0$

Відповідно система рівнянь рівноваги виділеного елементарного об'єму буде

$$\begin{cases} \partial p / \partial n - \rho^2 \omega_{\Pi}^2 = 0 \\ \partial \tau_{nt} / \partial n + \partial \tau_{bn} / \partial b + 2k\tau_{nt} - \rho g \sin \alpha = 0, \\ \partial p / \partial b - 2\chi\tau_{nt} - \rho g \cos \alpha = 0 \end{cases} \quad (3)$$

де  $\chi$  - кривина та кручення гвинтової лінії потоку;  $\alpha$  - кут її підйому  $\alpha = \arctg(c/2\pi\rho)$ .



Для сухих сипучих зернових нев'язких матеріалів прийємо умову розподілу внутрішнього тертя згідно закону Амонтона-Кулона:  $\bar{\tau} = -\mu p \Delta \bar{v} / |\Delta v|$ , де  $\Delta \bar{v} = d\bar{r}_i / dt - d\bar{r}_j / dt$  – відносна швидкість між розглядуваними шарами.

Оскільки для ізотропного сипкого середовища осі тензора напружень співпадають із осями тензора деформацій, то для вологих сипких матеріалів приймаємо модель псевдо в'язкого середовища із зв'язком між відповідними тензорами  $\tau_{ij} = \eta \gamma_{ij}$ , де  $\eta$  – параметр динамічної в'язкості, що в загальному випадку залежить від швидкості деформацій і, для пошарового руху,  $\eta = \eta(v_t)$

Допустимо, що дотичні напруження визначаються тільки середньо статичним тиском  $p$ :

$$|\tau_{in}| = |\tau_{ib}| = \mu p. \quad (4)$$

Тоді із врахуванням третього рівняння системи (3) та рівняння (4) розподіл середньостатистичного тиску по потоці

$$p = \frac{g \cos \alpha}{2 \chi \mu} - \left( 1 - e^{-\frac{2 \chi (b_0 - b)}{\mu}} \right). \quad (5)$$

де  $b_0 = b_0(n)$  – лінія нульового рівня потоку, визначається із рівняння

$$\frac{\partial b_0}{\partial n} = \frac{\omega_{\Pi}^2 n (\mu + \operatorname{ctg} \alpha)}{b (g \operatorname{cosec} \alpha - n \omega_{\Pi}^2)}. \quad (6)$$

Розподіл швидкостей у потоці згідно (2)

$$\frac{\partial v_t}{\partial \rho} - k v_t = \frac{\partial v_t}{\partial b}. \quad (7)$$

Швидкість  $v_t$  представляли у вигляді залежності

$$v_t = \sqrt{n^2 + c^2} \cdot f(n, b). \quad (8)$$

Підставляючи (8) в (9) отримуємо співвідношення  $\partial f(n, b) / \partial n = f(n, b) / \partial b$ .

За цією умовою можна підібрати апроксимаційні залежності для розподілу осової складової швидкості потоку  $v_z$  та його кутової швидкості  $\omega_{\Pi}$

$$v_z = k_{\Sigma} c \omega \exp(b + n)^{\xi}; \quad \omega_{\Pi} = \omega [1 - k_{\Sigma} \exp(b + n)^{\xi}], \quad (9)$$

де:  $k_{\Sigma}$  та  $\xi$  – параметри, що визначаються із граничних умов та забезпечення середньої швидкості за заданим розходом чи експериментально.

Для випадку транспортування абсолютно зв'язного вантажу  $\xi = 0$ , а  $k_{\Sigma}$  залежить від умов транспортування, для тихохідних горизонтальних конвєсрів  $k_{\Sigma} = 1/e$ , для швидкохідного горизонтального (ідеальне транспортування) –  $k_{\Sigma} = 1/[e + e \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1)]$ .

Виведені залежності дозволяють встановити характер потоку вантажу при його транспортування гвинтовими конвєсрами та його кінематичні та динамічні параметри.

**УДК 621.396.019.3**

**Р.Склярів, канд. техн. наук, доц., А. Гагалюк, канд. техн. наук**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ**

**R.Skliarov, Ph.D. Assoc. Prof., A.Gagaliuk, Ph.D.**  
**NEURAL NETWORKS METHOD FOR FORECASTING DESIGN MACHIN**

Основною метою прогнозування є підготовка інформації для прийняття рішення і вироблення необхідних керуючих дій на процес розвитку об'єкту прогнозування. Ця інформація повинна містити цільові вимоги до об'єкту прогнозування, опис об'єкту, можливих варіантів його розвитку, правила і критерії відбору оптимальних варіантів розвитку об'єкту прогнозування.

Металорізальний верстат відноситься до тієї групи технічних систем, які розвиваються згідно закону прогресивного розвитку техніки. Еволюційні зміни, які відбуваються в конструкції верстата, здебільшого викликані вимогами підвищення продуктивності, точності та надійності.

Характер розвитку верстата звичайно проявляється в межах одного і того ж самого технічного принципу, а сам розвиток є результатом модернізації його конструкції і параметрів окремих компонентів (вузлів). Оскільки існує певна межа подальшої модернізації верстату (в межах існуючого технічного принципу), то розвиток його параметрів з часом досягає рівня насичення. Це характерно для технічних систем, які мають тривалу історію розвитку. Для того, щоб вийти на рівень насичення, необхідно використати новий технічний принцип.

Інформаційні методи прогнозування широко використовуються при прогнозуванні розвитку металорізальних верстатів, вони дозволяють встановити зовнішні, узагальнені прояви структурних і конструктивних змін.

На сьогоднішній день важливим є використання нових підходів до прогнозування, які би дозволяли ефективно використовувати сучасні обчислювальні ресурси. До таких підходів можна віднести використання нейронних обчислювальних мереж.

На першому етапі на основі принципу раціонального поєднання інформаційних і математичних компонентів слід сформулювати модель металорізального верстата яка буде володіти адекватним комплексом властивостей і буде придатною для обчислювального експерименту.

Інформаційні компоненти, що відображають зв'язки між елементами моделі, доцільно представляти у формі нейромереж, перевага яких пов'язана з гнучкістю моделювання і можливістю застосування процедури навчання.

Серед багатьох програмних способів побудови нейромереж можна виділити дві базові архітектури - багатошарові і повнозв'язні мережі. Найбільше використання мають багатошарові мережі, в яких нейрони розташовуються в кілька шарів. Нейрони першого шару отримують вхідні сигнали, перетворюють їх і через точки розгалуження передають нейронам другого шару. Аналогічно-реалізується функціонування наступних шарів аж до кінцевого, який видає вихідні сигнали для інтерпретатора і користувача.

Важливим етапом є проведення навчання мережі. Ефективним є навчання за методом зворотного поширення помилки, при якому доцільним є використання еталонних даних. Це дозволить виявити сталі залежності між наборами параметрів якібудуть вивчатися на основі багатошаровихнейромереж.

УДК 631.356

Г. Цьонь, В. Барановський, д-р. техн. наук, проф.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## АНАЛІЗ ТЕОРЕТИЧНО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГИЧКОЗБИРАЛЬНИХ МОДУЛІВ

A. Tson, V. Baranovsky, Dr., prof.

### ANALYSIS OF THEORETICAL AND EXPERIMENTAL RESEARCHES OF WORKING ELEMENTS OF HAULM-CUTTING MODULES

Завдання підвищення технічного рівня коренезбиральних машин, основними критеріями оцінки якого є показники якості роботи є актуальним у плані розвитку вітчизняної техніки для збирання коренеплодів буряків.

Теоретичному та експериментальному дослідженню технологічних процесів збирання гички коренеплодів з визначення конструктивно-кінематичних параметрів робочих органів гичкозбиральних машин присвячені праці вчених Аванесова Ю.Б., Березового М.Г., Босого Є.С., Булгакова В.М., Василенка П.М., Василенка А.А., Вовка П.Ф., Гевка Р.Б., Герасимчика В.Г., Зуєва М.М., Корінькова В.А., Мартиненка В.А., Мишина М.А., Погорілого Л.В., Татьяна М.В., Топоровського С.А., Хелемендика М.М. та ряд інших зарубіжних дослідників [1-6].

За результатами наукових досліджень у них описано основи теорії взаємодії головок коренеплодів з робочими органами роторних гичкорізів і обрізчиків залишків гички з головок коренеплодів, викладено методики проведення експериментальних досліджень.

У працях Босого Є.С. наведено результати досліджень гичкозрізувальних апаратів, де було встановлено горизонтальну  $\mathcal{G}_s$  та колову  $\mathcal{G}_k$  швидкість копіра у момент його контакту з головкою коренеплоду та горизонтальну складову  $R_s$  рівнодіючої сили нормального тиску копіра на головку коренеплоду з умови його невивалювання з ґрунту:

$$\mathcal{G}_s = \mathcal{G}_M - \mathcal{G}_K \cos \alpha_o = 0; \mathcal{G}_k = \mathcal{G}_M / [1 - (h / d_k)]; \quad (1.1)$$

$$R_s = N \sin(\alpha_k + \varphi) / \cos \varphi \leq [P_s], \quad (1.2)$$

де  $\mathcal{G}_M$  – поступальна швидкість руху машини;  $\alpha_o$  – кут зустрічі щупа-копіра з коренеплодом;  $h$  – висота головки коренеплоду над рівнем ґрунту;  $d_k$  – діаметр щупа-копіра;  $N$  – сила нормального тиску та коренеплоду з ґрунту;  $[P_s]$  – допустиме значення сили вивалювання;  $\alpha_k$  – кут нахилу робочої поверхні щупа-копіра до горизонту;  $\varphi$  – кут тертя.

У працях Василенка А.А. та Герасимчика В.Г. [2] розроблено динамічну модель процесу копіювання головок коренеплодів дисковим копіром та зрізування гички з окремого коренеплоду. Дослідження показали, що відстань між коренеплодами у рядку повинна становити  $L \geq 170$  мм. За менших інтервалів  $L$  необхідна якість обрізування досягається в тому випадку, коли різниця рівнів положень головок коренеплодів відносно поверхні ґрунту не перевищує 3,0...3,5 см.

Л.В. Погорілий [4] визначив умову нормального зрізування гички з головок коренеплодів на основі врахування їх основних характеристик і вертикального зазору  $b_g$  між копіром і ножом гичкозрізувального апарату (рис. 1.1а), а також наявних відхилень різального апарату під час процесу копіювання головок коренеплодів (рис. 1.1б).

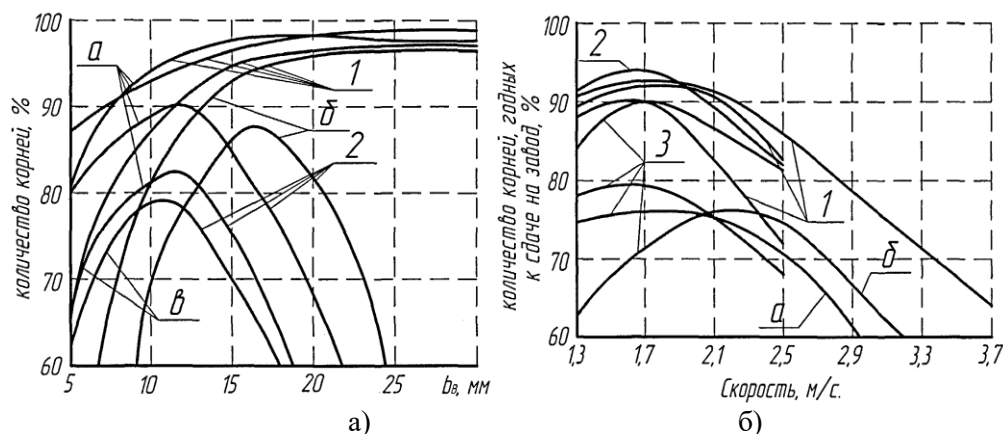


Рисунок 1.1 – Залежність якості обрізування залишків гички з головок коренеплідів:

а – від величини зазору  $b_g$ ; б – від швидкості руху гичкозрізувального апарату

У роботах Погорілого Л.В. і Татянка М.В. [4, 5] було проведено аналіз динаміки та кінематики копіювання і обрізування ізольованого коренеплоду. Було встановлено що оптимальна маса рухомих частин обрізника повинна складати  $M_n \leq 12$  кг. В.М. Булгаков [2] досліджував процес взаємодії пасивного копіра з коренеплодом. Методика вибору граничних значень основних параметрів дискового ножа, що використовується для зрізування гички цукрових буряків була розроблена В.Я. Аніловичом та І.П. Сичовим [3]. Побудована номограма дозволяє визначати значення товщини кромки та кута заточування ножа. Ними встановлено, що нижнє розташування фаски підвищує якість обрізування коренеплідів.

На основі проведених досліджень Татянка М.В. отримав графічні залежності, які характеризують якість обрізування головок коренеплідів від їх висоти розташування відносно рівня поверхні ґрунту, висоти коронки, відстані між коренеплодами у рядку, відхилення коренеплідів від осевої лінії рядка тощо [5].

Аванесов Ю.Б. стверджує, що для типових умов лісостепової зони цілеспрямовано використовувати гичкозрізаючі апарати з гребінчастим копіром і активним ножом. Застосування такої конструкції дозволяє понизити масу і підвищити оптимальну швидкість до 2,0 м/с [1]. За рахунок вдосконалення конструкції очисників головок робочі швидкості гичкозрізаючих машин можуть бути підвищені до 2,7 м/с.

Аналізуючи існуючі методики розрахунку процесів можна стверджувати про те, що недостатньо точно враховуються особливості виконання даних технологічних операцій для збирання гички коренеплідів кормових буряків, в зв'язку з чим існує потреба у розробці та апробації досконаліших математичних моделей взаємодії гичкозрізувального робочого органу з коренеплодами.

#### Література:

1. Аванесов Ю.Б., Бессарабов В.И., Русанов И.И. Свеклоуборочные машины. М. : Колос, 1979. 351 с.
2. Адамчук В.В. Булгаков В.М., Іванишин В.В. Про розробку і створення в Україні сільськогосподарських машин сучасного рівня // Зб. наук. праць Вінницького націон. аграрного університету. Серія: Технічні науки. 2012. Вип. 11. Т. 2 (66). С. 8–14.
3. Анілович В.Я., Сычов И.П., Уксузов Л.А. Исследование влияния профиля лезвия дискового ножа на эффективность процесса обрезки свеклы // Повышение износостойкости и долговечности режущих элементов сельскохозяйственных машин. Материалы Второй научно – технической конференции. ВИСХОМ. М.: 1971. С. 15–23.
4. Погорілий Л.В. Сучасні проблеми землеробської механіки і машинознавства при створенні сільськогосподарської техніки нового покоління // Механізація сільськогосподарського виробництва // Х.: ХДТУСГ, 2003. Вип. 20. С. 10–28.
5. Татянка Н.В. Исследование и усовершенствование аппарата для срезания ботвы с корней сахарной свеклы до их выкопки: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук : спец. 05.20.11 “Механизация сельскохозяйственного производства” / Н.В. Татянка. Х., 1967. 28 с.
6. Хелемендик М.М. Напрями і методирозробкиробочихорганівсільськогосподарських машин. К.: Аграрна наука, 2001. 280 с.

**Секція: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ**

**Голови:** проф. О. Ляшук, проф. П. Попович

**Вчений секретар:** доц. В. Дзюра

**УДК 621.86**

**М. Бабій, канд. техн. наук**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СТРИЧКОВОГО КОНВЕЄРА ДЛЯ  
ТРАНСПОРТУВАННЯ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ**

**M. Babii, Ph.D.**

**PARAMETERS RESEARCH OF RIBBON CONVEYOR FOR TRANSPORTING OF  
LOOSE MATERIALS**

Розвиток виробництва сільськогосподарської продукції поряд з підвищенням рівня логістики переміщення вантажів дозволяє нашій державі займати лідируючі позиції на ринку зерна. Застосування нових технологій та техніки при вирощуванні зернових та зернобобових культур забезпечує високий валовий збір, а їх експорт дає можливість Україні входити в топ-10 найбільших виробників та експортерів цього продукту на світові ринки.

Для зменшення собівартості кінцевого продукту потрібно розвивати логістичну інфраструктуру. До прикладу, Україна володіє дуже потужним портовим потенціалом на побережжях Чорного та Азовського морів. Станом на 2017 р. таких портів налічувалося 13, які мають понад 100 терміналів, не враховуючи порти тимчасово окупованого Криму. Всі ці технологічні об'єкти потрібно обладнати найпродуктивнішим обладнанням з метою зменшення часу на розвантажувально-завантажувальні операції. Крім того, існуюче обладнання повинно бути правильно налаштоване, щоб ККД їх використання був максимальним.

На перевалці зернових матеріалів дуже часто використовують стрічкові конвеєри у вигляді нескінченної гладкої стрічки. Це прості, продуктивні та надійні машини. Але при їх встановленні для перевалки зернового матеріалу з т. А в т. Б часто постає питання, який максимальний кут підйому вони можуть забезпечити при допустимому проковзуванні. транспортера до горизонту;  $P$  – сила інерції.

Представимо залежності описаних сил в розгорнутому вигляді:

$$G = mg, P = ma, F = mg \cos \beta \operatorname{tg} \varphi, \quad (2)$$

Підставляючи вирази (2) в (1), отримаємо

$$\operatorname{tg} \varphi \geq \operatorname{tg} \beta + a / (g \cos \beta). \quad (3)$$

Обґрунтуємо параметри від яких залежатиме допустимий кут підйому в такому транспортері. Умовою переміщення вантажу буде

$$F \geq G \sin \beta + P, \quad (1)$$

де  $F$  – сила тертя;  $G$  – вага частинки;  $\beta$  – кут встановлення

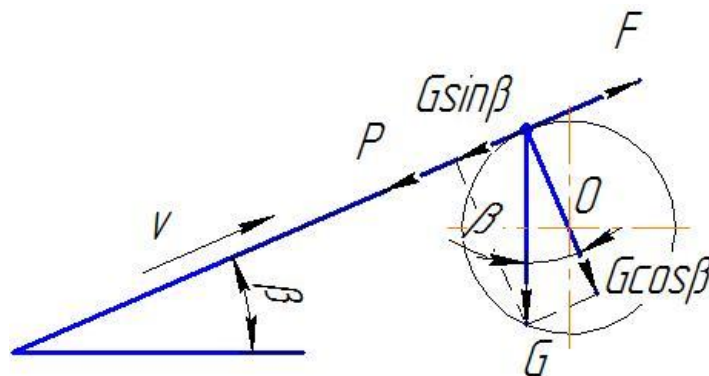


Рисунок 1 – Загальний вигляд та розрахункова сема стрічкового конвеєра

Аналізуючи отриману залежність (3), бачимо, що для неусталеного руху маси на транспортері вона є трансцендентною, оскільки прискорення  $a$  також визначатиметься силою тертя та залежатиме від кута нахилу транспортера  $\beta$ . З іншої сторони, прискорення  $a$  – це похідна величина від швидкості полотна транспортера та відносної швидкості ковзання вантажу по поверхні цього полотна. З цих умов визначається довжина ділянки полотна, на якій вантаж після проковзування набудатиме швидкості полотна. Далі слідує усталений рух вантажу, прискорення при цьому буде рівне нулю, тобто  $a = 0$ . З цього випливає, що для усталеного руху переміщення вантажу граничний кут підйому становитиме

$$\operatorname{tg} \varphi \geq \operatorname{tg} \beta. \quad (4)$$

Отже, кут нахилу транспортера не повинен перевищувати кут тертя між вантажем і полотном.

УДК663.17

П. Босюк, В. Гупка, Р. Пишний, В. Рижак

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## ВИГОТОВЛЕННЯ ФАСОНИК КУТОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ СПАЛЬНИКІВ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

P. Bosiuk, V. Hupka, R. Pyshnyy, V. Ryzhak

## MANUFACTURING PHASONICS OF COUPLING ELEMENTS OF LOADERS OF CARGO VEHICLES

Транспорт - одна із найважливіших галузей народного господарства будь-якої країни. Він забезпечує розвиток всіх видів виробництва, просування товарів до споживачів, задовольняє потреби населення в перевезеннях.

Жоден вантажний автомобіль, який використовується у сфері перевезень не може обійтися без спального, який являє собою навісне обладнання таке ж як і обтічник, який не несе змін в конструкції автомобіля і може бути демонтований в будь-який момент.

Для виготовлення спальників вантажних автомобілів можна застосовувати програму ArtCAM, яка надає ряд можливостей: моделювання поверхонь виробу; створювати трьохвимірну модель; генерування керуючої програми для верстатів з ЧПУ.

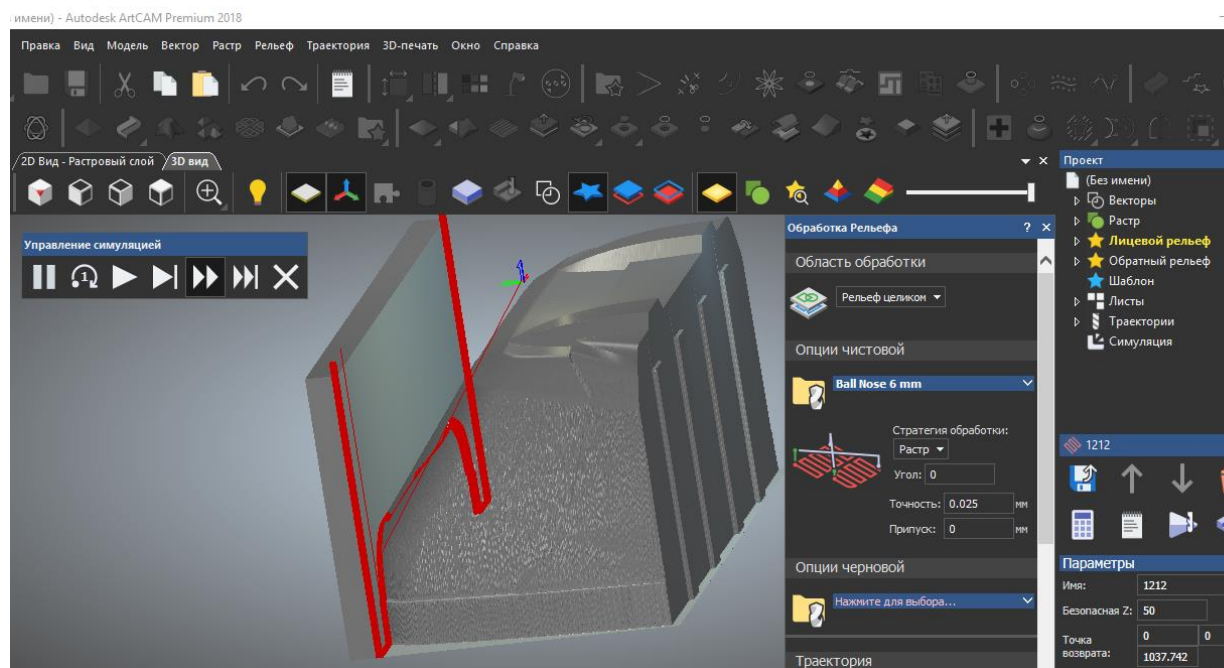


Рисунок 1 – Процес симуляції фрезерування фасоник кутових елементів

### Література

1. Соллогуб, А. В. SolidWorks 2007: Технология трехмерного моделирования / А. В. Соллогуб, З. А. Сабирова. – СПб.:БХВ-Петербург, 2007-352 с.
2. Учебное пособие по ArtCAM-PRO 6. Выпуск: SP2. Выпущено: 2010. 366 с.
3. Должиков В.П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ. Учебное пособие. — 2-е изд., перераб. и доп. — Томск: ТПУ, 2011. — 143 с.

УДК 621.226.5; 62-822

Г.М. Данилишин, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ОБЕРТОВОГО МОМЕНТУ ГІДРОРЕАКТИВНИМИ ТРАНСФОРМАТОРАМИ

G.M. Danylyshyn, Ph.D., Assoc. Prof.

### PECULIARITIES OF THE TORQUE FORMATION BY HYDRO - REACTIVE TRANSFORMERS

Розрахунок трансмісії на основі гідрореактивного трансформатора, котрий включає гідростатичну муфту у вигляді нерегульованих об'ємних насосів з дросельним регулюванням потоку робочої рідини реактивними дроселями, передбачає врахування ряду факторів, насамперед, способу компоновання насосів з приводним двигуном.

Для найпростішої гідрореактивної передачі у вигляді симетричного або збалансованого насоса з реактивним дроселем при жорсткому з'єднанні вала приводного двигуна з валом насоса (корпус насоса та реактивний дросель на виході) момент на насосі  $M_n$  (відповідно крутний момент приводного двигуна  $M_{дв}$ ) формується шляхом зміни відкриття дроселя, обертовий момент  $M_{вих}$  визначається як сума моменту гідростатичної муфти (моменту на насосі  $M_n$ ) та реактивного моменту  $M_R$  на корпусі насоса:

$$M_{ex} = M_{дв} = M_n ; \quad (1)$$

$$M_{вих} = M_{дв} + M_R = M_n + M_R . \quad (2)$$

Коефіцієнт трансформації ктр визначається в даному випадку:

$$k_{тр} = \frac{M_{вих}}{M_{дв}} = 1 + \frac{M_R}{M_n} = 1 + k_R , \quad (3)$$

де  $k_R$  - коефіцієнт реактивного моменту (співвідношення спричиненого даним насосом реактивного моменту  $M_R$  на вихідній ланці до моменту на насосі  $M_n$ ).

Таким чином, при компонованні корпусу насоса на виході передачі насос виконує функцію гідростатичної муфти на всіх режимах роботи, передаючи тільки крутний момент приводного двигуна. Реактивний момент формується безпосередньо на виході передачі при відкритті дроселя.

При жорсткому з'єднанні вала приводного двигуна з корпусом насоса (корпус насоса та реактивний дросель на вході) момент на насосі  $M_n$  визначається як сума моменту приводного двигуна  $M_{дв}$  та реактивного моменту  $M_R$ :

$$M_{ex} = M_{дв} + M_R = M_{дв} + k_R \cdot M_n = M_n ; \quad (4)$$

$$M_{вих} = M_{дв} + M_R = M_n . \quad (5)$$

Коефіцієнт трансформації ктр визначається в даному випадку:

$$k_{тр} = \frac{M_{вих}}{M_{дв}} = \frac{M_n}{M_n - k_R \cdot M_n} = \frac{1}{1 - k_R} . \quad (6)$$

Таким чином, при компонованні корпусу насоса на вході передачі насос виконує функцію гідростатичної муфти, передаючи крутний момент приводного двигуна на прямій передачі. Ця функція зберігається і при трансформуванні моменту з формуванням додатково до крутного моменту приводного двигуна реактивного моменту на вході передачі.



УДК663.17

М. Левкович, канд. техн. наук, доц., М. Сіправська, Ю. Нікітюк  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СПАЛЬНИКІВ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

М. Levkovych, Ph.D, Assoc. Prof., M. Sipravs'ka, Yu. Nikitiuk  
SOFTWARE FOR MANUFACTURE OF LOADERS OF CARGO CARS

Автомобільні вантажоперевезення є невід'ємною ланкою, що пов'язує виробника й кінцевого споживача в будь-якій сфері бізнесу, будь то торгівля, виробництво або виготовлення товарів широкого вжитку. Тому важко переоцінити важливість послуг з перевезення вантажів автомобільним транспортом. Автоперевезення відрізняються цілим рядом переваг. По-перше, це можливість доставки вантажу в будь-який час і місце, зручне для замовника. По-друге, подібні вантажоперевезення дозволяють транспортувати товар прямо до місця призначення. По-третє, вони здійснюються по найбільш вигідному для клієнта маршруту.

На теперішній час при перевезенні вантажів ряд європейських країн оголосили про зміну вимог щодо автодорожнього каботажного вантажоперевезення щодо заборони проведення щотижневого відпочинку водіїв у кабіні транспортного засобу.

Отже, жоден автомобіль який використовується у сфері вантажних перевезень не може обійтися без спальника, який являє собою навісне обладнання таке ж як і обтічник, який не несе змін в конструкції автомобіля і може бути демонтований в будь-який момент.

При виготовленні спальників автомобілів можна використовувати програму Solidworks для 3D моделювання. Приклад такого застосування представлений на рис. 1.

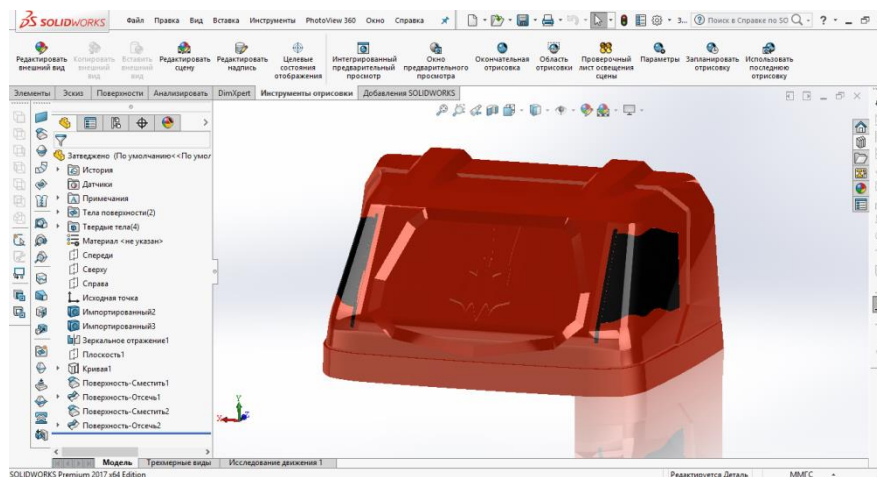


Рисунок 1 – 3D модель спальника автомобіля

### Література

1. Соллогуб, А. В. SolidWorks 2007: Технология трехмерного моделирования / А. В. Соллогуб, З. А. Сабирова. – СПб.:БХВ-Петербург, 2007-352 с.
2. <http://enanta.com.ua/mizhnarodni-vantazhni-perevezennya-2.html>
3. <https://www.cargo-ukraine.com/uk/stari-krayini-chleni-yes-posilyuyut-pravila-na-vantazhni-perevezennya-po-yevropi/>
4. <https://arilon.by/boksy-spalniki/transit/>

**УДК 656.025.2**

**В. Муж, канд. юрид. наук, О. Цьонь, канд. техн. наук, доц**  
Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя

## **ПРАВОВІ МЕХАНІЗМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

**V. Muzh, Ph.D., O. Tson, Ph.D., Assoc. Prof.**  
**LEGAL MECHANISMS FOR SECURITY OF PASSENGER TRANSPORTATION**

Транспорт є однією із найбільш розвинутих галузей народного господарства, що забезпечує реалізацію потреб населення та виробництва в усіх видах перевезень, а також виступає головним чинником функціонування матеріального виробництва та сфери обслуговування. Важлива роль у формуванні зовнішньоекономічних зв'язків України та Тернопільської області зокрема належить транспорту без якого неможлива інтеграція України у загальносвітову економічну систему.

Забезпечення безпеки пасажирських перевезень є одним з пріоритетних напрямків транспортної галузі в цілому залишивши позаду якість послуг, оскільки впливає з фундаментальних, природних прав людини, таких як право на життя, здоров'я та лежить в основі державних гарантій їх захисту.

Питання безпеки пасажирських перевезень залишається актуальним також через невітшну статистику правопорушень на транспорті. Так станом на початок серпня 2018 року підрозділами Національної поліції було перевірено 11 101 транспортний засіб, які здійснюють перевезення пасажирів та складено 4650 матеріалів про адміністративні правопорушення. 6 серпня цього ж року було оглянуто 48 278 транспортних засобів, які використовуються для надання послуг із перевезення пасажирів. Серед них виявлено 1191 технічно несправних, що становить близько 2,5% від оглянутих, у тому числі 214 - переобладнані із порушенням відповідних правил, норм і стандартів. Також було виявлено 9602 порушення ПДР та Правил перевезення пасажирів [1].

Цілком очевидно, що без втручання з боку держави забезпечити безпеку пасажирським перевезень не є можливим. Відповідно досягнути високого рівня захищеності суспільних відносин у цій сфері без належного та дієвого регулятора також не є в повній мірі виправданим.

Таким регулятором, який покликаний встановлювати норми та правила поведінки в певній галузі, зокрема в галузі пасажирських перевезень є право разом із механізмами реалізації поставлених на нього завдань.

Мабуть аксіомою є твердження, що головним механізмом забезпечення безпеки перевезень є встановлення відповідальності (кримінальної, адміністративної, цивільно-правової) за вчинення правопорушень на транспорті[2, 3].

Встановленням відповідальності приділена значна увагу з боку законодавця нашої держави, а саме: розділ XI Кримінального кодексу України («Злочини проти безпеки руху та експлуатації транспорту»); глава 10 Кодексу України про адміністративні правопорушення («Адміністративні правопорушення на транспорті, в галузі шляхового господарства і зв'язку»), глава 82 Цивільного кодексу України («Відшкодування шкоди») [4].

Поза увагою все ж залишаються способи та методи, які мають превентивний характер, відображаються у свідомості громадян чинником добровільного виконання правових приписів. До них, на нашу думку, слід віднести роз'яснювальну роботу органів МВС, профспілок працівників сфери послуг пасажирських перевезень чи їх об'єднань, а також інформаційну пропаганду безпеки дорожнього руху.

Однак, не варто ототожнювати роз'яснювальну роботу МВС України з проведенням тимчасових заходів, зокрема таких як операція «Перевізник». Вони на нашу думку, мають не постійний характер. Якщо протягом часу проведення операції кількість правопорушень і зменшується, то тільки завдяки меті порушників уникнути відповідальності без бажання не вчиняти правопорушень у майбутньому, тобто саме такі заходи не досягають головної мети – припинити ріст правопорушень.

Наша позиція полягає у тому, щоб завданням органів МВС було попередження, профілактика правопорушень, а не виконання каральної функції протоколювання уже вчинених правопорушень. У деяких випадках «попередження» чи «усне зауваження» можуть бути більш дієвими в порівнянні з накладенням штрафу.

У цьому контексті вважаємо за доцільне прийняття нормативно-правового акта, яким потрібно врегулювати проведення органами МВС роз'яснювальної та виховної роботи з перевізниками та взаємодію з органами (федераціями) профспілок, громадських об'єднань тощо.

З позитивних тенденцій в ракурсі інформаційної пропаганди слід відмітити розміщення соціальної реклами вздовж автомобільних шляхів, хоча такі заходи не є цілком достатніми. Варто застосовувати в повній мірі можливості засобів масової інформації для досягнення мети безпеки дорожнього руху.

Наведене засвідчує про безумовну важливість та актуальність забезпечення безпеки пасажирських перевезень через жажливі наслідки, до яких може призвести її нехтування.

Аналіз законодавства показує, що більшість механізмів забезпечення безпеки покликані виконувати саме каральну функцію. Тому актуальним залишається питання запровадження правових механізмів превентивного характеру, які спрямовані на формування у свідомості громадян поваги та відповідно виконання норм і правил пасажирських перевезень.

## **Література**

1. Офіційний веб-сайт МВС України [Електронний ресурс] / режим доступу до ресурсу:

[https://mvs.gov.ua/ua/news/14962\\_Sergiy\\_YAroviy\\_Dlya\\_policii\\_principovo\\_vazhlivim\\_pitannya\\_m\\_lishatsya\\_pitannya\\_bezpeki\\_dorozhnogo\\_ruhu\\_FOTO\\_VIDEO.htm](https://mvs.gov.ua/ua/news/14962_Sergiy_YAroviy_Dlya_policii_principovo_vazhlivim_pitannya_m_lishatsya_pitannya_bezpeki_dorozhnogo_ruhu_FOTO_VIDEO.htm).

2. Цьонь О.П. Правові аспекти організації перевезень вантажів у міжнародному сполученні / Цьонь О.П. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Випуск 169. «Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу», «Транспортні технології» Х.: ХНТУСГ імені Петра Василенка, 2016. – с.209-211.

3. Гуменюк І.Д. Характеристика автомобільної галузі України / І.Д. Гуменюк, О.П. Цьонь // Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 17–18 листоп. 2016.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2016. – с. 345.

4. Цьонь О.П.

Особливості організації та технічного забезпечення перевезень окремих класів небезпечних вантажів автомобільним транспортом / О.П. Цьонь, О.Л. Ляшук, Ю.Я. Вовк // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортно-логістичного комплексів №11. – Харків, 2018 – с. 76-80.

УДК 670.191.33

М.Сташків, канд. техн. наук, доц., О.Цьонь, канд. техн. наук., доц., І.Бортник  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## СКІНЧЕНО - ЕЛЕМЕНТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КУТОВОЇ ТРІЩИНИ ПРИ ЗГІНІ ТОНКОСТІННОГО СТЕРЖНЯ КОРОБЧАТОГО ПРОФІЛЮ

M.Stashkiv, Ph.D., Assoc. Prof., O.Tson, Ph.D., Assoc. Prof., I.Bortnyk  
FINITE ELEMENT MODELING OF THE CORNER - CRACK IN THE THIN-WALLED BOX BEAM UNDER BENDING

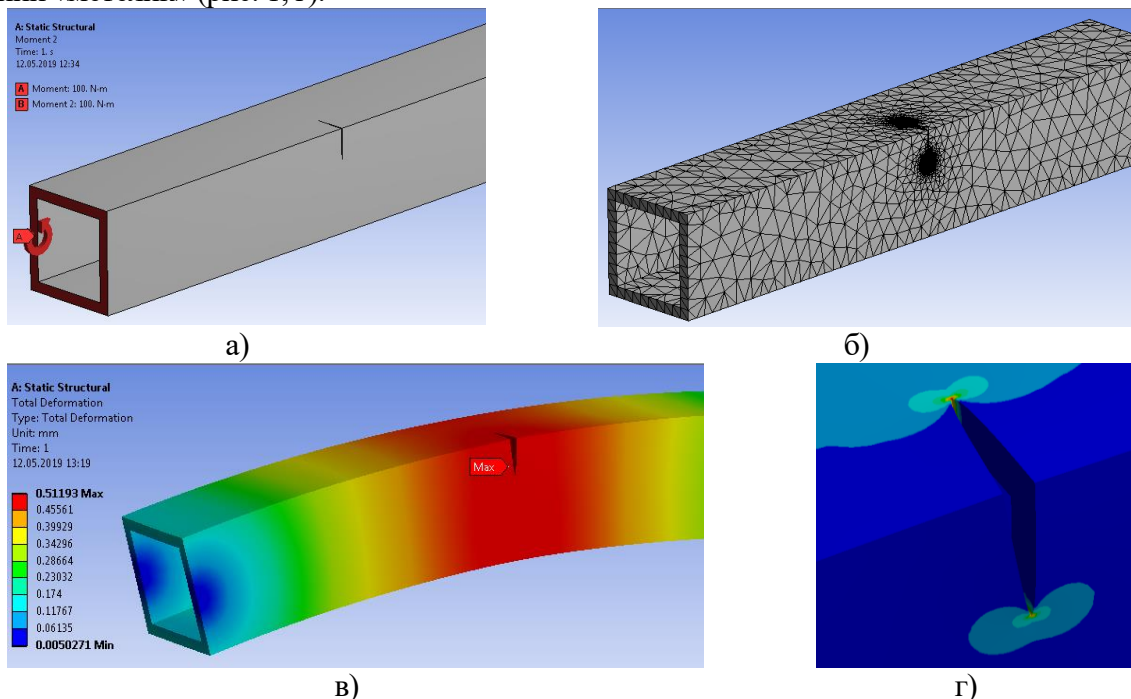
Для виготовлення несучих конструкцій машин та споруд широко застосовуються тонкостінні елементи з різноманітною формою поперечного перетину. Такі елементи досить часто мають конструктивні чи технологічні концентратори напружень, які в умовах експлуатації приводять до накопичення пошкоджень та утворення тріщин.

Авторами було запропоновано моделі напружено - деформованого стану тонкостінних елементів відкритого профілю з крайовою тріщиною [1, 2].

Мета роботи – змоделювати кутову наскрізну тріщину у тонкостінному елементі замкнутого профілю засобами програмного комплексу ANSYS Workbench Academic.

Об'єкт дослідження – коефіцієнт інтенсивності напружень (КІН) у вершинах кутової поперечної тріщини у тонкостінному коробчастому профілі при чистому згині.

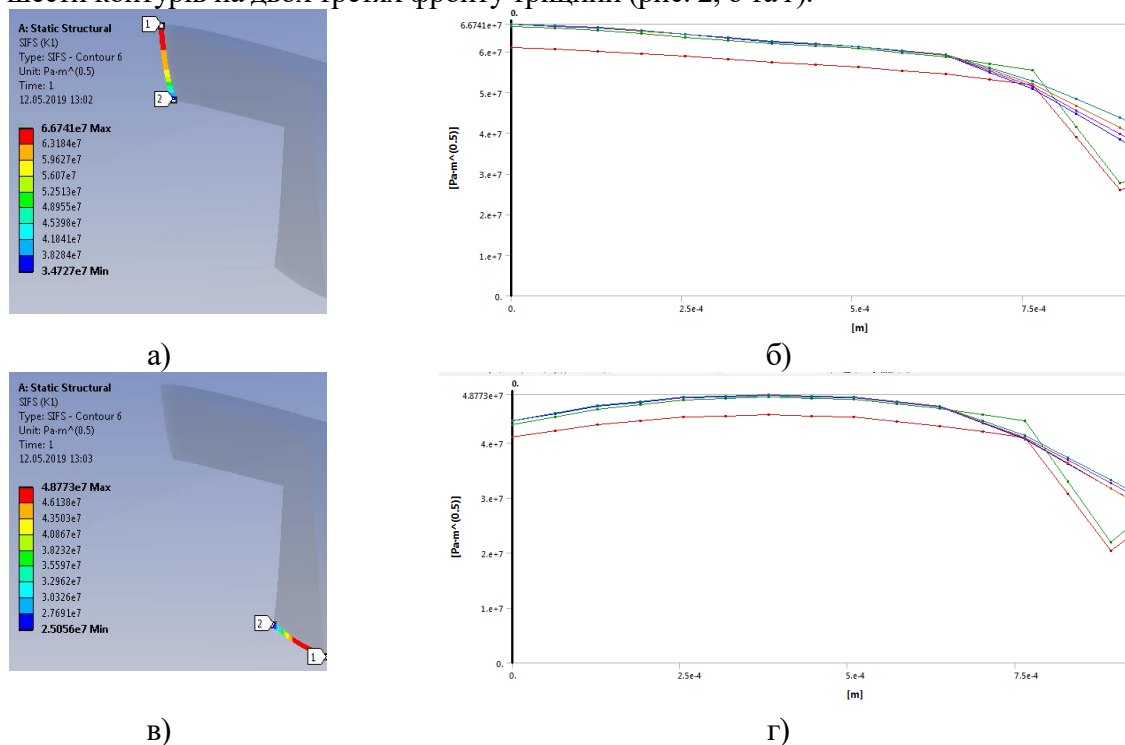
Для моделювання кутової тріщини засобами ANSYS Workbench Academic застосовано опцію Pre-Meshed Crack. Сітку скінчених елементів (рис. 1, б) створено методом Tetrahedrons за алгоритмом Patch Conforming з ущільненням локальної сітки у вершині тріщини за допомогою опції Sizing - Sphere of Influence. Розмір тетраедральних елементів глобальної сітки - 5 мм, розміри елементів локальної сітки - 0,1 мм. Максимальний прогин тонкостінного стержня у центральній частині становить близько 0,5 мм (рис. 1, в). У вершинах тріщин чітко проявляються зони пластичного деформування характерної форми, – так званій «метелик» (рис. 1, г).



а – схема навантаження тонкостінного стержня; б – кінцево-елементна сітка;  
в – деформація стержня; г – зони пластичних деформацій у вершинах тріщини  
Рис. 1. Моделювання коробчастого профілю з кутовою поперечною тріщиною

За результатами моделювання бачимо, що максимальне значення КІН по фронту тріщини буде на зовнішній стороні стінок профілю (т.1). Крім того, значення КІН для віток тріщини однакової довжини на горизонтальній стінці профілю буде більше, ніж на вертикальній стінці (рис. 2, а та в), що добре узгоджується з дослідженнями [3, 4].

Розрахунок КІН у вершинах кутової тріщини проведено по шести контурах. Модель є достатньо точною, оскільки результати моделювання практично повністю співпадають у п'яти з шести контурів на двох третях фронту тріщини (рис. 2, б та г).



а, в – розподіл КІН по фронту тріщини; б, г – контури наближень розподілу КІН  
Рис. 2. Розподіл КІН по фронту кутової тріщини у тонкостінному коробчастому профілі

Надалі доцільно було б порівняти чисельні значення КІН нормального відриву КІ, отримані при імітаційному моделюванні, з результатами математичного моделювання [3, 4] та дослідити вплив поширення тріщини на характер деформації тонкостінного коробчастого профілю з врахуванням КІН поперечного КІІ та поздовжнього КІІІ зсуву.

### Література

1. Станько А. Моделювання смуги з крайовою поперечною тріщиною при одновісному розтягу / Станько А., Сташків М. // Збірник тез Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“. – Тернопіль: ТНТУ, 2018. – Том 1. – С. 93 – 94.
2. Сташків М. Моделювання розвитку крайової поперечної тріщини при згині тонкостінного елемента відкритого профілю / М.Я. Сташків, О.П. Цьонь, І.М. Бортник // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій“. – Тернопіль: ТНТУ, 2018. – С. 187 – 188.
3. Сташків М. Визначення КІН для кутової наскрізної тріщини у тонкостінному стержні прямокутного профілю при дії згинального моменту // Вісник ТДТУ, 2003. – Т.8. – №3. – С. 32 – 38.
4. Підгурський М., Сташків М. Розвиток наскрізних тріщин в гнутозварних тонкостінних елементах коробчастого профілю // Вісник ТДТУ, 2006. – Т. 11. – № 4. – С. 78 – 86.

**Секція: ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

**Голови:** проф. М. Приймак, проф С. Лупенко, доц. О. Мацюк, проф. О. Пастух.

**Вчений секретар:** ас. Г. Шимчук

**УДК 004.4**

**І. Боднарчук, канд. тех. наук, О. Харченко, канд. тех. наук, доц., Б. Хоміцький, Г. Шимчук**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**ПРОЕКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ В ПРОЕКТАХ З ГНУЧКИМИ МЕТОДАМИ УПРАВЛІННЯ**

**I. Bodnarchuk, O. Kharchenko, B. Khomitskyi, G. Shymchuk**  
**SOFTWARE SYSTEMS ARCHITECTURE DESIGN IN THE PROJECTS WITH FLEXIBLE MANAGEMENT TECHNIQUES**

У зв'язку з широким впровадженням за останнє десятиліття гнучких методів проектування програмних систем (ПС), стали достатньо актуальними проблеми забезпечення їх якості. Особливістю цих методів є те, що проект ділиться на частини (спринти), в кожному з яких реалізується частина функціональності і вони розробляються окремо від формулювання вимог до розгортання. Причому вимоги до ПС можуть змінюватись як в процесі розробки, так і після розгортання, що потребує внесення змін в розроблюваний компонент. Дослідження і врахування впливу цих змін на якість ПС досить складне завдання і, як правило, воно не виконується в Agile Software Development (ASD) [1]. Використання технології TDD, та рефакторинг дозволяють лише виявити помилки та дефекти, виправляти їх, а не контролювати якість [2].

Основними перевагами гнучких методів є те що вони пристосовані до врахування постійної зміни вимог, які аналізуються і уточнюються на початку кожної ітерації. За рахунок цього, а також проведенням неперервного тестування і інтеграції, зменшуються ризики проекту, збільшується його ефективність [1], [2].

Однак, гнучкі методи мають і ряд недоліків, серед яких слід відмітити такі:

- оскільки вимоги в гнучких методах є «полегшеними» і керованими локально в межах кожної ітерації, то можуть з'явитися проблеми з їх стабілізації та узгодження при інтеграції;

- можливі також проблеми з необхідністю створення «гнучкої» архітектури, яку потрібно постійно корегувати для врахування зміни вимог.

Поєднанню процесів архітектурного проектування з процесами гнучкої розробки присвячені роботи [3], [4]. В них виділяються два етапи розробки, на першому з яких виконується архітектурне проектування і вибір базової архітектури, а на другому – реалізується процедура «гнучкої» зміни архітектури. Для забезпечення змінюваності архітектури пропонується на етапі

архітектурного аналізу виявляти «точки змін», та будувати «профілі змін» на основі відповідей всіх членів команди, причетних до розробки ПС, на запитання контрольного списку. Але внесення змін в архітектуру в ASD і оцінювання відповідності її вимогам якості відбуваються шляхом аналізу відповідей експертів на запитання «контрольного списку», що є досить суб'єктивним і неточним.

В даній роботі пропонується для поєднання архітектурного проектування і гнучких методів розробки контролювати якість зміненої архітектури обчисленням цільової функції, побудованої методом групового урахування аргументів (МГУА). Це дозволить оперативно отримати оцінки якості і прийняти рішення про продовження процедури ASD або перехід на процедуру перепроєктування архітектури. Особливістю алгоритмів МГУА полягає в тому, що вид базисної функції, клас рівнянь і структура моделей встановлюється об'єктивним способом за допомогою перебору варіантів та вибору найкращого варіанту за обраними критеріями.

Оцінювання та вибір архітектури з множини альтернатив на першому етапі виконується методом аналізу ієрархій (МАІ), який менш трудомісткий порівняно зі сценарними методами, добре формалізований і дозволяє автоматизувати процедури оцінювання.

На другому етапі в ітераціях ASD проводиться оптимізація змін архітектури методом «заміщення-компенсації», який дозволяє узгодити зміни архітектури зі зміною критеріїв її якості. При внесенні суттєвих змін в архітектуру виконується оцінювання і перевірка відповідності якості зміненої архітектури вимогам. При незадовільній якості відбувається перехід на операції першого етапу, перепроєктування і заміна базової архітектури.

Процес поєднання архітектурного проектування з гнучкими методами створення ПС включає декілька процедур, які об'єднані в дві групи і виконуються в два етапи. На першому етапі формуються вимоги до програмної системи у відповідності зі стандартом ISO/IEC 25030. В подальшому ці вимоги комунікуються в вимоги до архітектури з використанням методу QFD, або методом базових протоколів [5, 6], визначаються критерії якості, які є оцінками виконання певних вимог.

З врахуванням вимог створюються альтернативні архітектури за технологією, яка залежить від прийнятого стилю документування (view) [7]. Для забезпечення варіативності архітектури зручним є стиль шарів в якому кожній альтернативі відповідає певний набір патернів, розміщених у відповідних шарах. Цей стиль широко використовується при розробці ПС, наприклад Microsoft, і є досить продуктивним, оскільки на даний час створено велику кількість патернів [7]. Для внесення змін в архітектуру досить змінити певний патерн або замінити його на альтернативний з існуючого репозиторію.

Для оцінювання альтернатив обчислюються їх відносні оцінки по кожному з критеріїв якості з використанням модифікованого (МАІ). Вибір кращого варіанта архітектури виконується методом аналізу компромісів або по значенню інтегрального показника якості [6], [7], [8].

На другому етапі вибраний варіант архітектури впроваджується в гнучкому методі розробки. В разі виявлення нових вимог до ПС, або зміни існуючих, вносяться відповідні зміни в архітектуру. Зміни виконуються шляхом корегування коду відповідного патерну або його заміною на альтернативний. Для дослідження, та оптимізації впливу цих змін на якість проводиться корекція значень критеріїв якості. Процедура корекції розроблена на основі застосування методу «заміщення – компенсації», в якому збільшення деяких критеріїв якості відбувається за рахунок зменшення інших, що дозволяє оптимізувати ці зміни і не виходити за межі бюджету проекту.

Для оперативної оцінки зміненої архітектури можна використати попередньо побудовану оціночну функцію, яку можна було б попередньо побудувати, і застосовувати в ітераціях ASD.

### **Література**

1. Ioannis Stamelos, Panagiotis Stetsos editors / Agile Software Development Quality Assurance / Information Science Reference ,USA, 2007, 257 p.
2. Mistrik I., Tang A., Bahsoon R. Software Architecture practices in Agile enterprise. Hershey: IGI Global, 2012, – pp. 230 – 249.
3. Babar A.M., Brown A., Mistrik I. Agile Software Architecture: aligning agile process and Software Architecture. Morgan Kaufman Elsevier inc. 2014, 410 p.
4. J. Coplien, G.Bjorving. Lean Architecture: for agile software development. // J Willey and Sons ltd.UK, 2010, 351p.
5. Kharchenko A. The method for comparative evaluation of software architecture with accounting of trade-offs // Alexandr Harchenko, Ihor Bodnarchuk, Vasyl Yatcyshyn //American Journal of Information Systems. 2(1) (2014) 20 – 25. Available online at <http://pubs.sciepub.com/ajis/2/1/5>.
6. Харченко О. Г. Проектування архітектури web-застосувань на основі моделі якості / О. Г. Харченко, І. О. Галай, І. О. Боднарчук, В. В. Яцишин // Інженерія програмного забезпечення. – 2010. – № 4. – сс. 26 – 34.
7. Kharchenko A. An Optimal Trade-off Solusion of the Software Architecture Choice Problem // Kharchenko A., Bodnarchuk I., Halay I., Yatcyshyn V. // Journal of Information and Computing Science Vol.11, No.4, 2016, – pp. 281 – 290.
8. Харченко О. Г. Метод багатокритеріальної оптимізації програмної архітектури на основі аналізу компромісів / Харченко О. Г., Боднарчук І. О., Галай І. О. // Інженерія програмного забезпечення. – 2012. – № 3–4 (11–12). – сс. 5 – 12.



**УДК 004.8**

**А. Бріль**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ РОЗПІЗНАВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ**

**A. Bril'**

### **DECISION SUPPORT SYSTEMS BASED ON IMAGE RECOGNITION**

Щороку збільшується тенденція вирішення складних задач розпізнавання елементів на зображенні у наукових областях таких як фізіологія, медицина, що обумовлено автоматизацією, необхідністю образних процесів комунікації в інтелектуальних системах. Один з перспективних напрямів вирішення даної проблеми ґрунтується на застосуванні штучних нейронних мереж та нейрокомп'ютерів, як найбільш прогресивних по відношенню проблем класифікації задач розпізнавання елементів. Відмінною особливістю даних завдань є велика розмірність вхідного простору. Багато підходів до розпізнавання зображень пропускають вхідні дані через фільтр, що проектує вхідний вектор на простір істотно меншої розмірності, після чого розбивають проміжні вектора на класи за допомогою стандартних розпізнавачів. На даний момент запропоновано велику кількість різноманітних архітектур нейронних мереж для розпізнавання об'єктів. Аналіз запропонованих рішень показує, що й досі не існує такої моделі, яка б була кращою серед усіх результуючих показників роботи. Перспективу в удосконаленні архітектури вбачають у згорткових нейронних мережах [1].

Як відомо, багат шарові нейронні мережі отримують вхідні дані після чого трансформують інформацію, проводячи її через ряд прихованих шарів. Кожен прихований шар складається з безлічі нейронів, де кожний нейрон має сильний зв'язок з усіма нейронами в попередньому шарі і де нейрони в якості одного шару повністю незалежні один від одного і не мають спільних з'єднань. Згорткові нейронні мережі користуються тим, що вхідні дані складаються з зображень, і вони обмежують побудову мережі більш розумним шляхом. На відміну від звичайної нейронної мережі, шари згорткової нейронної мережі складаються з нейронів, розташованих в 3-х вимірах: ширині, висоті і глибині, тобто у вимірах, які формують об'єм.

Передбачається, що системи підтримки прийняття рішень (СППР), цілком може бути реалізована за допомогою нейронних мереж, оскільки у СППР узгоджено вирішуються задачі з розпізнавання і формування об'єктів. Дане рішення поставлених завдань передбачає аналіз і здійснення найбільш продуктивних способів обробки вихідних експериментальних даних, формування навчальної та тестової вибірок, конструювання нейромережових структур, аналіз, обробку та візуалізацію отриманих результатів [2].

Підсумовуючи матеріал можна дійти висновку, що запропоновані рішення спрямовані на вирішення певних прикладних завдань, проте не містять описи створення нейромережової системи підтримки прийняття рішень для розпізнавання зображень в умовах невизначеності. Реалізація цих технологій при створенні СППР є основою інформаційного забезпечення та імітаційного моделювання.

### **Література**

1. Jarrett, K. What is the best multi-stage architecture for object recognition? [Text] / K. Jarrett, K. Kavukcuoglu, M. Ranzato // 2009 IEEE 12th International Conference on Computer Vision, 2009.
2. Lee, H. Convolutional deep belief networks for scalable unsupervised learning of hierarchical representations [Text] / H. Lee, R. Grosse, R. Ranganath // Proceedings of the 26th Annual International Conference on Machine Learning – ICML '09, 2009. – P. 609–616.

**УДК 004**

**В. Вайман**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ ОБЛІКУ РОБОЧОГО ЧАСУ**

**V. Vaiman**

### **DEVELOP MOBILE APPLICATION FOR TIME TRACKING**

Система обліку робочого часу – це інструмент для контролю часу роботи персоналу та різновид системи контролю доступу, яка спрямована на управління відвідуваності співробітників (період з приходу на роботу до виходу з приміщення) та їх переміщенням територією об'єкта під охороною.[1]

В даний час в будівництві та промисловості застосовуються такі системи організації обліку робочого часу та контролю за його використанням:

- карткова (за допомогою контрольних годин);
- жетон (із застосуванням табельних жетонів або марок);
- пропускна (за допомогою здачі працівниками та видачі їм перепусток);
- рапортно-відомча (з використанням рапортів або табельних відомостей від керівників підрозділів, майстрів, бригадирів);
- за допомогою контрольно-пропускних пристроїв.

Система організації обліку використання робочого часу повинна забезпечувати контроль за:

- своєчасною явкою працівників на роботу, виявленням працівників, які запізнилися чи не явилися на роботу;
- знаходженням працівників у робочий час на своїх робочих місцях, а також за своєчасним їх відходом і приходом під час обідньої перерви;
- своєчасним відходом працівників з роботи після закінчення робочого дня або зміни;
- простоями та іншими видами втрат робочого часу.[2]

Принцип роботи мобільного додатку зводиться до піднесення смартфона чи планшета до QR-коду, який розміщений на прохідній, під час входу та виходу з офісної будівлі. Всі дані про проходи автоматично заносяться до бази даних для аналізу їх системою обліку, в результаті якого створюється звіт робочого часу, у тому числі відпрацьованих годин, своєчасного приходу на робоче місце, що вкрай важливо для розрахунку заробітної плати та оцінки виконання посадових обов'язків.

Облік робочого часу та контроль за його використанням є необхідною основою всієї роботи щодо зміцнення трудової дисципліни.

#### **Література**

1. Система обліку робочого часу [Електронний ресурс] / – Режим доступу: <https://sirius.kiev.ua/sistema-obliku-robochogo-chasu> – Назва з екрана.
2. Основи кадрового менеджменту. Організація обліку використання робочого часу [Електронний ресурс] / – Режим доступу: <https://library.if.ua/book/147/9810.html> – Назва з екрана.

**УДК 004.415.2**

**М. Гладій, І. Бойко, канд. фіз.-мат. наук, доц.**

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

## **РОЗРОБКА СЕРЕДОВИЩА ГРАФІЧНОГО ВІЗУАЛІЗАТОРА MIDI-ФАЙЛІВ**

**M. Hladiy, I. Boyko, Ph.D, Assoc. Prof.**

### **MIDI-FILES GRAPHIC VISUALIZER ENVIRONMENT DEVELOPMENT**

У 70-х роках ХХ століття широкого поширення набули музичні синтезатори. Вони представляли собою набори генераторів звукових частот, керованих напругою. Натискання клавіші на клавіатурі синтезатора вмикало генератор, частота якого задавалася напругою від регулятора тональності даної клавіші. Реалізувати управління всією гамою потенційних можливостей синтезу звуку в рамках одного аналогового пристрою було неможливо, в зв'язку з чим компанії-виробники синтезаторів змогли успішно домовитися про розробку і підтримку єдиного стандарту на інтерфейс управління синтезаторами, що з'явився у 1982 році<sup>[1]</sup>.

Ще з моменту свого народження протокол MIDI (Musical Instrument Digital Interface - цифровий інтерфейс музичних інструментів) став стандартом для всієї електромюзичної промисловості з небаченим до того ступенем сумісності. На відміну від інших форматів MIDI – це не оцифрований звук, а набори команд, що можуть відтворюватися по-різному залежно від пристрою відтворення. Замість звукової інформації MIDI працює з «повідомленнями», такими як висота та динаміка взятої на інструменті ноти, контрольних сигналів таких параметрів як гучність, панорама, сигнали відліку часу для синхронізації темпу тощо<sup>[2]</sup>.

Термін «секвенсер», що раніше означав пристрій запису та відтворення послідовності контрольної інформації для електронного музичного інструменту, поступово змінив значення на функцію записуючого програмного забезпечення, що дозволяє користувачеві зберігати, програвати та редагувати MIDI-інформацію. Програма звукозапису, що оснащена такими функціями, стала називатись цифровою звуковою робочою станцією. Їх використання істотно полегшило процес запису музичних творів і автоматизувало їх концертне відтворення<sup>[3]</sup>.

В 2006 році американський розробник Ніколас П'єгдон створив музичну гру «Synthesia» — тренувальну програму, спрямовану на навчання гри на фортепіано, що дозволяє користувачам використовувати MIDI- або комп'ютерну клавіатуру, щоб зіграти графічно візуалізований на екранному віртуальному фортепіано MIDI-файл (Рис. 1). Чимало користувачів вважають, що створена програма зробила навчання гри на фортепіано набагато простішим для початківців<sup>[4]</sup>.

Незважаючи на велику цінність «Synthesia», програма повністю не розкриває потенціалу графічної візуалізації MIDI-файлів, що дає підстави до перегляду її концепції та створення нового програмного забезпечення, що поєднуватиме в собі графічну візуалізацію MIDI-файлів з використанням світлових ефектів частинок та функції секвенсера: створення нових та редагування існуючих MIDI-файлів у нотному редакторі. В якості успіху нова концепція може бути розширена до використання VST-

інструментів, що може зробити розроблене програмне забезпечення першим представником нового покоління цифрових звукових робочих станцій.

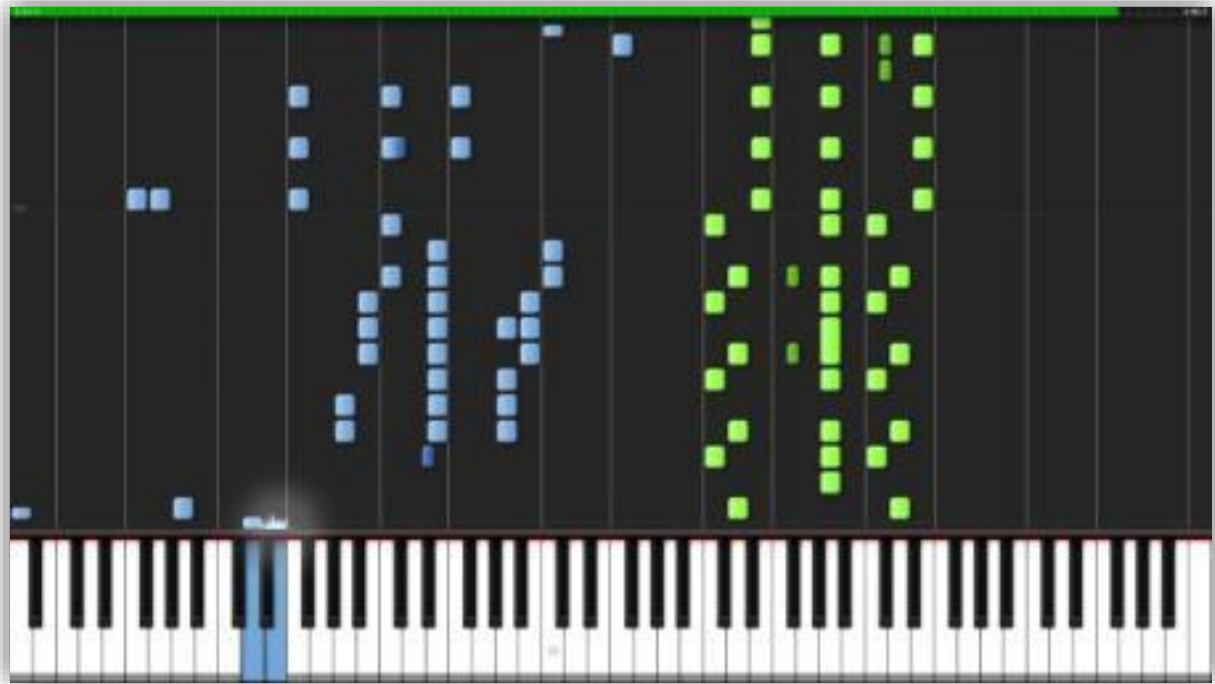


Рис. 1 — Навчальна музична програма «Synthesia»

### Література

[1] — Федоров Александр MIDI в деталях. Часть 1 — Основы. *Музыкальное Оборудование*, 2003, август. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.muzoborudovanie.ru/articles/midi/midi1.php>

[2] — Николенко Д. В. MIDI — язык богов. — СПб.: Регата, 2000. — 144 с.

[3] — Секвенсор и его основные возможности. *Музыкальное Оборудование*, 1996, № 3. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.muzoborudovanie.ru/articles/midi/midi1.php>

[4] — "Synthesia Features". Synthesia Official Website. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.synthesiagame.com/>

**УДК 004.422.83**

**Ю. Грицина, Я. Кінах, канд. техн. наук, доц.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО РОЗШИРЕННЯ ВЕБ-БРАУЗЕРІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ КРОСПЛАТФОРМЛЕНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Y. Hrytsyna, I. Kinakh, Ph.D, Assoc. Prof.**

### **DEVELOPMENT OF SOFTWARE EXPANSION OF WEB-BROWSERS WITH USING CROSSPLATFORM TECHNOLOGIES**

Програмне розширення – комп'ютерна програма, яка певним чином розширює функціональні можливості веб-браузера, підвищує його безпеку та продуктивність. Величезна кількість користувачів щодня зустрічаються з нав'язливою інтернет рекламою. Реклама що з'являється в браузері заважає, дратує і відволікає від перегляду інтернет ресурсів [1]. Інтернет банери блокують звичну роботу з сайтом і заважають повному зануренню в контент сторінки. Щоб заблокувати повністю всю рекламу для цього потрібно докласти неабияких зусиль, скачавши декілька розширень, змінювавши настройки комп'ютера, шукавши програми встановлені вірусним шляхом. З цим програмним розширенням не потрібні такого роду маніпуляції. Все достатньо простіше.

Програма розрахована на блокування усієї реклами не тільки на будь - якій сторінці, а й Youtube каналі. На даний момент поки не знайдений спосіб повністю прибрати рекламу з програми Youtube. Кожен з описаних варіантів задає від користувача здійснення додаткових дій [2].

Дана програма дозволяє прибрати не тільки спам, а й сам логотип Youtube, раптово перериваючи перегляди промо-роликів та тизерів інформаційної карти. Ви отримаєте повноцінний доступ до улюблених каналів, але вже без докучливих спливаючих вікон.

Розширення не змінює стандартних налаштувань каналів. Після його установки у користувачів не виникне яких-небудь проблем з запуском відеозаписів.

Розширення можна також встановити на мобільний пристрій з Android або iOS як окремий додаток і насолоджуватись улюбленими відеозаписами без спливаючих вікон.

### **Література**

1. Инькова Н.А. Современные интернет-технологии в коммерческой деятельности: учеб. пособ. / Н.А. Инькова - М.: Омега, 2007. - 420 с.
2. Білинська Є., Жичкина А. Сучасні дослідження віртуальної комунікації: проблеми, гіпотези, результати.-М.:ЮНИТИ-ДАНА, 2004. - 165 з.

**УДК 658.012.011.56:681.3.06**

**М. Карпінський, д-р., техн. наук, проф., Я. Кінах, канд. техн. наук, доц.,  
У. Яциковська, канд. техн. наук, В. Паславський, Л. Стратійчук**

Академія технічно-гуманістична, Польща

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

Академія технічно-гуманістична, Польща

Львівський національний аграрний університет, Україна

Таурівська загальноосвітня школа I-II ступенів, Україна

## **ПРОГРАМНИЙ МОНИТОРИНГ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ОСВІТНІХ СИСТЕМ**

**M. Karpinsky, Dr., Prof., I. Kinakh, Ph.D, Assoc. Prof., U. Yatsykovska, Ph.D, Assoc. Prof., V. Paslavsky, L. Stratijchuk**

## **SOFTWARE MONITORING COMPUTER NETWORKS FOR EDUCATIONAL SYSTEMS**

Моніторинг і настроювання параметрів наявної інфраструктури мережі виконується на основі аналізу продуктивності за допомогою контрольновимірювальних засобів. Якщо останні відсутні, то забезпечити безперебійну роботу або навіть з'ясувати причину зниження швидкодії освітньої системи неможливо. Це є важливим, оскільки наявні випадки коли на сервері, у сегменті, шлюзі або програмі - додатку виникає збій. Тоді різко знижується продуктивність програмної системи. Якщо програма - додаток у мережі виконується недостатньо продуктивно, то в першу чергу необхідно провести моніторинг мережі з метою виявлення причини зниження швидкодії. Доцільно спочатку з'ясувати, чи зменшення продуктивності є постійною чи тимчасовою, а саме: програма - додаток працює непродуктивно завжди або тільки під час періоду пікового навантаження [1]. Якщо справджується перше припущення, то має місце статичне зниження продуктивності, якщо друге - динамічне. Слід відзначити, що виявити причину зниження продуктивності досить складно. Це пояснюється тим, що виявляється воно лише час від часу або тільки в роботі конкретних користувачів. У цій ситуації необхідно встановити зв'язок уповільненої реакції системи протягом деякого часу. Без докладного аналізу роботи кожної програми - додатку провести точну технічну діагностику практично неможливо. Труднощі, які пов'язані з вадами ресурсу, виникають в областях розподілу інфраструктури: у мережі або на серверах [2]. Мережеві збої виникають в сегментах мережі або, що має місце частіше, на проміжних маршрутизаторах, комутаторах або шлюзах.

Використання сучасних програмних аналізаторів типу HP Advisor, дозволяє отримати високу продуктивність освітньої програмної системи. Результати досліджень показали, що програмні аналізатори, наприклад, NetXRay компанії Cinco Networks, не поступаються за продуктивністю своїм апаратним аналогам.

### **Література**

3. Якименко І.З., Касянчук М.М., Волинський О.І., Івас'єв С.В. Теоретичні основи аналітики та алгоритми оптимізації обчислень простих чисел // «Інформаційні проблеми комп'ютерних систем, юриспруденції, енергетики, економіки, моделювання та управління ПНМК-2010, Україна, Бучач, Східниця, Карпати 01-04 червня 2010.
4. Юдін О.К. Кодування в інформаційно-комунікаційних мережах: – Монографія. - К.:НАУ, 2007.-308с.

**УДК 004.9**

**О. Кареліна, канд. пед. наук, доц.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ RFID В ERP-СИСТЕМАХ**

**О. Karelina, Ph.D., Assoc. Prof.**

### **USE OF RFID TECHNOLOGY IN THE ERP-SYSTEMS**

В інформаційній економіці XXI століття інформаційні ресурси набули такої ж важливості, як і сировина, виробниче обладнання, трудові ресурси. Тільки ті виробничі підприємства, які впровадили нові інформаційні технології у свої технологічні процеси, можуть бути конкурентоздатними у сучасних економічних умовах. Однією із перспективних для використання в промисловості є технологія RFID (Radio Frequency IDentification), яка тільки почала застосовуватись на українських підприємствах.

Сучасний стан досліджень застосування технології RFID в інформаційному забезпеченні промислового підприємства характеризується частковими результатами, отриманими в процесі вирішення локальних задач, що виникли в роботі окремих підприємств. Є необхідність узагальнення цього досвіду та формування універсальних інформаційних систем управління промисловим підприємством із використанням можливостей технології RFID.

RFID (англ. Radio Frequency IDentification, радіочастотна ідентифікація) – спосіб автоматичної ідентифікації об'єктів, у якому засобами радіосигналів зчитуються чи записуються дані, що зберігаються у транспондерах чи RFID-мітках. Елементами RFID-системи є мітки, зчитувальні пристрої та програмно-апаратне забезпечення опрацювання отриманої інформації.

Технологія RFID є допоміжним засобом, який не може бути самостійним інструментом автоматизації діяльності промислового підприємства, і тому має бути інтегрована до корпоративної інформаційної системи.

За даними, які були обґрунтовані на форумі «Бізнес і IT 2019» [1], одними з найпопулярніших систем управління ресурсами підприємства є програмне забезпечення 1С. Ми пропонуємо впровадити технологію RFID у контури «Управління даними про виробу», «Управління запасами і складами» програмного забезпечення «1С:Управління виробничим підприємством 8». Управління виробничим підприємством дозволяє організувати єдину базу нормативно-довідкової інформації для планування виробництва та обліку випуску виробленої продукції, що включає такі відомості [2]: номенклатура; специфікації номенклатури; технологічні операції; технологічні карти виробництва; робочі центри; графіки роботи.

RFID-мітки з ідентифікаційним номером доцільно присвоювати кожному виробу на першому етапі виробництва. Кожен верстат, на якому відбувається опрацювання виробу згідно технологічної карти виробництва, дописуватиме дані про виконання операції з відміткою про успішне чи неуспішне опрацювання. Дані про неуспішне опрацювання формуватимуть зведену інформацію про брак та роботу обладнання.

Застосування технології RFID у контурі «Управління запасами і складами» значно прискорить бізнес-процеси, оскільки надає можливості одночасної ідентифікації понад тисячі номенклатурних позицій без відкривання упаковки і тари. Перевірку відповідності продукції бухгалтерським документам можна проводити безпосередньо у момент її передавання на склад, що значно додасть оперативності процесу виправлення помилок недоукомплектування та пересортування.

### **Література**

1. Топ 10 ERP систем. Матеріали форуму «Бізнес и IT», Николаев 2019. URL: <https://www.livebusiness.com.ua/tools/erp/> (дата обращения: 03.05.2019).

УДК 004.9

В. Кіфер

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## ШУМИ У СИГНАЛАХ ЕКГ ТА ЇХ УСУНЕННЯ З ДОПОМОГОЮ ДИСКРЕТНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ВЕЙВЛЕТАМИ

V. Kifer

### NOISES IN ECG RECORDINGS AND THEIR REMOVAL WITH DISCRETE WAVELET TRANSFORM

Електрокардіофія – це неінвазивний метод діагностики, що дозволяє виконувати запис електричної активності серця. ЕКГ представляє собою графік зміни напруги у часі, що виникає внаслідок поляризації та деполяризації м'язів серця.

Для запису ЕКГ використовується спеціальне медичне обладнання, що зазвичай містить 12 електродів, які приєднуються до тіла людини. Такі пристрої займають багато місця та потребують кваліфікованого спеціаліста для проведення процедури ЕКГ. Тому вони не є найзручнішим засобом ранньої діагностики хвороб. Для вирішення цієї проблеми, розроблено ряд портативних пристроїв, які дозволяють виконувати спрощену процедуру запису ЕКГ з допомогою двох електродів. Недоліком такого підходу є більший рівень шумів у записах ЕКГ. Звідси виникає запит на розробку методів виявлення та усунення шумів.

До основних джерел шуму на ЕКГ відносять: шум контакту електродів, частотою близько 1Гц, що виникає внаслідок неправильного встановлення контакту між електродом та тілом людини; короткочасні шуми, що є результатом руху пацієнта; накладання сигналу від скорочення м'язів (ЕМГ), що становить приблизно 10% від регулярної амплітуди коливань ЕКГ та з частотою до 10кГц; зсув базової лінії, частотою 0-0.5Гц, що виникає внаслідок дихальної діяльності; наводки, частотою 50/60Гц, створенні електромагнітним полем від електроприладів, що знаходяться близько до реєстратора сигналу. Найбільш важлива інформація в сигналі ЕКГ міститься в діапазоні частот від 0 до 20Гц. Усунення шуму полягає у виділенні усіх шумів з збереженням оригінального сигналу у максимально наближеному вигляді.

В межах розробки системи автоматичного аналізу ЕКГ, було використано алгоритм усунення шуму через декомпозицію сигналу з допомогою дискретного перетворення вейвлетами (ДПВ). Оскільки ЕКГ є змінним у часі та нестационарним сигналом, то ДПВ значно краще підходить для таких завдань ніж перетворення Фур'є, оскільки воно дозволяє проводити одночасно часовий і частотний аналіз сигналу. Алгоритм складається з трьох основних кроків: декомпозиція сигналу, застосування фільтру до отриманих коефіцієнтів та відновлення сигналу з нових коефіцієнтів.

Вхідний сигнал розкладається на набір коефіцієнтів деталізації (високочастотний фільтр) та коефіцієнтів наближення (низькочастотний фільтр) за допомогою вейвлета Коїфлета з довжиною фільтру 30. Сигнал було розкладено на чотири рівні.

Фільтр коефіцієнтів здійснено з допомогою порогу значень. Значення порогу для сигналу обчислюється за формулою:

$$threshold = \sigma * \sqrt{2 \log_2(N)}$$

де  $\sigma$  - середнє квадратичне відхилення шуму,  $N$  – кількість точок в сигналі.

Отримані в результаті коефіцієнти використовуються у зворотному дискретному перетворенні вейвлетами. Таким чином, отриманий сигнал містить значно зменшену кількість шумів, при цьому зберігаючи важливу для подальшої класифікації інформацію.



**УДК 004.67**

**Г. Козбур, канд. техн. наук О. Назаревич, М. Коваль**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ОГЛЯД ІНСТРУМЕНТІВ DATA MINING ДЛЯ ЕКОМОНІТОРИНГУ ТЕПЛИЦЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ІОТ**

**H. Kozbur, O. Nazarevych, M. Koval**

### **OVERVIEW OF DATA MINING TOOLS FOR ECO-MONITORING OF GREENHOUSES USING IOT**

Data Mining — це процес дослідження і виявлення в сирих даних прихованих знань, які раніше не були відомі, нетривіальні, практично корисні та доступні для інтерпретації людиною (Gregory Piatetsky-Shapiro, 1989), які є важливими для використання у подальшому в проєктах ІоТ. Сюди відносять смарт-проєкти, такі як “Розумна теплиця”, “Розумний дім” і т.д.

Розглядається задача моніторингу параметрів мікроклімату теплиці для вирощування мікрозелені з використанням технологій ІоТ. Дані збираються з допомогою встановлених сенсорів та камери:

- DHT — вологість повітря і температура середовища;
- Camera — прогрес росту рослини;
- Light sensor — світло, необхідне для росту рослин.

Для роботи з даними вибрано такі сучасні інструменти data mining:

- Python 3 — універсальна мова програмування й оптимальний інструмент для роботи з даними;
- Matplotlib — бібліотека для візуалізації даних;
- Pandas — бібліотека для маніпулювання даними та їх аналізу;
- StatsModel — бібліотека, яка містить в собі основні статистичні функції та моделі;
- Keras — нейромережева бібліотека для проєктування алгоритмів машинного навчання.

Візуалізація даних є однією з основних задач data mining. Графічний образ даних часто виступає основним аргументом для підбору ефективних методів підготовки даних та вибору оптимальної моделі для розв’язання задачі.

Для прикладу відібрано дані температури середовища (градуси Цельсія) з двох давачів DHT, збережені у csv-файл (таблиця 1). Після використання бібліотеки: Pandas для імпорту даних та побудови матриці, Numpy для попередньої обробки та Matplotlib для візуалізації. Отримано лінійний графік, що відображає тенденції зміни температурного середовища в теплиці. Результат відображено на рисунку 1.

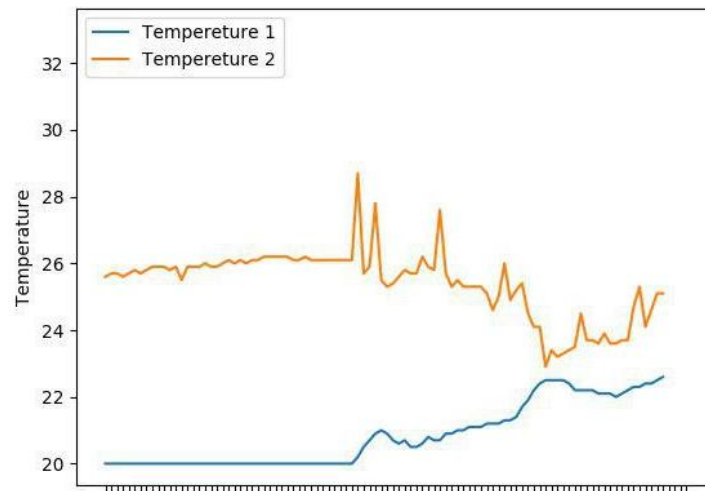


Рисунок 1. Дані з датчиків 1,2

Таблиця 1

Дані температури середовища (градуси Цельсія) з двох датчиків ДНТ

Дата і час	Дані з датчика 1	Дані з датчика 2
2019-04-07 07:08:03	20.00	25.60
2019-04-07 07:09:03	20.00	25.70
2019-04-07 07:10:03	20.00	25.70
2019-04-07 07:11:03	20.00	25.60
...	...	...

В подальшому дані датчиків можна використати для комплексного екомоніторингу теплиць з метою підбору оптимальних умов росту рослин.

#### Література

1. VanderPlas Jake. / Python Data Science Handbook: Essential Tools for Working with Data. / O'Reilly Media, 2016. — 548 с.
2. McKinney Wes. / Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython. / O'Reilly Media, 2017. — 550 с.

**УДК 004.5, 004.93**

**О. Крамар, канд. фіз.-мат. наук, доц., Р. Козак, канд. техн. наук., доц., Т. Крамар, І. Воробець**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**РОЗРОБКА КОНЦЕПТУ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ З ДОПОВНЕНОЮ РЕАЛЬНІСТЮ ДЛЯ ПОТРЕБ АГРОТЕХНІЧНОГО СЕКТОРУ**

**O. Kramar, Ph.D, Assoc. Prof., R. Kozak, Ph.D, Assoc. Prof., T. Kramar, I. Vorobets  
DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION CONCEPT WITH  
AUGMENTED REALITY FOR AGRICULTURAL SECTOR**

У сучасних обставинах зміни клімату, забруднення та ерозія ґрунтів, проблеми зі шкідниками створюють доволі складні умови для виробництва органічних продуктів в агросекторі. Для поліпшення якості сільськогосподарської продукції, зростання ефективності інвестицій виробників у сільському господарстві мають впроваджуватися новітні інформаційні технології та засоби. Вдосконалення сенсорів та пристроїв зв'язку Internet of Things (IoT, інтернету речей) дозволяє отримувати повні та інформативні дані, здійснювати їх аналіз у реальному часі для швидкого та ефективного реагування через локальні дії в потрібних напрямках. Супутникові знімки, зроблені, наприклад, Sentinel-2 та Landsat-8, які доступні сьогодні через веб-інтерфейс, дозволяють віддалено отримувати інформацію про поточні та минулі погодні умови, температуру повітря та опади, температуру ґрунту та його вологість, візуалізувати рослинний покрив та розраховувати найбільш поширені показники для оцінки прогресу рослинності з часом. Однак у Центральній та Східній Європі хмарність є природною перешкодою для своєчасного отримання даних і широкого охоплення площ. Крім того, існує достатньо значна плата за доступ до повних даних, включаючи розрахунки індексу NDVI (нормалізований диференційний вегетаційний індекс) та EVI (вдосконалений вегетаційний індекс), яку дрібні та середні фермерські господарства, та й навіть великі агрохолдинги, не можуть собі дозволити на значний період часу.

У даній роботі проаналізовано загальні підходи стосовно вимог до розробки мобільного додатку з використанням елементів AR (Augmented Reality, доповненої реальності), який дозволить надавати цифрові послуги в режимі реального часу дрібним фермерам, сільськогосподарським і харчовим підприємствам, а також клієнтам. На даний момент прототип перевіряється з використанням даних, отриманих розподіленими агрономічними системами агрохолдингу «Мрія». Зокрема, мультиспектральні зображення, отримані камерою Parrot Sequoia+ від SKIF UAV, програмно обробляються для створення карти NDVI. Після попиксельного перетворення зображення NDVI обчислюється за стандартною формулою. Планується, що отримані польові карти NDVI будуть адаптовані для обробки і аналізу агрономами, зокрема забезпечуватимуться шаром з доповненою реальністю, що полегшує візуальне розпізнавання характерних особливостей для людини-оператора. Також у роботі розробляється специфікація програмного модуля для обробки мультимедійного контенту з безпілотних літальних апаратів на планшеті агронома. Для взаємодії з кінцевими користувачами проводиться адаптація графічного інтерфейсу користувача.

**УДК 004.422.83**

**Ю. Кухарук, І. Бойко, канд. фіз.-мат. наук, доц.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПРОДАЖАМИ В МАГАЗИНАХ**

**Y. Kukharuk, I. Boyko, Ph.D, Assoc. Prof.**

### **IMPROVING AUTOMATIC SHOP MANAGEMENT SYSTEMS**

Сучасний магазин представляє собою великий вибір товар різних груп та категорій де покупець має можливість знайти все, що його цікавить в одному місці. Враховуючи кількість пропозицій товарів у магазинах та потребу в акційних продажах для підвищення прибутку, можна зробити висновок, що не всі системи задовільняють потреби сучасного покупця. Існуючі системи досить часто не пристосовані до великої кількості товарів та постійних цінових змін в середині системи [1]. Також у великих маркетах не завжди вчасно відбувається зміна цінників. Проте за допомогою сучасних комунікаційних систем та мереж появляється безліч можливостей для вдосконалення існуючих систем та впровадження нових технологій.

Як вже було описано вище, магазини залучають нових клієнтів використовуючи акційні пропозиції [1]. Це один з способів модернізації існуючих систем. Варто включати механізми, які роблять можливим повідомлення покупців про ці пропозиції. В даному випадку існує декілька шляхів вдосконалення. Можливі електронні банери, на яких рекламу можна транслювати через систему, також зібравши клієнтську бази номерів можлива СМС розсилка інформації про знижки та розпродажі [2]. Ще один спосіб, ще інтеграція існуючих систем та мобільних додатків для покупців. Це дозволить бачити усі акційні пропозиції та ціни на товари.

Наступною моментом, який потрібно вдосконалити, є актуальність цін. Варто додати можливість підключати до системи додаткові сканери штрих-кодів з дисплеєм для відображення ціни та встановити їх по цілому магазину [2]. Це дозволить покупцям самостійно перевіряти ціну на товари. Іншим варіантом вдосконалення є інтеграція функціоналу в мобільний додаток який дозволить зчитувати коди з товару та за допомогою мобільного пристрою перевіряти ціну.

Підсумовуючи весь матеріал можна дійти висновку, що програмна модернізація програмних систем в магазинах є необхідною для сучасного бізнесу та комерції. Особливу увагу потрібно приділити вирішенню проблем описаних вище. Проте перед цим потрібно також модернізувати і наявні системи, щоб вони відповідали всім вимогам, були зручними і зрозумілими у використанні та встановленні пересічному користувачеві персонального комп'ютерів та мобільних пристроїв.

### **Література**

1. Апопій В. В. Сучасні проблеми та стратегічні пріоритети розвитку внутрішньої торгівлі України / В. В. Апопій // Вісник Донецького державного університету економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. – 2005. – № 4. – С. 145–153.
2. Леффінгуелл Д., Уїдріг Д. Принципи роботи з вимогами до програмного забезпечення. Уніфікований похід, М.: «Вільямс», 2002. - 448с.

**УДК 004.422.83**

**В. Левицький, канд. тех. наук, А. Станько, А.А. Микитишин**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗПАРОЛЬНОЇ АУТЕНТИФІКАЦІЇ ЯК МЕТОД ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ**

**V. Levytskyi , Ph.D., A. Stanko, A. Mykytyshyn**

### **ANALYSIS OF SAFETY AUTHENTICATION TECHNOLOGY AS A METHOD OF INFORM SAFETY**

Аутентифікація без паролів – сучасний напрямок розробників і кібербезпеки. В індустрії відомі різні способи обходу прямого введення паролю: за допомогою біометрії та біхевіоральних даних для підтвердження особистості. Але всі ці спроби не дали бажаного результату. Новою частиною розроблюваних технологій став стандарт під назвою WebAuthn. Стандарт передбачає що, єдиний відбиток пальця або пристрій-ідентифікатор дозволить проходити аутентифікацію в усі необхідні ресурси. WebAuthn — результат спільної роботи Консорціума Всесвітньої павутини та альянсу FIDO (Fast Identity Online).

Нова технологія повинна стати продовженням існуючих специфікацій FIDO — U2F та UAF. Зараз вони використовуються для так званої двохфакторної аутентифікації. Під час неї користувач, крім вводу паролю, також повинен вказати другий, тимчасовий код для отримання доступу до аккаунта. Часто аутентифікація без паролю стає другорядною опцією, а за допомогою WebAuthn браузері будуть підтримувати її нативно. Для єдиного логіна у всіх браузерах та онлайн-акаунтах з'явиться дві опції. Перша – універсальний USB-донгл з підтримкою нового протоколу FIDO. Приклад такого – Yubikey від компанії yubico. Друга опція – використання біометричного ідентифікатора (наприклад, за допомогою відбитку пальця).

У процесі аутентифікації беруть участь три елементи. Перший - це WebAuthn Relying Party. Він являє собою сайт, на який хоче зайти користувач.

Другий елемент - WebAuth API. В його основі лежать два базових методи, що відповідають за реєстрацію і вхід в систему: `navigator.credentials.create ()` і `navigator.credentials.get ()`. Один створює реквізити доступу при реєстрації нового аккаунта і пов'язує пару ключів з уже існуючим. Інший - використовує відомі дані для авторизації на сайті. Обидва методи застосовують захищене з'єднання для передачі інформації (наприклад, HTTPS).

Третій елемент - це аутентифікатор. Він керує ідентифікаційними даними користувачів і відповідає за генерацію публічних ключів облікових записів.

У такому випадку процедура авторизації може виглядати наступним чином:

1. Користувач заходить на сайт і вибирає опцію безпарольної аутентифікації (наприклад, за допомогою телефону).
2. Сайт направляє клієнту WebAuthn (браузеру) відповідний JavaScript-запит.
3. Браузер звертається до аутентифікатору (смартфону), щоб той згенерував ключі і направив їх перевіряючій стороні.
4. Сервер перевіряє дані для входу.
5. Якщо все в порядку, то користувач авторизується на сайті.

Впровадження таких нововведень в браузерах дозволять підвищити захист від фішингу, атак посередника (MITM) і атак повторного відтворення.

#### **Література**

1. A demo of the WebAuthn specification. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://webauthn.io>.

УДК 004.422.83

**О. Мохнацька, Я. Кінах, канд. техн. наук, доц**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ КОНТЕНТОМ ТИПУ WORDPRESS**

**О. Mokhnatska, I. Kinakh, Ph.D, Assoc. Prof.**

### **IMPROVING SOFTWARE SYSTEMS CONTENT MANAGEMENT TYPE WORDPRESS**

В наш час стає поширеним купівля будь-яких товарів в Інтернет-магазинах. Шопінг - заняття корисне, іноді захоплююче, що приносить як позитивні емоції, так і розчарування. Уходять у минуле ті часи, коли для того, щоб стати власником бажаного предмету, потрібно було на своїх «двух» здійснювати тривалі подорожі по офлайн-торговим місцям. Тепер в наше життя активно входять інтернет-магазини, ми все частіше робимо покупки, залишаючись на робочому місці, шляхом кількох натисків миші.

CMS (від англ. Content Management System) – це система управління контентом сайту, яка включає програмне забезпечення для роботи з вмістом сайту (додавання текстів і мультимедійних файлів, створення нових сторінок і розділів, редагування контенту, зміни дизайну сайту і т. д.)[1].

CMS WordPress частіше за інших систем управління сайтами використовується користувачами для створення неперевершених сайтів з різним наповненням, змістом і обсягом. Однією з головних особливостей WordPress є структура організації бази даних. Гнучкість і функціональність зв'язків дозволяють створювати і виводити на сторінку матеріал будь-якого виду з будь-якими параметрами. **WordPress** - система керування контентом (**CMS**) з відкритим вихідним кодом, розповсюджувана безкоштовно. Написано цю систему на PHP, як система керування базами даних і використовує MySQL[2]. Область застосування цього движка досить широка. За допомогою WordPress можна створювати персональні сайти, складні новинні ресурси або навіть Інтернет-магазини.

Адміністраторська панель Wordpress - це спеціальна панель керування, що містить кілька розділів.

Сторінка містить загальну інформацію про історію даного підприємства, його послуги, кошик для онлайн покупки товарів, контакти, а також новини.

Матеріал сторінки періодично змінюється згідно зміни продукції і цін, а також ведеться постійний блог у вигляді новин.

Отже, можна зробити висновок, що програмна модернізація сайту є необхідною для сучасного користувача. Особливу увагу потрібно приділити вибору простішої системи адміністрування даних, тому перед використанням її необхідно модернізувати, щоб вони відповідали всім вимогам, були зручними і зрозумілими у використанні та встановленні не тільки в професіоналів, але і в звичайних користувачів.

#### **Література**

5. Tris Hussey Using WordPress. Б.М. : Que, 2012, - 425p. 2. Chris Coyier, Jeff Starr Digging Into WordPress v3. Б.М. : WordPress, 2012, - 442 p.

6. Крістіан Даруй, Богдан Брінзаре, Філіп Черчез-Тоза, Міхай бусика Ajax і PHP. Розробка динамічних веб-додатків. Москва: Символ, 2007 - 332 с.

**УДК 004.04**

**О. Назаревич, канд. техн. наук, А. Маслянюк**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **МІКРОСЕРВІСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ СМАРТ-ТЕПЛИЦЕЮ**

**O. Nazarevych, Ph.D., A. Maslianko**

### **MICRO-SERVICE TECHNOLOGIES AS INFORMATION TECHNOLOGY FOR SMART GREENHOUSE MANAGEMENT**

Мікросервіси — архітектурний стиль, за яким єдиний застосунок будується як сукупність невеличких сервісів, кожен з яких працює у своєму власному процесі і комунікує з рештою, використовуючи легковагові механізми (зазвичай HTTP).

Які роботи з догляду за рослинами в парниках і теплицях необхідно виконувати обов'язково і регулярно?

В першу чергу полив. Потрібно постійно стежити за рівнем вологості землі і здійснювати полив своєчасно.

Обов'язковим є підтримання певного температурного режиму та вологості повітря.

Потрібно регулярно удобрювати ґрунт, відновлювати його родючі якості.

Якщо всі ці процеси автоматизувати, така теплиця стає розумною, а її власникам не доведеться весь вільний час доглядати за рослинами.

Система управління розумною теплицею — це апаратно-програмна система, яка дозволяє збирати метеорологічні та інші показники з досліджуваного об'єкту та впливати на його стан.

Система поділяється на три рівні:

«Low-level» — це набір реле, приладів та датчиків, що збирають необхідні показники за допомогою мікроконтролерів (esp8266);

«Cloud» — це екосистема мікросервісів, що необхідні для управління теплицею. Для отримання і відправки даних у хмару з об'єктів використовуються HTTP та MQTT.

MQTT — спрощений мережевий протокол, що працює на TCP/IP. Використовується для обміну повідомленнями між пристроями за принципом видавець-підписник. Основними його перевагами є низьке навантаження на мережу, робота в умовах постійної втрати зв'язку або інших проблем на лінії та відсутність обмежень на формат передавального контенту. Протокол є програмним блоком без зайвої функціональності, який може бути вбудований в будь-яку складну систему.

В якості Message broker server був обраний популярний RabbitMQ з плагіном для MQTT протоколу.

RabbitMQ — програмний брокер повідомлень на основі стандарту AMQP (тиражуюче зв'язуюче програмне забезпечення, орієнтоване на обробку повідомлень). В якості двигуна бази даних для збереження повідомлень використовується Mnesia, створена на основі системи Open Telecom Platform та написана на мові Erlang.

З архітектурою запропонованої системи можна ознайомитися на діаграмі (рис. 1). Кожен рівень архітектури складається з певних абстракцій — мікросервісів, які

чітко виконують одну поставлену задачу. Такий поділ дозволить в майбутньому горизонтально масштабувати платформу, тобто ми зможемо отримати практично безмежну можливість підключення окремих теплиць, які будуть управлятись автоматично.

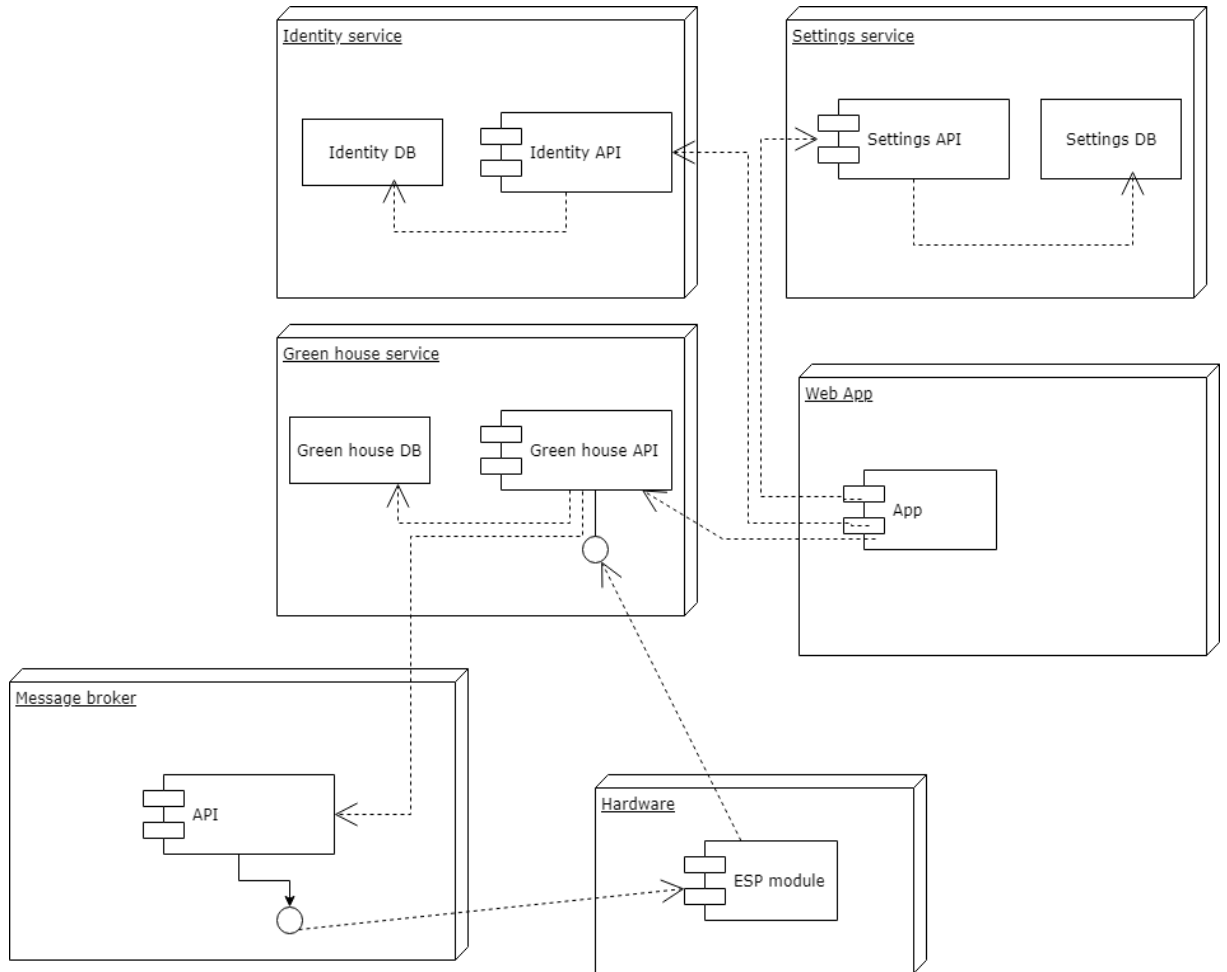


Рис. 1. Архітектура ІТ екомоніторингу

Метою нашого дослідження є побудова мікросервісної технології для управління розумними теплицями.



**УДК 004.04**

**О. Назаревич, канд. техн. наук, В. Мельник**

Тернопільський національний технічний університет Івана Пулюя

**ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ЕКОМОНІТОРИНГУ ФЕРМИ ДЛЯ  
ПРОРОЩУВАННЯ МІКРОЗЕЛЕНІ НА ОСНОВІ ПЛАТФОРМИ RASPBERRY  
PI3 З ВИКОРИСТАННЯМ ІОТ**

**O. Nazarevych, Ph.D., V. Melnyk**

**INFORMATION TECHNOLOGY OF ECO-MONITORING FARM FOR  
GERMINATION OF MICROGREENS BASED ON THE RASPBERRY PI3  
PLATFORM USING IOT**

Екомоніторинг або моніторинг довкілля — це комплексна науково-інформаційна система періодичних безперервних, довгострокових спостережень, змін досліджуваного середовища з метою виявлення змін в екосистемі [1].

Об'єктом моніторингу навколишнього середовища є мікрозелень, і джерела впливу на неї, зокрема атмосферне повітря, вода й інші фактори.

Мікрозелень — зелень городини, зібрана після пророщування до стану проростків, яку використовують як візуальний і смаковий компонент в ресторанах вишуканої їжі[2].

Система екомоніторингу — це апаратно-програмна система, яка дозволяє збирати метеорологічні та інші показники з досліджуваного об'єкту.

Система поділяється на три рівні рівнів:

- “Low-level” - є набором різноманітних датчиків, що збирають необхідні показники за допомогою мікроконтролерів (esp8266, ATmega8, ATmega328).

- “Single-Board-Computer” – є мостом між верхнім та нижнім рівнем.

- “Cloud”, де накопичуються всі зібрані дані з усієї множини ферм для пророщування мікрозелені.

Для отримання і відправки даних у хмару з об'єктів використовуються різноманітні протоколи та шини передачі даних: MQTT, HTTP, I2C, Single wire.

MQTT – спрощений мережевий протокол, що працює на TCP/IP. Використовується для обміну повідомленнями між пристроями за принципом видавець-підписник. Основними його перевагами є низьке навантаження на мережу, робота в умовах постійної втрати зв'язку або інших проблем на лінії та відсутність обмежень на формат передавального контенту. Протокол є програмним блоком без зайвої функціональності, який може бути вбудований в будь-яку складну систему.

В якості SBC(Single Board Computer) – була обрана популярна платформа Raspberry Pi3. Основними її перевагами перед іншими одноплатними комп'ютерами є низька вартість, відкритість самої платформи та її орієнтація на навчання та експерименти.

З архітектурою запропонованої ІТ екомоніторингу можна ознайомитися на діаграмі (рис.1). Кожен рівень архітектури складається з певних абстракцій – мікросервісів, які виконують чітко одну поставлену задачу. Такий поділ дозволить в майбутньому горизонтально масштабувати платформу, тобто зможемо отримати практично безмежну можливість підключення окремих ферм, які пророщують мікрозелень.

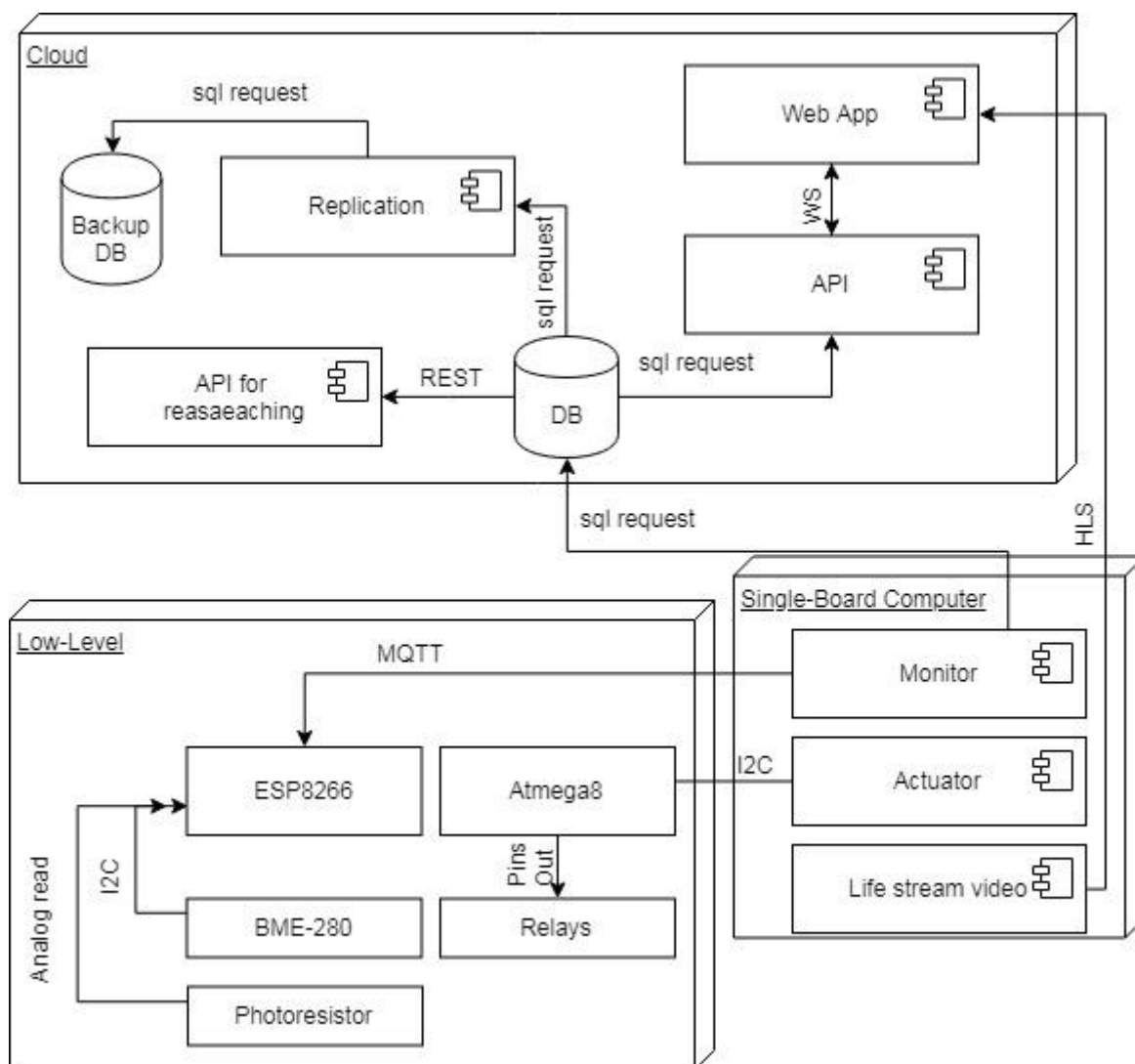


Рис. 1. Архітектура ІТ екомоніторингу

Ця ІТ екомоніторингу для пророщування мікрозелені дає можливість оперативна отримувати еко дані про ферму та стан пророщування мікрозелені. У подальшому, дасть змогу побудувати автоматизовану систему в концепції SMART-agro. Метою нашого дослідження є побудова інформаційної технології екомоніторингу на прикладі ферми пророщування мікрозелені.

#### Література

1. Старикович Л.С. / Прилади і методи дослідження стану довкілля : навч. посіб. / Л. С. Старикович, К. П. Дудок, Н. М. Любас. – Львів. нац. ун-т ім. І. Франка. - Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2014. – 195 с.
2. Braunstein M. / Microgreen Garden: Indoor Grower's Guide to Gourmet Greens / Mark Braunstein, 2013. – 159 с.

**УДК 004.02**

**О. Палка**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ РОЗУМНОСТІ МІСТА**

**O. Palka**

### **ANALYSIS OF METHODS FOR ESTIMATING SMART CITIES**

Станом на сьогоднішній день поняття «Розумне місто» активно поширюється, адже розвиток інформаційних технологій надає змогу його дослідити. Актуальним залишається питання порівняння міст в межах одного регіону або країни. Оцінка або рейтинг міста використовується як конкурентний інструмент, тому що дозволяє виділити позитивні характеристики, які оприлюднюються поза межами самого міста (реклама), та можливість знайти свою позицію в рамках існуючої міської конкуренції та збільшити свою роль.

Протягом останніх 20-ти років здійснювались спроби встановлення оцінки міста для відображення його рейтингу за певними ознаками. Внаслідок цього організації та вчені визначали рівень розумності міста використовуючи різні методи, серед яких:

- IBM використовує дев'ятикомпонентну систему (для визначення оцінки враховуються послуги з планування та управління, інфраструктурні послуги, людські послуги) і порівняння, що поєднує застосування інструментів для отримання даних про місто, взаємозв'язок отриманої інформації та інтелектуальний аналіз (створення програмного забезпечення).[1]

- Міжнародна організація зі стандартизації ISO запропонувала стандарт для міських послуг і якості життя, як засобів для вимірювання сталого розвитку розумного міста. До цього переліку входять такі критерії як: економіка, освіта, енергетика, довкілля, фінанси, пожежі і реагування на надзвичайні ситуації, управління, здоров'я, відпочинок, безпека, укриття, тверді відходи, телекомунікації та інновації, транспорт, міське планування та відходи [1].

Основними критеріями, що лежать у основі різних методів визначення розумності міста, є:

- управління;
- економіка;
- транспортна система;
- навколишнє середовище;
- населення;
- рівень життя.

Кожним методом для визначення розумності міста в залежності від точності бажаної оцінки та кількості експертів, що беруть участь у виставленні проміжних результатів, здійснюється поділ основних критеріїв на підкритерії. Зрозуміло, що експерти – це особи, які спеціалізуються у сфері, що оцінюється. Також враховуються думки мешканців у результатах опитувань та із використанням засобів мережі Інтернет.

На основі кожного методу можна побудувати алгоритм та розробити програмне забезпечення для визначення розумності міста, його порівняння із іншими населеними пунктами і візуалізації отриманих даних у графічній формі.

### **Література**

1. Comparing Smart Cities with Different Modeling Approaches – WWW2015 Florence, Italy. 24<sup>TH</sup> International World Wide Web conference. [Electronic resource] – 2015. – Access mode: <http://www.www2015.it/documents/proceedings/companion/p525.pdf>.

**УДК 004.422.81**

**О. Петрук, О. Пастух, д-р. техн. наук, проф.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕСТУВАННЯ ІНТЕРНЕТ РЕСУРСУ**

**O. Petruk, O. Pastuh Dr., Prof.**

### **DEVELOPMENT SOFTWARE FOR AUTOMATION TESTING INTERNET RESOURCE**

Уся сучасна інформація в тому чи іншому вигляді – є віртуальною, де користувач має змогу знайти потрібне йому Інтернет джерело та виконати необхідні йому дії над потрібною інформацією. Тому є необхідність в певному рівні якості веб сайту, який надає ту чи іншу інформацію. З розвитком інформаційних технологій з'явилося безліч програмних систем для допоги забезпечення необхідного рівня якості, в тому числі і вільного програмного забезпечення. Для прикладу розглянемо найпопулярніші з них. Програмна система типу Selenium[1] - це інструмент для автоматизації дій веб-браузера. У більшості випадків використовується для тестування Web-додатків, але цим не обмежується. Зокрема, реалізація Selenium WebDriver для браузера phantomjs часто використовується як веб-граббер. Здатна записувати дії користувача у веб-браузері та відтворювати їх у подальшому. Сумісна з операційними системами Linux/Windows/ MAC OS.

Програмна система Apache Jmeter[2] - інструмент для проведення навантажувального тестування, що розробляється Apache Software Foundation. Хоча спочатку JMeter розроблявся як засіб тестування web-додатків, в даний час він здатний проводити навантажувальні тести для JDBC-з'єднань, FTP, LDAP, SOAP, JMS, POP3, IMAP, HTTP і TCP.

Цікава можливість створення великої кількості запитів за допомогою декількох комп'ютерів при управлінні цим процесом з одного з них. Архітектура, що підтримує плагіни сторонніх розробників, дозволяє доповнювати інструмент новими функціями. У програмі реалізовані механізми авторизації віртуальних користувачів, підтримуються призначені для користувача сеанси. Організовано логування результатів тесту і різноманітна візуалізація результатів у вигляді діаграм, таблиць і т. д.

Підсумовуючи весь матеріал можна дійти висновку, що розробка програмного забезпечення для автоматизованого тестування Інтернет ресурсів є необхідною для забезпечення відповідного рівня якості Інтернет ресурсу. Особливу увагу потрібно приділити вибору інструментів для розробки програмного забезпечення та сценаріям тестування. Проте перед використанням автоматизованих сценаріїв тестування їх необхідно розробити та перевірити, щоб вони відповідали всім вимогам, були зрозумілими у використанні не тільки професіоналами, але і звичайними користувачами.

### **Література**

7. Вікіпедія / Selenium [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Selenium>
8. Вікіпедія / JMeter [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/JMeter>

**УДК 658.012.011.56:681.3.06**

**Н. Сороцька, Я. Кінах, канд. техн. наук, доц.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **ПРОГРАМНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ КОНТЕНТОМ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ ASP.NET WEB API**

**N. Sorotska, I. Kinakh, Ph.D, Assoc. Prof.**

### **SOFTWARE CONTROL SYSTEM USING ASP.NET WEB API TECHNOLOGY**

Для вирішення проблеми програмного керування контентом може бути декілька способів, наприклад: складання бази даних власноручно, або ж пошук по існуючим сайтам рецептів. Так само розробник зможе написати парсер сайтів, який буде наповнювати базу даних в автоматичному режимі. Найкращим виходом в цій ситуації є використання сайтів з існуючими програмними інтерфейсами для доступу до потрібної розробнику інформації, за допомогою якого його сайт або мобільна аплікація зможе здійснювати пошук контенту у вже існуючій базі даних.

Так само перед розробником системи може бути інша проблема – міграція сайту з однієї платформи на іншу, у випадку якщо початкова платформа не в змозі забезпечити доволі просте розширення функціоналу, редизайн, або ж розробка додаткового програмного продукту, який повинен використовувати ту ж саму базу даних. У випадку, якщо відбувається міграція сайту з однієї платформи на іншу - це призводить до переписування серверного коду сайту під цільову платформу. Або ж у випадку написання мобільного додатку виникає потреба забезпечити функціонал для взаємодії з системою що призводить до дублювання вже існуючого функціоналу. Шляхом вирішення цієї проблеми може бути web-сервіс, який інкапсулює в собі всю необхідну бізнес логіку для створення, збереження, читання, пошуку, редагування та видалення інформації. Це дозволить безболісно проводити зміну дизайну сайту, оскільки бізнес логіка буде відокремлена від користувацької браузерної частини. Так само це дозволить мобільній аплікації в повній мірі використовувати той самий функціонал, що і сайту, уникаючи його дублювання.

Web-сервіс, який буде спроектований технологією ASP.NET Web API. Під час виконання проекту надаватиме стороннім сервісам змогу використовувати свій функціонал шляхом взаємодії через програмний інтерфейс. Це позбавляє розробників необхідності створювати власну базу даних, піклуватись про її цілісність та внутрішню будову. Web-сервіс також забезпечує використання спільної бази знань для усіх клієнтів, що дозволяє уникнути проблем з пошуком та дублюванням інформації. Для роботи web-сервісу необхідна база даних, яка дозволить зберігати дані, отримані від сторонніх систем і які будуть в подальшому оброблятися цими системами.

Також необхідно спроектувати програмний інтерфейс, завдяки якому буде відбуватись взаємодія між web-сервісом та сторонніми системами. Для проектування програмного інтерфейсу необхідно визначити функціонал, який буде надаватись цим web-сервісом.

### **Література**

1. Learn About ASP.NET Web API [Електронний ресурс]: режим доступу: <http://www.asp.net/web-api>
2. Юдін О.К. Кодування в інформаційно-комунікаційних мережах: – Монографія. - К.:НАУ, 2007.-308с.

**УДК 004.422.83**

**Н. Стадник, Я. Кінах, канд. техн. наук, доц.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ АДМІНІСТРУВАННЯ БІБЛІОТЕЧНИХ ДАНИХ**

**N. Stadnyk, I. Kinakh, Ph.D, Assoc. Prof.**

### **IMPROVING SOFTWARE SYSTEMS FOR ADMINISTRATION OF LIBRARY DATA**

Сучасна бібліотека – є віртуальною, де користувач має змогу знайти не тільки те, що складає фонд даної бібліотеки, але й дає можливість знайти будь яку інформацію із будь якої бібліотеки світу. Тому є необхідність в модернізації роботи сільської та шкільної бібліотеки, забезпеченні її сучасними комунікаційними технологіями. З розвитком інформаційних технологій з'явилося безліч програмних систем для адміністрування бібліотечних даних [1], в тому числі і вільного відкритого програмного забезпечення. Для прикладу розглянемо найпопулярніші з них. Програмна система типу Коha - перша вільна автоматизована бібліотечна інформаційна система (АБІС), призначена для підтримки традиційних бібліотечних технологічних процесів. Створена на основі бібліотечних стандартів та протоколів, що забезпечує можливість взаємодії між системою Коha та іншими бібліотечними системами і технологіями. Коha включає більшість очікуваних можливостей програмного забезпечення АБІС, зокрема: інтерфейс для бібліотекарів і читачів (відвідувачів), модуль каталогізації з вбудованим клієнтом Z39.50, модуль керування читачами, списки прочитаного для відвідувачів. АБІС Коha переважно використовується для ОС типу Linux. Теоретично вона може бути сумісною із ОС типу Windows, але це вимагає складного встановлення декількох додаткових програмних модулів [2]. Програмна система типу Evergreen - інтегрована бібліотечна система, розроблена консорціумом PINES, для застосування у великій публічній бібліотеці та мережі бібліотек корпоративного типу. Програмна система Evergreen забезпечує підтримку повсякденних бібліотечних операцій таких, як облік фондів, реєстрація читачів і надання доступу до онлайн каталогу. Evergreen має можливості обчислення і контролю термінів видачі і повернення документів. Система дає змогу відстежувати де знаходиться будь-яка книга, компакт-диск або будь-який інший документ бібліотеки. Evergreen має дружній веб-інтерфейс бібліотечного каталогу, який дозволяє читачеві знайти все, що йому потрібно незалежно від того, де це знаходиться.

Підсумовуючи весь матеріал можна дійти висновку, що програмна модернізація бібліотек є необхідною для сучасного розвиненого суспільства. Особливу увагу потрібно приділити вибору системи адміністрування даних. Проте перед використанням їх необхідно модернізувати, щоб вони відповідали всім вимогам, були зручними і зрозумілими у використанні та встановленні не тільки в професіоналів, але і в звичайних користувачів.

### **Література**

9. Проблема програмного забезпечення для функціонування електронної бібліотеки / Іванова С. М. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/sites/default/files/method\\_mg/mfiles/201410\\_method/2009.pdf](http://nbuv.gov.ua/sites/default/files/method_mg/mfiles/201410_method/2009.pdf)
10. Юдін О.К. Кодування в інформаційно-комунікаційних мережах: – Монографія. - К.:НАУ, . 2007.-308с.

**УДК 338.24:004(075.8)**

**І. Струтинська, канд. екон. наук, Л. Дмитроца**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ BIG DATA ТА BUSINESS INTELLIGENCE МАЛИМ ТА СЕРЕДНІМ БІЗНЕСОМ В УКРАЇНІ**

**I. Strutynska, Ph.D, L. Dmytrotsa**

### **FEATURES OF BIG DATA AND BUSINESS INTELLIGENCE TECHNOLOGIES USE IN A SMALL AND MEDIUM BUSINESS IN UKRAINE**

Основним бар'єром для ефективного використання технологій Big Data та Business Intelligence для малого та середнього бізнесу (МСБ) є низький рівень, або й відсутність розуміння сутності цих понять та можливостей використання відповідних технологій для оптимізації бізнес-процесів та бізнес-моделей організації.

Використання великих даних може дати велику конкурентну перевагу. Для цього їх збір, обробка та аналіз повинні супроводжуватись відповідною грамотною стратегією і готовністю бізнесу до змін. Нині великі дані стають відкритими та доступними не тільки великим та інформаційно забезпеченим компаніям, а й представникам середнього та малого бізнесу. Наявність онлайн-ових і «хмарних» платформ, таких як Google Analytics і Tableau, дає можливість МСБ брати інформацію з «великих даних» без істотних капітальних вкладень. Не обтяжені великими застарілими системами, ці підприємства можуть почати трансформувати бізнес безпосередньо з використання «великих даних». Бізнес-потенціал використання цих технологій для МСП є надзвичайно масштабним: збільшення прибутку, зростання бази лояльних клієнтів і підвищення ефективності операційної діяльності.

Більш глибоке розуміння технологій Big Data, а саме збір, обробка та аналітика потребує використання технологій бізнес-аналітики («Business Intelligence» (BI). Найбільш ефективні засоби Business Intelligence: Data Mining, OLAP, Dashboard, Visual Mining, Video Mining, Web Mining та елементи Text Mining, Opinion Mining й Sentiment analysis.

Метою використання технологій BI є інтерпретація великої кількості даних із загостренням уваги лише на ключових факторах ефективності, моделюючи результат різних варіантів дій, відстежуючи результати прийняття рішень. Аналітика великих даних (Big Data Analytics, BDA) стає однією з найбільш затребуваних завдань в сучасному бізнесі. За оцінками компанії Frost & Sullivan в 2021 році загальний обсяг світового ринку аналітики великих даних збільшиться в порівнянні з показником 2016 року більш ніж в 2,5 рази і складе \$ 67,2 млрд, де щорічних темпах зростання (CAGR) на рівні 35,9%. При цьому найбільшими сегментами ринку стануть виробничий сектор, фінанси, охорона здоров'я, охорона навколишнього середовища і роздрібна торгівля (за даними TAdviser (Frost & Sullivan від 28 січня 2019 року).

Тенденції розвитку ринку аналітики великих даних тісно залежатимуть та визначатимуться тенденцією розвитку «Індустрії 4.0» та інтеграції бізнесу у відповідні процеси. Виникає пов'язаний з цим виклик для бізнес-структур: потреба в кваліфікованих кадрах та цифровій грамотності самого керівництва бізнесу. Очевидно, для роботи із великою аналітикою працівнику необхідні інтегровані знання із двох сфер - інформаційних технологій та предметних сфер бізнесу. Саме тому Gartner рекомендує тренувати фахівців з аналітики даних усередині організації, оскільки займатися

великими даними без глибокого розуміння конкретного бізнесу й особливостей конкретної компанії просто неможливо.

З іншого боку, для розуміння функціонування великої аналітики насамперед необхідне знання інструментів бізнес-аналітики та навички роботи з ними, а також розуміння можливостей та переваг різних інструментів для управління тим чи іншим бізнес-процесом (рис. 1).



**Рис. 1. IDC's Business Analytics Software Market Taxonomy 2013-2018**

Джерело: адаптовано авторами на основі International Data Corporation (IDC), Gartner, Forrester

Щодо статистики використання ERP-систем, то найбільша частка припадає на великий бізнес (80%), адже перші системи були націлені саме на цей вид бізнесу. Проте, на сьогодні є уже ERP-системи, які можуть впроваджуватися малим та середнім бізнесом.

В основному, МСБ самостійно адаптує існуючі ERP-системи під власні потреби (використовує окремі модулі (системи): 1) системи управління фінансами і стратегічного управління (бюджетування і планування, консолідація, рентабельність, кросфункціональна GRC) для МСБ, для прикладу, системи «ІС» та «Медок»; 2) CRM-системи (Customer relationship management (CRM) – управління відносинами з клієнтами) – поняття, що охоплює концепції, котрі використовуються компаніями для управління взаємовідносинами зі споживачами, включаючи збір, зберігання й аналіз інформації про споживачів, постачальників, партнерів та інформацію про взаємовідносини з ними; 3) Аналіз маркетингових показників (цифровий маркетинг); 4) ВРМ-системи (англ. business process management – управління бізнес-процесами) - концепція процесного управління організацією, яка розглядає бізнес-процеси як особливі ресурси підприємства, що безперервно адаптуються до постійних змін. Основні принципи даної концепції - зрозумілість і прозорість бізнес-процесів.

Дані бізнес-аналітичні інструменти надають можливість для бізнесу збирати, опрацьовувати, аналізувати велику кількість даних, які в минулому не були відомими, а отже не використовувались для нарощування потенціалу бізнесу.



**УДК 338.24:004(075.8)**

**І. Струтинська, канд. екон. наук, Г. Козбур**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **ОСНОВНІ СТИМУЛИ ЦИФРОВИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ УКРАЇНИ**

**I. Strutynska, Ph.D, H. Kozbur**

### **BASIC PERFORMANCE OF DIGITAL TRANSFORMATIONS SMALL AND MEDIUM BUSINESS OF UKRAINE**

Цифрові технології стали базою для створення нових продуктів, цінностей, властивостей та, відповідно, основою отримання конкурентних переваг на більшості ринків. На сьогодні відбувається «цифровий перехід» від свого роду «аналогових» систем та процесів індустріальної економіки та інформаційного суспільства до «цифрової» економіки та «цифрового» суспільства. Така трансформація приводить до появи нових, унікальних систем і процесів, що складають їх нову ціннісну сутність (наприклад Uber, Airbnb, цифровий банкінг і т. д). До цифрових трансформацій схильні більшість звичних для громадян видів діяльності.

Вітчизняним бізнес-структурам притаманний величезний потенціал у напрямку цифрової трансформації, компанії відкриті до нового, підприємці шукають нові бізнес-можливості. Особливий інтерес представляють підприємства малого та середнього бізнесу. Адаптація до викликів ринку і побудова конкурентоспроможної моделі бізнесу в цих компаніях відбувається значно швидше, ніж у гігантів – визнаних лідерів у галузях, оскільки це є питанням виживання в умовах ринку.

Цифрова трансформація це перетворення бізнесу шляхом перегляду бізнес-стратегії або цифрової стратегії, моделей, операцій, продуктів, маркетингового підходу, цілей тощо, шляхом застосування цифрових технологій.

Перетворення – це завжди можливості, виклики та проблеми. Саме тому, плануючи проведення цифрових перетворень, організації повинні враховувати усі бар'єри та виклики, з якими їм прийдеться зіткнутися. Такі радикальні перетворення вимагають від людей нових знань, навичок та ефективної адаптації.

Тому метою нашої роботи є розкриття змісту та спроба структурування основних зовнішніх та внутрішніх передумов та стимулів для цифрової трансформації вітчизняних бізнес-структур.

Перша передумова зовнішнього рівня, що спричинила значні виклики для цифрової трансформації вітчизняних бізнес-структур «Розвиток та перехід світової економіки до Епохи Індустрії 4.0». Впровадження цифрової економіки в Україні «глобалізує» малий та середній бізнес, відкриваючи нові перспективи для розвитку. Українські компанії можуть інтегруватися до міжнародних мереж доданої вартості, нарощувати обсяги експорту та виробництва продукції, покращувати якість товарів та послуг, моментально реагувати на потреби ринку, ставати більш конкурентоспроможними.

Економіка України перебуває на етапі завершення третьої цифрової революції (Industry 3.0). Її характерні риси – розвиток інформаційно-комунікаційних технологій, автоматизація та роботизація виробничих процесів, цифровізація усіх сфер діяльності бізнес-структур.

Характерними ж рисами Індустрії 4.0 є повністю автоматизовані виробництва з керуванням в режимі реального часу, з можливістю реагування на зовнішні умови. Кіберфізичні системи створюють віртуальні копії об'єктів фізичного світу, контролюють фізичні процеси і приймають децентралізовані рішення. Вони здатні об'єднуватися в одну мережу, взаємодіяти в режимі реального часу,

самоналагоджуватися і самонавчатися. Важливу роль відіграють інтернет-технології, що забезпечують комунікації між персоналом та машинами.

Виявлення взаємозв'язків Індустрій 3.0 та 4.0, їх проявів за значущості дасть можливість виробити стратегію для переходу та інтеграції вітчизняного бізнесу до впровадження технологій Індустрії 4.0. Аналіз характеристик двох індустрій показує, що перехід до Індустрії 4.0 неможливий без виконання основних засад і вимог Індустрії 3.0.

Друга передумова зовнішнього рівня, що стимулює до цифрової трансформації вітчизняних бізнес-структур «Цифровий порядок денний Європи 2020 (Digital Agenda for Europe 2020)». «Цифровий порядок денний для Європи 2020» («Digital agenda for Europe 2020») – документ, що відображає один із стратегічних орієнтирів розвитку Європи у рамках стратегії «Європа 2020» та містить перелік із 100 конкретних дій і визначає європейську стратегію для розквіту цифрової економіки у 2020 році.

Документ був частково модифікований, адже у 2015 році деякі країни стали переглядати і актуалізувати основні цілі цифрової трансформації. Технологічні зміни одночасно надавали нові можливості для ефективного розвитку бізнесу та загалом економічної системи країни. У цей період громадяни і підприємства ЄС відчували усі недоліки відокремленого розвитку цифрових економік і цифрових ринків країн ЄС, оскільки часто стикалися з бар'єрами при використанні онлайн-інструментів і послуг. Саме тому 6 травня 2015 року у рамках Цифрового порядку ЄС була розроблена стратегія Єдиного цифрового ринку (Digital Single Market), що означало інтеграцію 28 національних цифрових ринків країн ЄС у єдиний цифровий простір.

Що ж відбувалося у даний час (2015-2018 роки) з українським бізнесом та економікою в цілому?

Перша передумова внутрішнього рівня, що спричинила значні стимули для цифрової трансформації вітчизняних бізнес-структур «Цифровий розвиток окремих бізнес-структур». Найбільш активні гравці, а саме ІТ-компанії та Агрохолдинги, що працюють з іноземним капіталом, почали самостійно трансформувати власні бізнес-моделі, беручи за основу світовий досвід та тенденції технологічного розвитку країн світу. Однак при позитивних зрушеннях бізнес стикався із багатьма перешкодами, спричиненими як неготовністю нашої економіки до цифрових трансформацій, так відсутністю законодавчої, технічної та ін. інфраструктури.

Друга передумова внутрішнього рівня, що спричинила значні виклики для цифрової трансформації – «Цифрова адженда України – 2020»). У 2016 році світові лідери «цифрового» ринку - Cisco, IBM, Intel, Oracle, Deloitte, SAP, Ericsson, MasterCard, Vodafone, Kyivstar, Lifecell, International Data Corporation, вітчизняні консультанти та експерти, підтримані Міністерством економічного розвитку та торгівлі та ГО «ХайТек Офіс», розробили «Цифровий порядок денний України 2020», - документ, який визначає ключові напрямки, першочергові сфери, ініціативи та проекти «цифровізації» України на найближчі 3 роки. Даний документ став внутрішнім драйвером цифрової трансформації бізнесу та економіки України.

Проте довгоочікувану «Концепцію цифрової економіки та суспільства на 2018-2020 роки» КМУ затвердив лише у січні 2018 року. Станом на сьогодні, багато із запланованих завдань не вдалося зреалізувати, саме тому їх виконання відтерміновано до виконання у 2019-2020 роках.

**УДК 004.422.83**

**В. Топоровський, Я. Кінах, канд. техн. наук, доц.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **ПРОГРАМНА СИСТЕМА ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ АВТОМОБІЛІВ**

**V. Toporovskyi, I. Kinakh, Ph.D, Assoc. Prof.**

### **SOFTWARE SYSTEM FOR AUTOMOBILE DIAGNOSTICS**

Автомобілі – невід’ємна частина сучасного життя. Від недалеких поїздок по місту до подорожей на відпочинок, він супроводжує нас усюди та робить пересування водія і пасажирів зручним та комфортним. Сучасні автомобілі відрізняються від своїх попередників не лише стилем та дизайном, а й наявністю інноваційних електронних розробок та технологій. Вони забезпечують безпеку під час руху машини, оптимізують КПД двигуна, покращують керуваність, ергономічність. Однак проблеми з електрообладнанням позбавляють сучасні автомобілі їх основного функціоналу. Вчасно проведена комп’ютерна діагностика автомобіля дозволяє виявити можливі несправності автомобіля і вчасно вжити заходів щодо їх усунення. А це, в свою чергу, дозволить заощадити бюджет автовласника, адже якщо вчасно не усунути несправність, це може спричинити більш серйозний ремонт автомобіля, а отже, і витрати на обслуговування автомобіля в автосервісі.

Комп’ютерна діагностика автомобіля проводиться шляхом підключення спеціального сканера до бортової системи автомобіля через призначений для цього діагностичний роз’єм[1]. Спеціальний діагностичний сканер зчитує системні коди, які транслює автомобіль. Для розшифрування діагностичних даних та роботи із ними ми реалізуємо спеціальне програмне забезпечення. Інформація отримана таким способом зможе дозволити власнику автомобіля, або ж фахівцям автосервісу зробити детальний висновок про наявність певних відхилень в роботі авто, переглянути параметри із різноманітних датчиків та блоків керування і отримувати інформацію про помилки в реальному часі. Передача даних від автомобіля до пристрою із програмним забезпеченням буде здійснюватись за допомогою протоколу OBD-II. Даний протокол являє собою стандартизований апаратний інтерфейс і використовується в усіх сучасних автомобілях [2]. Протокол OBD-II дозволяє проводити моніторинг різноманітних частин автомобіля, а також діагностує мережу керування автомобілем.

Підсумовуючи весь матеріал можна дійти висновку, що дана програмна система для діагностики автомобілів буде актуальною та корисною в сучасному автомобільному світі. Її цільовою аудиторією зможуть буди не лише працівники автосервісу чи фахівці, які займаються безпосередньо діагностикою електронних систем автомобіля, а й звичайні автовласники. Якщо ж порівнювати комп’ютерну діагностику із звичайною, то першу ми можемо розглядати як вершину діагностичних технологій. Вона дозволяє нам знайти майже всі несправності в автомобілі та не потребує великих затрат по часу.

### **Література**

1. Хочу все знати: що таке діагностика автомобіля та як її проводять [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.kolesa.ru/article/hochu-vsyo-znat-hto-takoe-kompyuternaya-diagnostika-i-kak-eyo-provodyat>
2. Протоколи діагностики OBD-II, їхній опис та сумісність з різноманітними марками автомобілів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.skanerauto.ru/articles/protokolyi-diagnostiki-obd-ii.html>

**УДК 004.9**

**М. Черевко, О. Назаревич**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ЕКОМОНІТОРИНГ CO<sub>2</sub> ДЛЯ МІСТ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗАСОБІВ ІoT**

**M. Cherevko, O. Nazarevych**

### **CO<sub>2</sub> SOCIO-ECONOMIC MONITORING FOR THE CITY BY IOT MEASURES**

Інтернет речей (Internet of things — IoT) не є чимсь новим: високотехнологічні компанії та експерти обговорюють ідею створення IoT протягом багатьох десятиліть. Перший підключений до Інтернету тостер був на конференції ще в 1989 році. За своєю суттю IoT простий: мова йде про підключення пристроїв через Інтернет, дозволяючи їм спілкуватися з нами, додатками один з одним. Популярним прикладом є смарт-холодильник, здатний відправити користувачу повідомлення про те, що скінчилося молоко або що в промоніторених внутрішніх камерах його не залишилося.

IoT, однак, ширший, ніж розумні будинки і підключені пристрої. Він масштабується до інтелектуальних міст підключаючи світлофори через відстеження трафіка.

Моніторинг довкілля або еко-моніторинг — комплексна науково-інформаційна система регламентованих періодичних безперервних, довгострокових спостережень, оцінки і прогнозу змін стану природного середовища з метою виявлення негативних змін і вироблення рекомендацій з їх усунення або ослаблення.

Предметом моніторингу довкілля є організація та функціонування системи моніторингу, оцінювання та прогнозування стану екологічних систем, їх елементів, біосфери, характеру впливу на них природних та антропогенних факторів.

Об'єктами моніторингу довкілля залежно від рівня та мети досліджень є довкілля, його елементи і джерела впливу на нього.

Основною метою екомоніторингу вуглекислого газу є: спостереження за рівнем вуглецю в навколишньому середовищі, оцінка і прогноз її стану, виявлення факторів і джерел впливу, визначення ступеня впливу на навколишнє середовище.

Для здійснення екомоніторингу вуглекислого газу було розглянуто та обрано оптимальні давачі даних, які мають потрібні характеристики для виконання заданої цілі. Для збору показників рівня вуглекислого газу в місті було обрано давач даних, який дозволить отримати необхідні дані:

- давач рівня вуглекислого газу МН-Z19;
- давач CO<sub>2</sub> МН-Z14A 5000ppm.

Різниця сучасного і популярного МН-Z19 від застарілих CO<sub>2</sub> пристроїв в тому, що його робота абсолютно не вимагає додаткового потужного підключення або специфічного підключення, він відмінно працює і передає дані через UART або PWM. Зняти дані PWM можна: цикл довжиною 1004мс, перші 2мс є HIGH, останні мс є LOW, як середина циклу є пропорційною CO<sub>2</sub>. На Vin варто подавати живлення строго за рекомендацією виробника. Щоб інфрачервоний вийшов на стабільний режим роботи, йому необхідно три хвилини на старт (далі цього часу не потрібно).

Модуль для плат розробника МН-Z14 розроблений для того, щоб точно і швидко визначати концентрацію вуглекислого газу в повітрі. Використання контролера Arduino Uno в комплекті з даним давачем є найкращим і дешевшим варіантом вимірювання. Цей модуль здатний з легкістю зафіксувати від 0 до 5 000 ppm, з'єднуючись з платою Arduino або іншими платами по serial-інтерфейсу (Tx, Rx). Живлення подається в межах 4-6 В, струм, що подається, не перевищує 100 мА, зазвичай він стабільно тримається на позначці в 50 мА і нижче. Найкраще живити модуль не від плати розробника, а від зовнішніх джерел живлення, акумуляторів.

Також варто знати, що після тривалого простою, давачу потрібен деякий час, зазвичай, 30-60 с, щоб видати максимально точні значення.

Під час роботи давачі даних накопичують певний об'єм даних, який потрібно візуалізувати та провести аналіз даних. Для цих цілей існує багато сервісів для збору та аналізу даних з метеодавачів, для наших цілей було обрано сервіс ThingSpeak. ThingSpeak — це додаток з відкритим вихідним кодом Internet of Things (IoT) і API для зберігання та вилучення даних з Інтернет-речей з використанням протоколу HTTP через Інтернет або через локальну мережу.

ThingSpeak має вбудовану підтримку чисельного обчислювального програмного забезпечення MATLAB від MathWorks, що надає змогу ThingSpeak користувачам аналізувати і візуалізувати дані, завантажені з допомогою Matlab, не вимагаючи покупки ліцензії Matlab від Mathworks.

В майбутньому буде розроблено систему екомоніторингу CO<sub>2</sub> для міст в якій буде реалізована підтримка великої кількості давачів даних та буде створено сервіс візуалізації та аналізу даних, отримуваних від систем моніторингу.

### **Література.**

1. Internet of Things. M2M from research to standards: The next steps. — IEEE Communications. — 2015. — : <http://www.comsoc.org/commag/cfp/internetthingsm2m-research-standards-next-steps>.
2. Моніторинг навколишнього природного середовища // Юридична енциклопедія : [в 6-ти т.] / ред. кол. Ю. С. Шемшученко (відп. ред.) [та ін.] — К. : Українська енциклопедія ім. М. П. Бажана, 2001. — Т. 3 : К — М. — 792 с. — ISBN 966-7492-03-6
3. Internet of Things: Privacy & Security in a Connected. World Federal Trade Commission (FTC). Staff Report January, 2015 <https://www.ftc.gov/system/files/documents/reports/federal-trade-commission-staff-report-november-2013-workshop-entitled-internet-things-privacy/150127iotrpt.pdf>.
4. Blum P., Goff B. 'Internet Of Things' 101: Legal Concerns. Law360, New York (April 14, 2014): <http://www.law360.com/articles/526266/internet-of-things-101-legal-concerns>.

**УДК 378.14**

**О. Шкодзінський, канд. техн. наук, доц., М. Луцків**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **ІНТЕГРАЦІЯ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ У СИСТЕМУ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАННЯ ATUTOR**

**O. Shkodzinsky, Ph.D, Assoc. Prof, M. Lutskiv**

### **INTEGRATION OF CLOUD SERVICES IN LMS ATUTOR**

В умовах інформаційного суспільства у закладів освіти назріла потреба створення віртуального освітнього середовища, яке у свою чергу вимагає іншого набору програмних продуктів та професійних навичок для забезпечення ефективної взаємодії. Інформаційно-комунікаційні технології поступово змінюють структуру освітнього процесу, додаючи нові елементи та платформи для навчання. При цьому викладачі повинні не лише формально подавати навчальний матеріал в електронному вигляді, а й адаптувати його до сприйняття у нових формах з використанням технологій Web 2.0. Електронне навчання займає особливе місце в контексті інформатизації закладу освіти, що часто виходить за рамки традиційної освітньої діяльності. На сьогодні у світі існує безліч програмних розробок класу Learning Management System (LMS), кожна з яких має свої особливості. Але усі вони, будучи у першу чергу платформами підтримки начального контенту, не встигають за розвитком програмних продуктів у сфері комунікацій та організації роботи спільнот, об'єднаних загальною метою.

Тому оптимальним вирішенням цієї проблеми є інтеграція в існуючі LMS різноманітних хмарних сервісів, зокрема це хмарні сервіси від Google та Microsoft.

Для інтеграції у LMS ATutor, що використовується в ТНТУ, було обрано хмарну платформу Microsoft Office 365. Причинами вибору стали щедра безплатна ліцензія для закладів освіти та різноманіття сервісів, здатних забезпечити навчальні потреби.

В рамках інтеграції, було створено модуль LMS ATutor, конектор API і конвертер документів. Модуль LMS ATutor забезпечує взаємодію із користувачем. Конектор API забезпечує взаємодію із Microsoft Graph API – програмним інтерфейсом роботи із сервісами Microsoft. Конвертер забезпечує перетворення текстових документів у формат HTML для відображення на сторінках ATutor. В конвертері задіяний, також, офісний пакет LibreOffice – для конвертації формату OpenDocument. Компоненти працюють у контейнерах Docker. Реалізація здійснена на PHP і частково на Node.js.

В результаті, кожен користувач середовища ATutor отримав персональний доступ до всіх сервісів Office 365. Тепер студенти можуть тут готувати проекти та звіти, і надсилати їх для перевірки. Викладачі з використанням сервісів Office 365 можуть створювати лекційний матеріал, презентації, методичні посібники та інтегрувати їх у середовище ATutor. Є можливість у Microsoft Teams створити робочі групи для спільної роботи над завданнями чи проектами. В цих групах учасники можуть спілкуватись у форматі текстових повідомлень та HD відео-аудіо чату, обмінюватись файлами та звітувати викладачу. Кожен учасник отримує хмарний дисковий простір для зберігання інформації, набутої в результаті роботи .

Отже, розвиток хмарних технологій дозволяє вносити в навчальний процес нові, нестандартні ідеї викладання, формувати у студентів навички колективної роботи над проектами, спрощувати спільну роботу студентів та викладачів, розширити види співпраці як на рівні підрозділів закладу так і на рівні академічних груп, опрацьовувати великі обсяги інформації та раціонально використовувати час і можливості навчатися.

**УДК 004.9**

**А. Шум'як, О. Палка, М. Потикевич**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **АНАЛІЗ ТЕРМІНУ SMART CITY**

**A.M.Shumiak, O.V.Palka, M.I.Potykevych**

### **ANALYSIS OF THE TERM SMART CITY**

З кожним роком інформаційні технології набирають розвиток і перед світом постало питання як спростити людям життя і обмежити їх фізичну та розумову роботу. Тому місто почали розглядати як не просто територію проживання людей а дещо глибше як складну систему, однак, яка є цінною метафорою, пов'язаною з еволюція інформаційних систем.

Зростання складності як апаратного, так і програмного забезпечення інформаційних систем породило спільноти людей, IT-архітекторів і програмних інженерів, які глибоко знайомі з методами складання разом величезних мережевих вузлів, а також інструментів для створення, управління та навігації такими мережами.

Термін «Smart Cities» не нова. Вона має свої витoki в розумному зростанні Bollier, 1998 рух кінця 1990-х років, який виступав за нову політику міського планування. Portland, штат Oregon, широко визнаний як приклад розумного росту Caldwell, 2002.

Цей термін був прийнятий з 2005 року багатьма технологічними компаніями [1] Cisco, 2005, IBM, 2009, Siemens, 2004 для застосування складних інформаційних систем інтегрованих в роботу міської інфраструктури та послуг, таких як будівлі, транспортування, розподіл електроенергії та води, громадська безпека. З тих пір вона розвивалася мається на увазі будь-яка форма технологічної інновації в плануванні, розвитку Smart Cities.

Термін «Smart Cities» не має єдиного визначення яке б дало змогу зрозуміти основне що має в собі цей термін тому нижче наведено приклад найбільш вживаних визначень Smart Cities на сьогодні.

1. R. D. Patil і Omprakash S. Jadhav (2016) Великі дані є популярною [2] темою в дослідження. Всі говорять про великі обсяги даних, і вважається, що наука, бізнес, промисловість, уряд, суспільство тощо зазнають змін через вплив великих даних. Великий використовується для позначення дуже великого набору даних, який є більшим, більш складним, структурованим та неструктурованим дани з труднощами збору, зберігання, аналіз процесу або результат.

Ці передові технології обробляють структуру, а також неструктуровані великі дані в різних областей.

2. Monika Saxena and Dr. S.K. Jha (2016) Ми живемо в епоху блиску, де всі, навіть дрібніші речі будуть розумні. У цей час розробляються розумні міста щоб покращити якість життя всіх людей. Це дозволить знизити витрати і споживання ресурсів. Однак розмір даних постійно збільшується і безглузде зберігання даних просто марна трата простору та часу. Багато різнорідних даних мають проблеми і складності, цінності та ризики для конфіденційності даних. Ми повинні йти з

"розумними даними" великими складними даними. Важливу роль відіграє велика аналітика даних та інформаційні технології розвиток та управління розумними містами. Дані, що генеруються розумними містами аналіз з використанням даних великих обсягів.

У цій роботі мова йде про різні аспекти інтелектуальних міст та їх проблеми та виклики. крім того роль аналізу великих даних та її інструментів і технологій.

### 3. Hamzeh Khazaei, et. al. (2015)

У роботі запропоновано платформу для аналізу даних у міському транспорті інформацію про трафік. Платформа складається з даних, аналізу та управління і можуть використовуватися додатками, пов'язаними з перекриттям трафіку або безпосередньо за допомогою дослідники, інженери та плановики дорожнього руху. Платформа базується на кластері і використовує хмару для досягнення надійності, масштабованості та адаптованості до змін умови роботи. Ви можете бути використані як для онлайн, так і для ретроспективного аналізу. Ми перевірили кілька випадків використання, таких як визначення середньої швидкості та перевантаження сегменти великих автомагістралей у районі Greater Toronto Area (GTA).

4.Nicola Ianuale, et al. (2015) Автор намагається відповісти на те, що визначає розумне місто. Існують установи, що визначають цю багату область перехресних досліджень, і пов'язані з соціальними, технічними, економічними та політичними факторами, які продовжують розвиватися, надання можливостей для постійного вдосконалення концепції розумного міста. Emergent властивості в основному контекстуальні і впливають на міські типи даних і їх здатність формуватися складні інформаційні системи. Добре відомою проблемою в обчислювальному аналізі є інтеграція великої кількості генерованих даних. Гетерогенність і різноманітність даних джерела розумного міста свідчать про те, що система може бути ідеальною для встановлення декількох драйверів і динаміку, пропонуючи також адаптивні рішення. Однак характер цих системи досить непередбачувані і хаотичні, що призводить до природної мети стабілізації їх. Дослідження запропонували методи, засновані на різних критеріях, скажімо параметричні, ентропійний, антропний і т. д. Як багато факторів і змінних лежать в основі драйверів системи, атрактори, отримані з динамічних систем, пропонуються для опису розумних міських контекстів через різні взаємопов'язані великі дані та мережі.

### **Література**

1. Smart Cities and Smart Spaces: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://www.amazon.com/Smart-Cities-Spaces-Methodologies-Applications/dp/1522570306>.

2.LITERATURE REVIEW [Електронний ресурс] - Режим доступу: [http://shodh.inflibnet.ac.in:8080/jspui/bitstream/123456789/4232/3/03\\_liteature%20review.pdf](http://shodh.inflibnet.ac.in:8080/jspui/bitstream/123456789/4232/3/03_liteature%20review.pdf)



**УДК 004.75**

**К. Юрченко, І. Бойко, канд. фіз.-мат. наук, доц.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**РОЗРОБКА РОЗПОДІЛЕНОГО СЕРВЕРНОГО ПРОГРАМНОГО  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ КОРИСТУВАЦЬКИХ ОНЛАЙН ПРОЕКТІВ**

**K. Yurchenko, I. Boyko, Ph.D, Assoc. Prof.**

**DEVELOPMENT OF DISTRIBUTED SERVER SOFTWARE FOR CUSTOM  
ONLINE PROJECTS**

Більшість веб-проектів починає своє життя з невеликої кімнати і маленького сервера. Очевидно, розробники сподіваються на успіх свого дітища. Але коли приходить популярність, то разом з нею з'являються і додаткові проблеми. Найчастіше вони виражаються в тому, що сервер перестає справлятися з навантаженням. Існує кілька способів вирішення цього питання - оптимізація графіки і скриптів, нарощування потужності сервера, створення розподіленого сервера, що складається з декількох комп'ютерів. Кожен з методів має свої першочергові переваги, але перші два методи мають межу вдосконалення потужності, котру можна подолати лише третім способом.

Третій спосіб підвищення продуктивності веб-сервера - використання "кластера" з двох або більше комп'ютерів[1]. Це рішення менш популярно, ніж використання багатопроцесорних технологій. І це дивно, оскільки "кластер" має ряд переваг перед одним потужним сервером.

На перший погляд здається, що просто докупити і встановити на сервер додатковий процесор набагато дешевше, ніж придбати нову машину. Але так думають тільки ті, що ніколи не стикався з цією проблемою на практиці. Насправді мало просто встановити новий процесор в слот. Для підтримки багатопроцесорної структури потрібно багато додаткових пристроїв і додатків. І це ще не все. Збільшення кількості процесорів часто вимагає нарощування обсягів оперативної пам'яті.

У той же час установка нового сервера може обійтися не так дорого. Адже ніхто не примушує вас купувати потужну машину. Для розвантаження основного сервера цілком можна використовувати звичайний ПК, який просто візьме на себе меншу частину запитів. А якщо в майбутньому такий "кластер" перестане справлятися, то можна поступово покращувати другий сервер, збільшуючи паралельно його навантаження. Таким чином, використання "кластера" дозволяє витратити кошти не відразу, а поступово.

Ще одним плюсом розподіленого веб-сервера перед багатопроцесорним є продуктивність. Почати потрібно з того, що більшість сучасних серверів має обмеження в 16 процесорів. І це ще хороший варіант. Багато ж задовольняються серверами, в які не можна встановити більше двох процесорів. У той же час в "кластері" можуть брати участь до 255 машин, кожна з яких також може бути багатопроцесорною. Таким чином, потужність всієї системи зростає практично безмежно. Крім того, не можна забувати, що в багатопроцесорному сервері всі системні ресурси знаходяться в загальному користуванні. Таким чином, обмежувачем його продуктивності може стати, наприклад, оперативна пам'ять. "Кластер" позбавлений цієї

проблеми. Кожен комп'ютер в складі розподіленого сервера має власні системні ресурси, обсяги яких можуть визначати навантаження на машину.

Важливою особливістю розподіленого сервера є гнучкість. Адже в нього можуть входити машини з різним апаратним забезпеченням, операційними системами та програмним забезпеченням. На перший погляд, здається, що це не потрібно[2]. Насправді, ця особливість дуже допомагає при виборі операційної системи і ПО для сервера. Досить встановити на різні машини різні варіанти і простежити за їх працездатністю. Крім того, гнучкість дозволяє не прив'язуватися до комп'ютерного обладнання певної фірми і в майбутньому здійснювати дешевші апгрейди. Адже ті пристрої, які сьогодні є найсучаснішими і дорогими, через рік будуть набагато дешевше. Ну, а якщо ціна "заліза" не грає великої ролі, то власники серверу можуть часто оновлювати свої машини, маючи, таким чином, постійно покращуваний розподілений сервер.

Крім того, використання одного сервера залишає відкритим питання проведення профілактичних робіт. Адже в цьому випадку комп'ютер доведеться вимикати. Таким чином, сайт під час проведення робіт залишається недоступним. Зменшити потенційні втрати від перерв можна тільки одним способом: відключати сервер ночами, в період мінімальної відвідуваності. Однак це навряд чи сподобається технічному персоналу, який обслуговує комп'ютери. А у випадку з розподіленим сервером такої проблеми просто не існує. Машини можна зупиняти по черзі, так що відвідувачі сайту в найгіршому випадку помітять лише деяке уповільнення роботи.

Але, звичайно ж, не буває нічого ідеального. У розподіленого сервера, в порівнянні з багатопроцесорним, є один істотний мінус. Він полягає в тому, що за кожен комп'ютер, встановлений у хостинг-провайдера, доведеться платити додаткові гроші. Звичайно ж, це дуже серйозний недолік. Проте він цілком покривається плюсами розподілених серверів, а тому використання цього варіанту для серйозних проектів з великою аудиторією є більш ніж виправдано.

### **Література**

1. Клепман М. Високонавантажені додатки. Програмування, масштабування, підтримка / М. Клепман. – Санкт-Петербург: "Питер", 2019. – 640 с.
2. Бьорнс Б. Розподілені системи. патерни проектування / Брендан Бьорнс. – Санкт-Петербург: "Питер", 2019. – 224 с.

**Секція: АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ, ІМОВІРНІСНІ МОДЕЛІ БІОФІЗИЧНИХ СИГНАЛІВ І ПОЛІВ**

**Голови:** проф. Б. Яворський, проф. Р. Ткачук, проф. М. Паламар, доц. В. Яськів, доц. А.Г. Микитишин.

**Вчений секретар:** доц. М. Михайлишин

**УДК 616-08-059**

**Д.Вакуленко<sup>1</sup>, А. Сверстюк<sup>1</sup>, А. Семенець<sup>1</sup>, Ю. Кравчик<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського, Україна

<sup>2</sup>Хмельницький національний технічний університет, Україна

**АНАЛІЗ ФРАКТАЛЬНОЇ РОЗМІРНОСТІ РЕОЕНЦЕФАЛОГРАМ ТА ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМ ПРИ ШИЙНОМУ ОСТЕОХОНДРОЗІ**

**D. Vakulenko, A. Sverstiuk, A. Semenets, Y. Kravchik**

**ANALYSIS OF FRACTAL DIMENSION OF REHOENFALOGRAMS AND ELECTROCARDIOGRAMS IN WHITE OSTEOCHONDROSIS**

Сьогодні інформатизація охорони здоров'я України насамперед означає використання інформаційних технологій, за допомогою яких можливе швидке та цільове отримання необхідної інформації медичними працівниками [1,2].

Остеохондрозом в наш час страждає практично кожна третя людина у віці від 30 до 45 років. Шийний остеохондроз, по суті, це деградація міжхребетних дисків у шийному відділі хребта. Він викликає моторошний наростаючий біль в області шиї. Також біль може розростатися в області голови і плечей.

Багато експериментальних даних мають фрактальну статистику.

Аналіз та моделювання якої можуть бути вироблені з допомогою методів фрактального аналізу. Одним з найперспективніших напрямів фрактального аналізу є вивчення динаміки в часі такої характеристики, як фрактальна розмірність (D).

**Матеріали та методи.** Для дослідження було використано результати реоенцефалограми та електрокардіограми хворих 23 хворих на шийний остеохондроз до лікування, до та після останньої 10 процедури масажу [3]. Реоенцефало та електрографічне дослідження проводилось в каротидному відведенні, вертебробазиллярному відведенні при положенні голови вперед, вліво, вправо, на руках при сублінгвальному введенні нітрогліцерину через 5 хвилин та потім знов знімали біосигнали при каротидному та вертебробазиллярному відведенні.

Для оцінки фрактальної розмірності біосигналів ми скористалися програмою ImageJ, реалізованою на об'єктно-орієнтованій мові програмування Java – призначена програма для обробки зображень, розроблена в Національному інституті охорони здоров'я Сполучених Штатів Америки. ImageJ була розроблена з відкритою архітектурою, яка забезпечує розширюваність за допомогою плагінів Java і записуваних макросів. Однією з можливостей цієї програми є визначення фрактальної розмірності.

Проаналізувавши проведені розрахунки, можна прийти до висновку, що на стороні больового синдрому фрактальна розмірність вища у всіх відведеннях за винятком поворотів голови після нітрогліцерину.

Після лікування, як до так і після прийому нітрогліцерину всі показники фрактальної розмірності Були на більш високому рівні у всіх відведеннях і змінювались практично синхронно.

Якщо врахувати покращення загального стану хворого після лікування, можна прийти до висновку, що синхронні зміни фрактальної розмірності можуть свідчити про

нормалізацію кровопостачання досліджуваних басейнів, а підвищення досліджуваних показників про покращення стану хворого.

Рівень зміни фрактальної розмірності після прийому нітрогліцерину після лікування більш виражений ніж до лікування.

Аналізуючи отримані дані можемо прийти до висновку, що значення фрактальної розмірності свідчать про покращення стану хворого не лише у випадку підвищення вихідних значень та їх стабільність. Але і синхронність змін між ЕКГ, РЕГ зліва і справа в процесі досліджень у всіх відведеннях до та після нітрогліцерину.

За результатами визначення фрактальної розмірності, можна підтвердити, що масаж за своєю ефективною відповідає дії нітрогліцерину. Проведені дослідження дають можливість прийти до висновку, що фрактальна розмірність може бути об'єктивним показником стану серцево судинної системи та її динаміки в процесі лікування у хворих з неврологічними синдромами шийного остеохондрозу. Це дає можливість прийти до наступних висновків: покращення стану хворого супроводжується більш високими та стабільними показниками фрактальної розмірності.

#### **Висновки:**

Визначено оптимальну роздільну здатність зображень реоенцефалографічних та електрокардіологічних досліджень у хворих на шийний остеохондроз для визначення фрактальної розмірності. Для оцінки фрактальної розмірності різних біосигналів ми скористалися програмою ImageJ [4]. Розраховано фрактальну розмірність для результатів досліджень до лікування, до та після останньої 10 процедури масажу. Порівняли отримані результати з іншими результатами досліджень, такими як: показниками адреналіну та норадреналіну в сечі; активністю ацетилхолінестерази в капілярній крові; результатів реоенцефало, електрокардіо та міографічних досліджень; вимірювань пульсу та тиску, анамнезу хворих.

Отримати значення фрактальної розмірності притаманних для шийного остеохондрозу та фазових змін організму в процесі терапії нам не вдалось, оскільки значення фрактальної розмірності розраховувались з графічних зображень результатів реоенцефало- та електрокардіографічних досліджень, які змінювались від величини роздільної здатності зображень. Хоча динаміка змін фрактальної розмірності корелювали з іншими результатами досліджень пацієнта та адекватно відображала процес терапії хворого, та фізіологічні реакції організму на тестові експерименти (поворот голови, прийом нітрогліцерину тощо).

#### **Література:**

1. Минцер О.П. Медицинские информационные системы: пути развития и перспективы в реальной жизни / О.П. Минцер // Кибернетика и вычислительная техника. – 2001. – № 2. – С. 37-60.
2. Marzeniuk V.P., Nakonechny A.G. System analysis methods of medical and biological processes./ V. P. Marzeniuk, A. G. Nakonechny– Ternopil : Ukrmedknyha, 2003. – 241p.
3. Вакуленко Л.О. Лікувальний масаж./ Л. О. Вакуленко, Г. В. Прилуцька, Д. В. Вакуленко та ін. – Тернопіль : ТДМУ, 2005. – 406 с.
4. Smith T. G., Lange G. D., Marks W. B. Fractal Methods and Results in Cellular Morphology/ T. G. Smith, G. D. Lange, W. B. Marks //J Neurosci Methods, 69:1123–126, 1996.

**УДК 616-08-059**

**Н. Кравець<sup>1</sup>, Н. Климук<sup>1</sup>, О. Кучвара<sup>1</sup>, Ю. Кравчик<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського, Україна

<sup>2</sup>Хмельницький національний технічний університет, Україна

## **МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

**N. Kravets, N. Klymuk, O. Kuchvara, Y. Kravchyk**

### **MATHEMATICAL METHODS OF SYSTEMIC ANALYSIS OF MEDICAL-BIOLOGICAL PROCESSES**

Наведено нові теоретичні дані щодо шляхів вирішення проблеми створення математичних методів системного аналізу паталогічних процесів в класі рівнянь популяційної динаміки а також їх реалізації у вигляді програмного середовища підтримки системних медичних досліджень.

Доцільність роботи полягає в розробці точних методів діагностики, оптимальних схем лікувально-профілактичних заходів, що відповідає одній з головних засад доказової медицини – напрямку, який обрала охорона здоров'я України.

Результати роботи дають змогу отримати для паталогічних процесів методи побудови моделей, ідентифікації їх параметрів, а також аналізу стійкості, керованості та нелінійної поведінки траєкторій а також розробити відповідні програмні засоби.

Вперше розроблено узагальнену модель пухлинного процесу в класі рівнянь динаміки Гомперца. На відміну від відомих раніше результатів, що не розрізняють підпопуляції пухлинних клітин, модель описує популяції проліферуючих, клоногенічних та нормальних клітин, при цьому виділяючи різну опірність до цитотоксичних агентів [1].

Удосконалено за рахунок введення функції пам'яті інтегро-диференціальні моделі популяцій, які "не знають" точного значення періоду дозрівання особин.

Вперше побудовано модель паталогічного процесу як результат агрегування моделей для патогенного фактора, імунної системи, ресурсності механізмів клітинної ланки імунного захисту.

Моделі на основі популяційної динаміки застосовано до ряду епідеміологічних задач.

Ще один підхід до системного аналізу в медико-біологічних процесах є застосування сумісної статистичної обробки та імітації синхронно зареєстрованих кардіосигналів, для потреб функціональної комплексної діагностики стану серцево-судинної системи за допомогою комп'ютерних діагностичних систем.

Створення комп'ютерних систем автоматизованої кардіодіагностики за зареєстрованими сигналами серця є актуальною науково-технічною задачею, розв'язання якої суттєво полегшує роботу лікарів-кардіологів.

#### **Література:**

1. Марценюк В.П. Огляд математичних та інформаційних моделей в задачах реконструкції кісткової тканини / В. П. Марценюк, Д. В. Вакуленко // Медична інформатика та інженерія.— 2008. —№ 1. — С. 40–46.

**УДК 621.833.6**

**М. Кравчук**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА**

**М. Kravchuk**

### **AUTOMATION OF MANUFACTURING**

У загальному плані автоматизація виробництва це етап машинного виробництва, що характеризується звільненням людини від безпосереднього виконання функцій управління виробничими процесами та передачею цих функцій технічним засобом - автоматичним пристроям і системам. В основі автоматизації виробництва лежить поняття "управління". Управління - цілеспрямована дія на процес (об'єкт), яка забезпечує оптимальний чи заданий режим його роботи. Процес управління, з точки зору автоматичних систем, складаються з ряду елементарних операцій та етапів, які є спільними для технічних систем і систем живої природи.

Незалежно від мети, призначення, структури об'єкта процес управління передбачає виконання таких операцій, як:

одержання та попередня обробка інформації про фактичний стан об'єкта, системи і навколишнього середовища;

аналіз одержаної інформації, порівняння існуючої виробничої ситуації із даною; прийняття рішення про дію на об'єкт у певному напрямку та оцінка можливості реалізації такої дії;

реалізація управління, тобто формування дії за допомогою відповідних технічних засобів.

Якщо людина не бере участі у формуванні управляючої дії, управління називається автоматичним. У складних системах і ситуаціях прийняття остаточних рішень щодо управління залишається за людиною, тоді управління є автоматизованим. Відповідно до цього системи називаються автоматичними чи автоматизованими. В першому випадку за людиною залишаються лише функції по обслуговуванню системи і контролю за її функціонуванням. В другому - технічні засоби забезпечують людину оперативною інформацією, але остаточне рішення, тобто етапи оцінки ситуації та формування управління, приймає вона сама. Автоматичне управління і відповідно автоматичні системи є більш досконаліми, вони знаходяться на вищому ступені розвитку.

При здійсненні процесу управління часто доводиться спочатку відшукувати потрібний режим роботи, а потім його підтримувати. В окремих випадках для простих об'єктів значення технологічних параметрів задаються наперед, тоді системи називаються системами автоматичного регулювання САР. Сучасні автоматичні та автоматизовані системи є за своєю структурою розподіленими і базуються на мережових технологіях з використанням мікропроцесорних засобів.

Удосконалення мікроелектронної бази і поява мікропроцесорної техніки призвело до перегляду ряду аспектів створення АКС. відбувається перехід до децентралізованих АКС - ТП. При розробці децентралізованих АКС - ТП харчових підприємств використовують дві функціональні структури: лінійну та кільцеву. Обидві системи є дворівневими. На нижньому рівні функціонують локальні мікроЕОМ, а на верхньому - центральна ЕОМ, яка вирішує задачі планування, оптимізації зміни конфігурації системи в аварійних випадках.

УДК 621.833.6

А. Курко канд. техн. наук, доц., М. Каретін

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИЙ СТЕНД ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ІНЕРЦІЙНОГО ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО ТРАНСФОРМАТОРА МОМЕНТУ

A. Kurko Ph.D., Assoc. Prof, V. Karetin

### COMPUTERIZED STAND FOR EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF ENERGY CHARACTERISTICS OF THE INERTIAL DIFFERENTIAL TRANSFORMER OF MOMENT

Дослідження енергетичних характеристик інерційного диференціального трансформатору моменту (ІДТМ) необхідне для виявлення взаємозв'язку між зміною енергії: маса дебаланса та трансформацією в потужності.

Експериментальний стенд обладнано давачами частот і крутних моментів для одержання даних про енергію, що надходила з вхідної ланки з одного боку та енергію, що знімалася з вихідної ланки ІДТМ з іншого (рис. 1).



Рис. 1 Експериментальний стенд

Відповідність між електричною та механічною енергіями вхідної ланки ІДТМ свідчила про достатність відслідковування одного параметру - частоти. Постійне значення цього параметру забезпечив перетворювач частоти електричного струму Altivar 312 з програмним забезпеченням SoMove v.2.3 (Schneider Electric SoMove Software).

Для ефективного аналізу і оперативної зміни рівнів факторів сигнали з давачів за допомогою аналого-цифрового перетворювача (АЦП) оброблялися ПК з використанням програмного забезпечення MP730.

В результаті експериментальних досліджень одержано енергетичні параметри дебаланса та виявлено межі роботи ІДТМ в стоповому режимі та в режимі динамічної муфти.

#### Література

1. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. М.: Издательский дом Додэка-XXI, 2005, 528 с.
2. Altivar 21. Variable speed drives for asynchronous motors: User manual v2. Schneider Electric. 2006 – 249 с.

УДК 616-08-059

В. Марценюк<sup>1</sup>, А. Сверстюк<sup>2</sup>, Я. Литвиненко<sup>3</sup>, Н. Козодій<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Університет в Бельско-Бялій, Польща

<sup>2</sup>Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського, Україна

<sup>3</sup>Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## ВИКОРИСТАННЯ ПАКЕТУ R ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ІМУНОСЕНСОРНОЇ СИСТЕМИ НА ГЕКСАГОНАЛЬНІЙ РЕШІТЦІ

V. Marceniuk, A. Sverstiuk, Y. Lytvynenko, N. Kozodiy

### USE OF R PACKAGE FOR THE STUDY OF THE IMMUNOSENSOR SYSTEM SUSTAINABILITY ON THE HEXAGONAL DECISION

Біосенсори є альтернативою відомим методам вимірювання, які використовують в конструкції біологічний матеріал, що забезпечує дуже високу селективність та дає змогу швидко і просто проводити вимірювання. Дослідження інформаційних систем на основі біосенсорів та імуносенсорів зокрема є особливо актуальними в зв'язку з необхідністю більш точних методів моніторингу та аналізу різних параметрів медико-біологічних процесів. Важливим етапом проектування імуносенсорних систем є розробка та дослідження їх математичних моделей, які б адекватно відображали процеси, що лежать в основі їх функціонування.

Імуносенсори є підгрупою біосенсорів, в яких відбувається імунохімічна реакція пов'язана з перетворювачем. Принцип роботи усіх імуносенсорів полягає в специфічному молекулярному розпізнаванні антигенів антитілами для утворення стабільного комплексу.

Досліджено стійкість кібер-фізичної моделі імуносенсорної системи за допомогою пакету R. Отримано результати чисельного моделювання у вигляді зображення фазових площин (рис. 1).

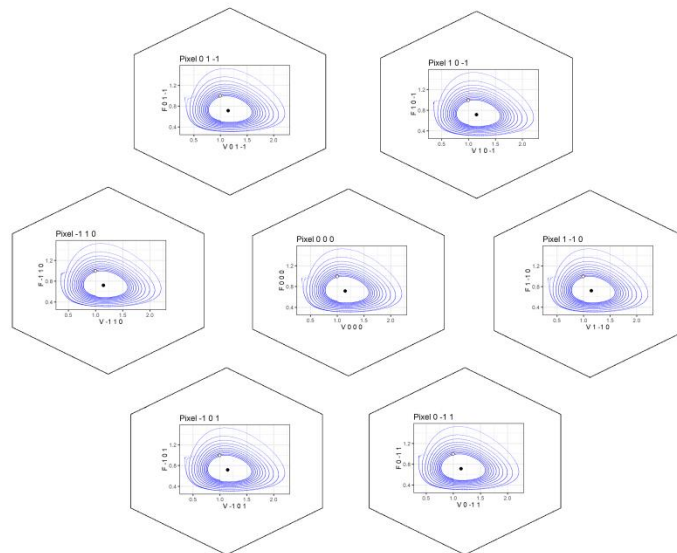


Рис. 1. Чисельне моделювання моделі імуносенсора при  $r = 22$ . Зображення фазових площин в координатах  $(V_{i,j,k}, F_{i,j,k})$  для пікселя  $(0,0,0)$  і його шести сусідніх пікселів.

Висновки: Проведено чисельне моделювання стійкості моделі імуносенсорної системи. Встановлено що її якісна поведінка суттєво залежить від часу імунної відповіді  $r$ .



УДК 621.865.8

В. Савків, канд. тех. наук, доц., Р. Михайлишин, канд. тех. наук, І. Козбур, А.А. Микитишин

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## АНАЛІЗ ВАНТАЖОПІДІЙМАЛЬНОСТІ СТРУМИННОГО ЕЖЕКЦІЙНОГО ЗАХОПЛЮВАЧА ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА ПРИ МАНІПУЛЮВАННІ ОБ'ЄКТАМИ З ОТВОРАМИ

V. Savkiv, Ph.D., Assoc. Prof., R. Mykhailyshyn, Ph.D., I. Kozbur, A.A. Mykytyshyn

### ANALYSIS OF THE EJECTION BERNOULLI GRIPPER LIFTING FORCES FOR AN INDUSTRIAL ROBOT WHEN MANIPULATING OBJECTS WITH HOLES

При автоматизації процесів завантаження неміцких, нежорстких, з покриттями та інших легкоушкоджуваних деталей, у якості робочих органів промислових роботів і маніпуляторів найбільш ефективно застосування безконтактних струминних захоплювальних пристроїв (СЗП). В основу конструкції СЗП покладений відомий ефект виникнення аеродинамічної сили, який полягає у взаємодії витікаючого із щілини струменя стиснутого повітря із поверхнею об'єкта маніпулювання (ОМ). Детальний опис конструкції та принципу роботи даного типу струминного захоплювача представлено в роботі [1].

Однією з переваг ежекційних СЗП є можливість маніпулювання пористими та об'єктами з отворами. У даній роботі приведено розрахунок сили безконтактного утримування струминним захоплювачем плоских об'єктів з одним циліндричним отвором.

Для дослідження газодинамічних характеристик потоку повітря в радіальному проміжку між торцями захоплювача та об'єкта (рис. 1) приймемо наступні припущення: отвір у об'єкті – циліндричний, а його вісь співпадає з віссю захоплювача; радіус отвору в об'єкті  $r_o$  не перевищує радіусу конічної вставки  $r_e$ ; рух потоків повітря в зазорах  $h_{цц}$ ,  $h_{рк}$  і  $h_{рв}$  приймаються турбулентними, а розподіл швидкостей у будь-якому січненні цих потоків – рівномірним; термодинамічні процеси протікання надзвукових потоків приймаються адіабатичними, дозвукових – ізохоричними; перехід надзвукового потоку в дозвуковий в зоні торця корпусу відбувається на радіусі  $r_e$ .

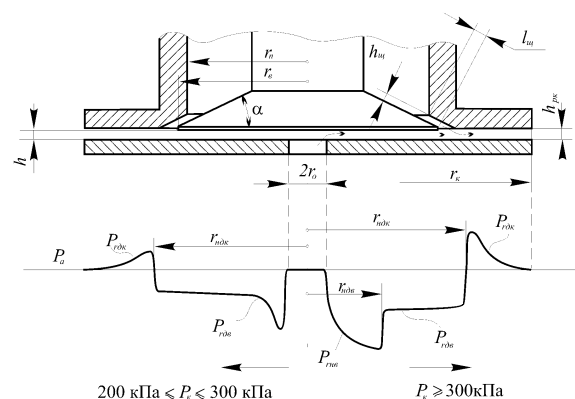


Рис. 1. Схема для розрахунку силових характеристик ежекційного СЗП та розподіл тиску на плоскій поверхні ОМ з циліндричним отвором

При відношенні розмірів  $h_{рк}/h_{цц}=2..3$  і  $h_{рв}=(0,12..0,25)$ мм, в залежності від абсолютного тиску  $P_k$  в камері захоплювача, можливі три поєднання режимів руху повітря на виході із кільцевої щілини та на вході атмосферного повітря у радіальний

проміжок  $h_{pm}$ : докритичні режими у щілині та в проміжку  $h_{pv}$ , що має місце при  $P_k \leq (0,17 \dots 0,2)$  МПа; надкритичний режим у щілині та докритичний режим на вході в проміжок  $h_{pv}$ , що має місце при  $P_k \geq (0,17 \dots 0,2)$  МПа,  $P_m \approx (0,075 \dots 0,1)$  МПа; надкритичні режими у проміжках  $h_{uc}$  і  $h_{pv}$  наступають при  $P_m < 0,075$  МПа.

В загальному випадку сила притягування захоплювачем об'єкта представиться у вигляді

$$F = F_n + F_\delta + F_2,$$

де  $F_n$ ,  $F_\delta$  – відповідно сили викликані розрідженням в надзвуковій і дозвуковій зонах на торці вставки (рис. 1);  $F_2$  – сила викликана розрідженням в дозвуковій зоні на торці корпусу.

Силу  $F_n$  знаходять інтегруванням функції розподілу тиску  $P_{r_{ndv}}$ , аналогічно методиці викладеній в [2-3]

$$F_n = \pi(1 - K_2)P_a(r_{ndv}^2 - r_o^2) - 4K_1 \left( \frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}} P_a r_o^2 (a(b-1) + (1-a)\ln b + \dots);$$

$$+ \frac{a^3}{6} \left( 1 - \frac{1}{b} \right) + \frac{a^2(1-a)}{4} \left( 1 - \frac{1}{b^2} \right) + \frac{a(1-a)^2}{6} \left( 1 - \frac{1}{b^3} \right) + \frac{(1-a)^3}{24} \left( 1 - \frac{1}{b^4} \right)$$

де  $r_{ndv}$  – радіус переходу надзвукового потоку в дозвуковий в області торця конічної вставки;  $a = \lambda_{cp1} r_o / (2h_{pv})$ ,  $b = r_{ndv} / r_o$  – коефіцієнти;

Складові  $F_\delta$ ,  $F_2$  можна отримати також використовуючи методику приведену в [2-3]

$$F_\delta = \pi(r_\delta^2 - r_{ndv}^2)(P_a - P_m) + \frac{\pi^2 k \left( \frac{2}{k+1} \right)^{\frac{2}{k-1}} r_o^2 P_a^2}{8\pi P_m r_\delta^2} \left( 2r_\delta^2 \ln \frac{r_\delta}{r_{ndv}} + r_{ndv}^2 - r_\delta^2 - \frac{\lambda_{cp1}}{2h_{pm}} (r_\delta (r_\delta - r_{ndv})^2) \right);$$

$$F_2 = \frac{(G + G_{uc})^2}{8\pi P_a h_{pk}^2 r_\delta^2} \left( 2r_\delta^2 \ln \frac{r_\delta}{r_\kappa} + r_\delta^2 - r_\kappa^2 - \frac{\lambda_{cp2}}{2h_{pk}} (r_\delta (r_\delta - r_\kappa)^2) \right),$$

де  $G_{uc}$ ,  $G$  – масові витрати повітря витікаючого із камери та повітря, що підсмоктується з атмосфери, які розраховують за формулами Сен-Венана-Ванцеля [4];  $\lambda_{cp1}$ ,  $\lambda_{cp2}$  – середні значення коефіцієнтів в'язкого тертя відповідно в зоні конічної вставки та корпусу.

Користуючись методикою приведену в [1] знайдемо рівняння для наближеного розрахунку величини абсолютного тиску  $P_m$

$$G_{uc} V_{uc} + \frac{G^2 R T_a}{2\pi P_m r_\delta h_{pv}} + \frac{(G_{uc} + G)^2}{4\pi P_a h_{pk} r_\delta} \left[ \frac{r_\delta}{r_\kappa} + \frac{r_\kappa}{r_\delta} + \frac{\lambda_{cp2}}{2h_{pk}} (r_\delta - r_\kappa) \right] - 2\pi h_{pk} r_\delta (P_a - P_m) = 0.$$

## Література

1. Проць Я.И., Савкив В.Б. Газодинамический анализ струйных захватов плоских заготовок // Оптимизация производственных процессов. Вып. 1. – Севастополь: Издательство СевГТУ. – 1999. – С. 63-68.
2. Savkiv V., Mykhailyshyn R., Duchon F., Gasdynamic analysis of the Bernoulli grippers interaction with the surface of flat objects with displacement of the center of mass / V. Savkiv, R. Mykhailyshyn, F. Duchon // Vacuum. – 2019. – № 159. – P. 524-533.
3. Mykhailyshyn R., Savkiv V., Duchon F., Maruschak P., Prentkovskis O., Substantiation of Bernoulli Grippers Parameters at Non-Contact Transportation of Objects with a Displaced Center of Mass / R. Mykhailyshyn, V. Savkiv, F. Duchon, P. Maruschak, O. Prentkovskis // Transport Means - Proceedings of the International Conference. – 2018. – P. 1370 – 1375.
4. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. -М.: Наука, 1976.- 888с.

УДК 616-08-059

А. Сверстюк

Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського, Україна

## КІБЕРФІЗИЧНА ІМУНОСЕНСОРНА СИСТЕМА НА ГЕКСАГОНАЛЬНІЙ РЕШІТЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕШІТЧАСТИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ІЗ ЗАПІЗНЕННЯМ

A. Sverstiuk

### CYBERPHYSIC IMMUNOSENSOR SYSTEM IN A HEXAGONAL DECISION USING RESTRUCTURED DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH REQUEST

Відомо, що кіберфізичні системи реалізують інтеграцію обчислень та фізичних процесів. В їх основі найчастіше використовують вбудовані системи та мережі для моніторингу та контролю фізичних процесів в системах зі зворотнім зв'язком. У таких системах динаміка фізичних процесів є джерелом інформації досліджуваного явища з можливістю контролю та розрахунку сигналів керування об'єктом.

Кіберфізичні системи ототожнюються з проявом четвертої промислової революції, яка відбувається в сучасному світі та пов'язана з розвитком технологій "Internet of Things (Інтернет речей)", де необхідно використовувати сигнали від датчиків і вимірювальних приладів.

У кіберфізичних системах часто використовуються біосенсори. Вони є альтернативою відомим методам вимірювання, які характеризуються: поганою вибірковістю, високою вартістю, поганою стабільністю, повільною реакцією і часто можуть бути виконані тільки високо підготовленим персоналом.

Для моделювання імуносенсорної системи використано загальний підхід до кількісного виявлення клітин, яка є заснована на явищі флуоресценції. Імуносенсори є підгрупою біосенсорів, в яких відбувається імунохімічна реакція пов'язана з перетворювачем. Принцип роботи усіх імуносенсорів полягає в специфічному молекулярному розпізнаванні антигенів антитілами для утворення стабільних комплексів.

Комп'ютерне моделювання дає змогу отримати відповідні візуальні представлення змінних, що характеризують функціонування імуносенсорної системи. Так, висновок про стійкість імуносенсорів може бути зроблено на основі решітчастого зображення пікселів, що флуоресціюють.

На рисунку 1 представлено решітчасті зображення флуоресценціюючих пікселів кіберфізичної імуносенсорної системи.

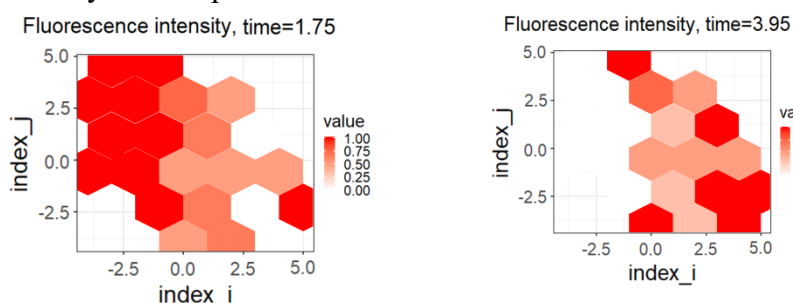


Рисунок 1. Решітчасті зображення флуоресценціюючих пікселів кіберфізичної імуносенсорної системи при величині запізнення в часі  $\tau = 0.25$ .

Висновок. Отримані експериментальні результати дають змогу виконати аналіз стійкості кіберфізичної моделі імуносенсора з врахуванням запізнення в часі.

УДК 677.31.027.13

І. Федорів

Технічний коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя

## АНАЛІЗ КОНДУКТОМЕТРИЧНИХ ДАВАЧІВ

I. Fedoriv

### ANALYSIS OF CONDUCTOMETRIC SENSORS

Метод фізико-хімічного дослідження, оснований на вимірюванні електричної провідності розчинів, називається кондуктометриєю. За допомогою кондуктометрії можна визначати різні фізико-хімічні характеристики електролітів: ступінь дисоціації, константу дисоціації, добуток розчинності, константу рівноваги хімічної реакції у розчині.

Кондуктометричне титрування широко використовують для аналізу лікарських речовин: для визначення слабких кислот і речовин кислого характеру – фенобарбіталу, сульфадимезину, сульфадиметоксину, тимолау; слабких основ – кофеїну, амідопіридину; солей слабких кислот – саліцилату і бензоату натрію; солей слабких основ – дібазолу, папаверину гідрохлориду та ін.

Електрична провідність, або її зворотна величина — електричний опір, характеризує здатність розчину проводити електричний струм. Електропровідність сильно залежить від фізико-хімічних властивостей розчинника й розчиненого речовини- концентрації й рухливості іонів, що перебувають у розчині, заряду іонів, температури й багатьох інших факторів.

Як видно з рисунка 2.6, зі збільшенням концентрації питома електропровідність розчинів спочатку зростає, досягаючи деякого максимального значення, потім починає зменшуватися. Ця залежність дуже чітко виражена для сильних електролітів і значно гірше для слабких. Наявність максимуму на кривих пояснюється тим, що в розведених розчинах сильних електролітів швидкість руху іонів мало залежить від концентрації, і спочатку росте майже прямо пропорційно числу іонів; з ростом концентрації підсилюється взаємодія іонів, що зменшує швидкість їх руху.

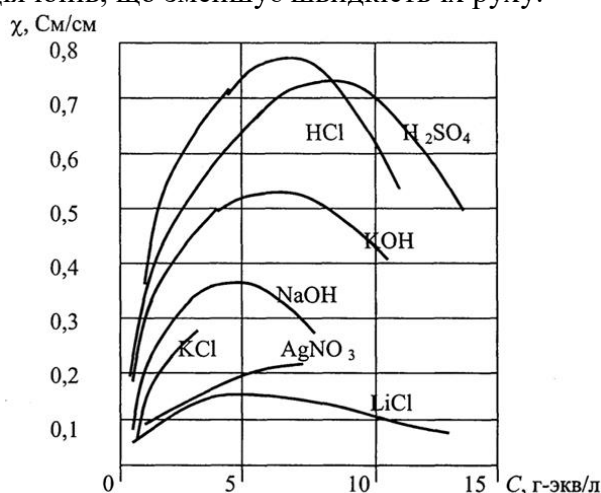


Рисунок 1. Залежність питомої електропровідності електролітів від концентрації

Для слабких електролітів наявність максимуму на кривій обумовлене тим, що з ростом концентрації зменшується ступінь дисоціації, і при досягненні певної концентрації число іонів у розчині починає збільшуватися повільніше, чим

концентрація. Для обліку впливу на електричну провідність розчинів електролітів їх концентрації й взаємодії між іонами введено поняття молярної електропровідності розчину.

Чутливим елементом при вимірюванні електропровідності є кондуктометрична комірка, властивості якої характеризуються константою або постійною комірки. Конструкція класичної комірки являє собою два паралельні вимірювальні електроди площею 1 см<sup>2</sup> занурених у розчин і розташованих на відстані 1 см один від одного. Константа комірки індивідуальна для кожного датчика й визначається безпосередньо на заводі-виготовлювачі.

На сьогоднішній день існує велика кількість кондуктометричних давачів, які відрізняються конструкцією, матеріалом електрода (нержавіюча сталь, платина, графіт) і константою.

На відмінну від «класичних» давачів, чотириелектродні вимірювальні комірки мають деякі суттєві перевагами за рахунок того, що поляризація відбувається на одній парі електродів, а вимірювання сигналу — на іншій.

Основними особливостями таких давачів є:

- широкий діапазон виміру з однієї константою комірки;
- відсутність поляризації на вимірювальних електродах;
- більш широкі можливості очищення давачів у порівнянні із

двохелектродними.

Окрім цього, фактично вимірюваним параметром є не опір (як у випадку двухелектродних давачів) а спадання напруги, це забезпечує більшу точність вимірювань, і, як наслідок, можливість застосування таких давачів при визначенні концентрації лугів, кислот і різних солей.

Індуктивні (або «безелектродні») давачі провідності складаються із двох концентричних котушок індуктивності в корпусі з діелектричного полімерного матеріалу. При накладенні змінної напруги на первинну обмотку давача створюється магнітне поле.

У результаті виникає електричний струм, пропорційний провідності аналізованого розчину, який вимірюється на вторинній обмотці.

Давачі такого типу мають наступні переваги:

- відсутність поляризації;
- повна ізоляція вимірювальної частини давача від контакту із зовнішнім середовищем;
- відсутність впливу на результат вимірювання таких явищ як забруднення давача, утворених плівок або інших відкладань;
- можливість роботи давача в агресивних середовищах і сильно концентрованих розчинах.

### **Література**

1. Кухарчук В.В. Основи метрології та електричних вимірювань : підручник / В. В. Кухарчук, В. Ю. Кучерук, Є. Т. Володарський, В. В. Грабко. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 522 с.
2. Храмов А. В. Первинні вимірювальні перетворювачі приладів і автоматичних систем / А. В. Храмов. – К. : Вища школа, 1998. – 220 с.

УДК 621.865.8

П. Федорів

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## СРУМЕНЕВІ ПРИВОДИ ШАРНІРНО-ВАЖІЛЬНИХ ЗАТИСКНИХ ПРИСТРОЇВ

P. Fedoriv

### STREAM OCCASIONS OF JOINT-LEVER CLAMPING DEVICES

Механізми затиску призначені для закріплення оброблювальних заготовок у робочих позиціях верстатів і автоматичних ліній. Закріплення заготовки в робочій позиції виконують таким чином, що вона на протязі наступного циклу обробка здійснює задані переміщення, не змінюючи положення відносно бази кріплення (затиску).

Всі механізми затиску можна поділити на дві групи:

1. Механізми призначені для затиску симетричних виробів (патрубки, труби і т.д.).
2. Механізми призначені для затиску виробів будь-якої форми (корпусних деталей, кронштейнів плит і т.д.). Оброблювальні вироби затискають затискними органами (цангами, кулачками, важелями та ін.), переміщення яких для створення необхідної сили затиску здійснюється спеціальними приводами безпосередньо, або через проміжні передачі. Привод затискного механізму може бути здійснений від загального приводу верстата через механічні передачі, або від індивідуального пневмо-, гідро-, електродвигуна.

За джерелом затискного зусилля всі механізми діляться на дві групи:

1. Механізми з силовим замиканням (СЗ);
2. Механізми з жорстким замиканням (ЖЗ).

В автоматах і автоматичних лініях механізм затиску є одним із важливіших циклових механізмів і вся його робота, включаючи і команди, проходить без сторонньої допомоги. Таким чином, у відповідності з вдосконаленням робочої машини існують наступні системи затиску:

1. Ручна;
2. Напівавтоматична;
3. Автоматична.

До основних вимог, що ставляться до механізмів затиску відносяться:

1. Забезпечення надійності затиску.
2. Забезпечення концентричності при затиску симетричних профілів незалежно від коливань розмірів заготовки.
3. Забезпечення стабільності затиску виробу по довжині.
4. Забезпечення потрібної жорсткості затиску.
5. Забезпечення високої надійності і довговічності в роботі.
6. Забезпечення нормальних зусиль затиску при допустимих відхиленнях розмірів затискаючи поверхонь.
7. Конструктивна простота і малі габарити механізму затиску.

Шарнірно-важільні механізми застосовуються в якості підсилювачів приводів. За конструкцією вони поділяються на одноважільні, двохважільні односторонньої дії, двохважільні двохсторонньої дії.

Схема одноважільного шарнірного механізму показана на рис.2. Важіль 1 через звичайний важіль 2 затискає деталь 3 і знаходиться в рівновазі. Вихідна сила  $Q$  і реакція  $N$  зі сторони опори ролика замінюються рівнодією  $R$ , направленою вздовж важеля. Після розкладу  $R$  у точці  $C$  отримані сили  $W$  і  $Q$ . З трикутника  $WCR$  для

ідеального механізму знаходимо  $W_{\infty} = Q(1/\operatorname{tg}\alpha)$ . Отже, ідеальний важільний механізм, як і клиновий, при  $\alpha \rightarrow 0$  розвиває силу  $W_{i0} \rightarrow \infty$ . Сила, що розвивається реальним механізмом, визначається за формулою:

$$W = Q \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg}\varphi_{1np}}, \quad (1)$$

де  $\beta$  – додатковий кут до кута  $\alpha$ , яким враховуються втрати на тертя ковзання в шарнірах:

$$\beta = \arcsin f(d/L);$$

$\operatorname{tg}\varphi_{1np}$  – приведений коефіцієнт тертя кочення, який враховує втрати на тертя в роликівій опорі:

$$\operatorname{tg}\varphi_{1np} = \operatorname{tg}\varphi_1(d/D);$$

$d$  – діаметр осей шарнірів і ролика;  $D$  – зовнішній діаметр ролика;  $L$  – відстань між осями отворів важелі;  $f$  – коефіцієнт тертя ковзання в шарнірах і на осі ролика;  $\operatorname{tg}\varphi_1$  – коефіцієнт тертя ковзання на опорі ролика.

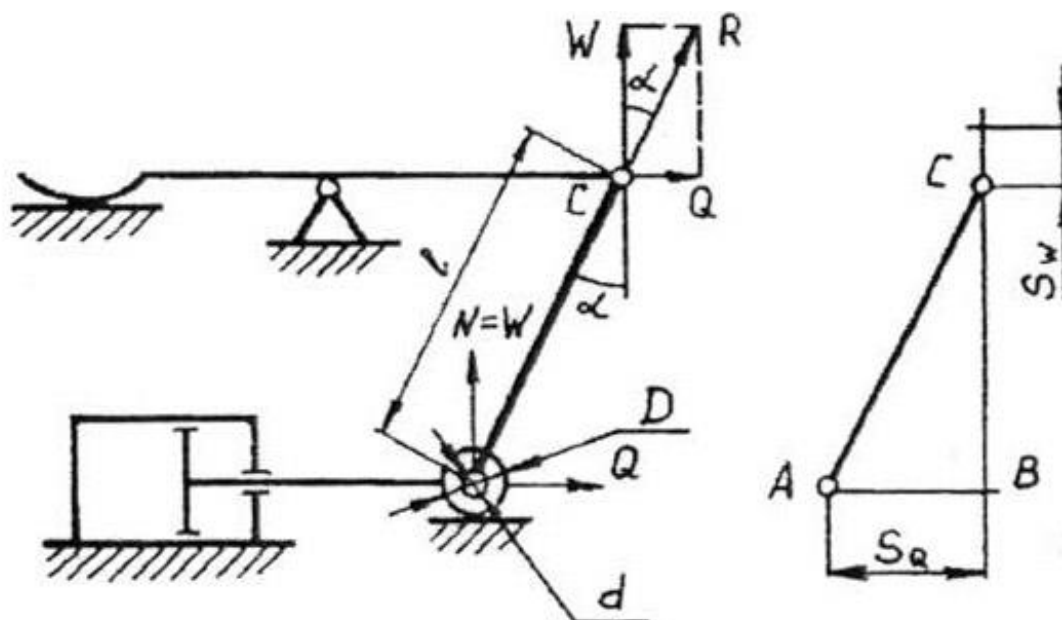


Рисунок 1 – Розрахункова схема одноважільних шарнірних механізмів

Для ідеальних двох важільних шарнірних механізмів односторонньої дії з трикутника сил знаходимо:

$$W_{i0} = Q \frac{1}{2\operatorname{tg}\alpha},$$

тобто ці механізми при рівних вихідних силах розвивають в 2 рази меншу силу  $W_{in}$  ніж одноважільні.

Вибір струменевого приводу, як і любого приводу, повинен визначатися призначенням маніпулятора, вимогами до його технологічних характеристик, врахуванням вартості технічного обслуговування, експлуатаційних втрат і рядом інших факторів.

УДК 621.867.52

О. Шовкун, І. Козбур

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

## ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ ВІБРАЦІЙНИЙ ПРИВОД ЖИВИЛЬНИКА З ФАЗОВИМ ПІДЛАШТУВАННЯМ ЧАСТОТИ ЗБУДЖЕННЯ

A. Shovkun, I. Kozbur

### ELECTROMAGNETIC VIBRATION DRIVE FEEDER WITH PHASE ADJUSTMENT OF THE EXCITATION FREQUENCY

Електромагнітні приводи вібраційних живильників, призначених для транспортування та поштучної видачі заготовок і деталей, мають численні переваги над іншими. Це компактність, відсутність обертових частин та пар тертя, висока питома потужність, простота, надійність. Для ефективної роботи цих пристроїв необхідно забезпечити резонансний режим їх роботи. Для забезпечення резонансного режиму електромагнітного віброприводу доцільно використати фазове підлаштування частоти збудження (ФАПЧ).

Для класичних конструкцій віброприводів, спроектованих під частоту промислового струму або її гармонік,  $-50$  або  $100$  Гц ( $60 - 120$ ), їх коливальна маса і жорсткість пружної системи підганяються під середнє значення, що зменшує ефективність резонансу. У процесі експлуатації повна коливальна маса вібраційного живильника може змінюватися в значних межах, що приводить до зміни умов резонансу та до можливої зупинки вібраційної машини. Таким чином, використати переваги резонансного приводу при безпосередньому його живленні від мережі змінного струму – неможливо.

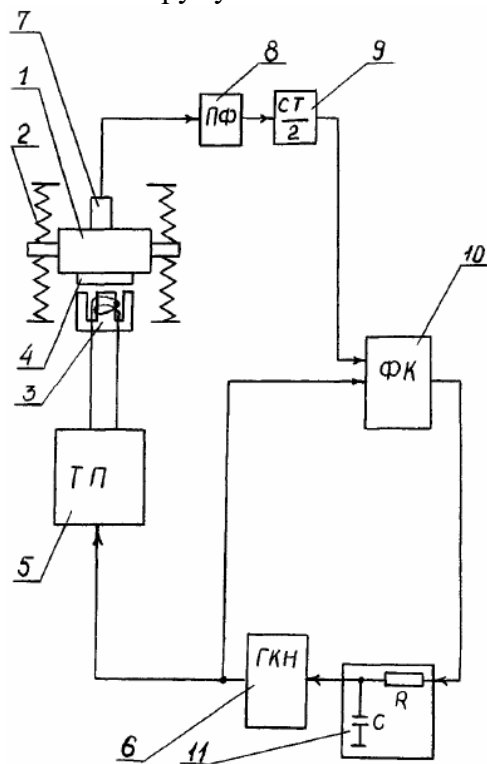


Рис.1. Електромагнітний вібраційний привод живильника з фазовим підлаштуванням частоти збудження.

Можливим рішенням є використання фазового підлаштування частоти збудження (ФАПЧ) генератора керованого напругою (ГКН), який використовується для живлення електромагнітного приводу віброживильника [1, 2]. Функціональна схема приводу зображена на рис.1. Де, відповідно: 1 – коливальна маса, 2 – пружна система, 3 – електромагнітний збуджувач, 4 – яр, 5 – тиристорний підсилювач (ТП), 6 – ГКН, 7 – вібраційний електромагнітний давач, 8 – підсилювач формувач (ПФ), 9 – подільник частоти (СТ/2). 10 – фазовий компаратор (ФК), 11 – фільтр низьких частот (ФНЧ).

Електромагнітний привід резонансної вібраційної машини працює наступним чином. При подачі напруги живлення генератор 6 починає генерувати імпульси, частота яких є близькою до резонансної частоти вібраційної машини. Імпульси з ГКН підсилюються тиристорним підсилювачем 5 і подаються в обмотку вібраційного збуджувача 3, який, притягуючи яр 4, приводить в рух робочий орган вібраційної машини. Електромагнітний вібраційний давач 7, реагуючи на коливання маси 1, перетворює їх в електричні сигнали, які підсилюються та

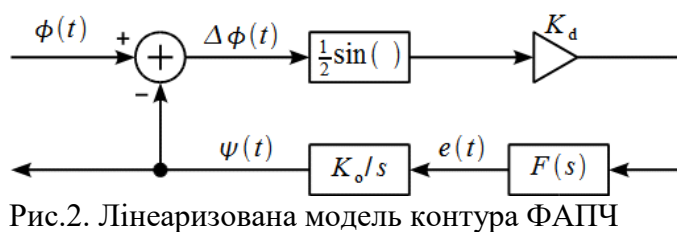


перетворюються в прямокутні імпульси в ПФ. Частота слідування імпульсів ділиться на два тригерним подільником частоти 9, і подається на один з входів фазового компаратора 10. На другий вхід ФК надходять імпульси з виходу генератора керуваного напругою. Подільник частоти застосовують тому що частота механічних коливань якоря одноктного електромагнітного вібраційного збуджувача в два рази більша ніж частота струму живлення.

В початковий момент часу, імпульси від генератора 6 та сигнали від вібраційного давача 7 різняться по частоті та фазі. Фазовий компаратор 10 перетворює різницю фаз у послідовність імпульсів певної тривалості. Ця послідовність імпульсів, проходячи через інтегруючу R-C ланку фільтра низьких частот 11, перетворюється в керуючу напругу, котра подається на управляючий вхід ГКН, в результаті чого частота генерованих ним імпульсів буде наближатись до частоти сигналів вібраційного давача. яка утворюється на зміни його частоти в напрямку наближення до частоти сигналів, що подаються на другий вхід компаратора - тобто через деякий час, який визначається постійною часу фільтра ФНЧ 11 та початковою різницею між частотою генератора та частотою власних коливань вібраційної машини, ці сигнали зрівнюються по частоті та фазі, що відповідає резонансному режиму роботи вібрмашини.

При зміні частоти власних коливань робочого органа вібраційної машини в процесі роботи, наприклад при зміні коливної маси за рахунок завантаження або розвантаження, частота задаючого генератора також зміниться в необхідному напрямку таким чином, що вібрмашина працюватиме в резонансному режимі незалежно від навантаження та зовнішніх дестабілізуючих факторів.

Тобто частота ГКН змінюється до тих пір, поки не зрівняється з частотою резонансу вібраційного живильника і живильник працює в резонансному режимі незалежно від зміни коливальної маси, жорсткості пружної системи та інших параметрів пристрою. Лінеаризована модель контура ФАПЧ представлена на рис.2. Де,



відповідно,  $\phi(t) = \Delta\omega \cdot t + \phi_0$  – зміна частоти в часі,  $\Delta\omega$  – розузгодження частоти,  $\Delta\phi(t)$  – еквівалентний сигнал розузгодження фази,  $e(t)$  – сигнал помилки,  $F(s)$  –

Рис.2. Лінеаризована модель контура ФАПЧ

характеристика петльового фільтра ФАПЧ,  $K_d$  – коефіцієнт передачі ГКН. Використовуючи структурну схему лінеаризованої моделі контура ФАПЧ, можна в подальшому провести детальний аналіз динамічних та частотних характеристик електромагнітного вібраційного приводу живильника з фазовим підлаштуванням частоти збудження.

Забезпечення резонансного режиму вібраційного живильника, за рахунок використання фазового автоматичного підлаштування частоти збудження, призведе до максимальних амплітуд коливної маси та, відповідно, до збільшення швидкості переміщення заготовок по його робочій поверхні та продуктивності в цілому.

#### Література:

1. Патент України № 28978 В65G27/24, Шовкун О.П. Електромагнітний привід резонансної вібраційної машини.
2. Електромагнітний вібропривод живильника / Шовкун Олександр, Козбур Ігор, Козбур Галина // Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки і приладобудування. Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції, 8-9 червня 2017 року: збірник тез доповідей. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2017. – с. 194-195

## **Секція: МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО, МІЦНІСТЬ МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ, БУДІВНИЦТВО**

**Голови:** проф. П. Ясній, проф. П. Стухляк, проф. М. Підгурський, проф. П. Марущак

**Вчений секретар:** доц. Р. Золотий

**УДК 678.64:678.026**

**П. Гузик, П. Романишин, Ю. Микитів**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

### **ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ 3D ДРУКУ**

**P. Huzyk, P. Romanyshyn, Y. Mykytiv**

#### **REVIEW OF 3D PRINT TECHNOLOGIES**

Технологія 3D друку є перспективною технологією створення великої кількості виробів за мінімальний час підготовки виробництва і набуває все більшого поширення. Така популярність цієї технології виникла внаслідок її простоти та значного зниження ціни на мікроконтролерні системи керування кроковими двигунами.

У роботі 3D принтеру застосовують кілька технологій 3D друку.

3D-друк може здійснюватися різними способами і з використанням різних матеріалів, але в основі будь-якого з них лежить принцип шарового створення (вирощування) твердого об'єкта.

Застосовуються дві принципові технології 3D друку:

#### **1. Лазерна (SLS, SLA):**

1.1. Лазерний друк — ультрафіолетовий лазер поступово, піксель за пікселем, засвічує рідкий фотополімер, або фотополімер засвічується ультрафіолетовою лампою через фотошаблон, який змінюється з кожним новим шаром. При цьому відбувається затвердження шару і перетворення його на досить міцний пластик.

1.2. Лазерне спікання — лазер випалює в порошок з легкоплавного пластику шар за шаром контур майбутньої деталі. Після цього зайвий порошок струшується з готової деталі.

1.3. Ламінування — деталь створюється з великої кількості шарів робочого матеріалу, які поступово накладаються один на одного і склеюються, при цьому лазер вирізає в кожному контур перерізу майбутньої деталі.

#### **2. Струменева (FDM, FFF):**

2.1. Застигання матеріалу при охолодженні — головка екструдера видавлює на охолоджену платформу-основу краплі розігрітого матеріалу термопластичної природи. Краплі швидко застигають і з'єднуються один з одним, формуючи шари майбутнього об'єкта.

2.2. Полімеризація фотополімерного пластику під дією ультрафіолетової лампи — спосіб схожий на попередній, але пластик твердне під дією ультрафіолету.

2.3. Склеювання або спікання порошкоподібного матеріалу — суть та ж сама, що і при лазерному спіканні, лише порошок склеюється клеєм, що надходить із спеціальної струменевої голівки. При цьому можна відтворити забарвлені деталі, використовуючи сполучні речовини різних кольорів.

Першою технологією 3D друку була технологія стереолітографії або SLA, яка була винайдена в 1986 році компанією 3DSystems, власником багатьох патентів. Пізніше внаслідок вдосконалення технологічної складової з'явилися такі методи 3D друку як SLS або вибіркоче лазерне спікання, та FDM/FFF, яка на сьогодні є найбільш популярною та доступною.

**УДК 658.382**

**О. Гурик, канд. техн. наук, доцент, О. Король, В. Сенчишин**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **ДО ПИТАННЯ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ**

**O. Huryk, Ph.D., Assoc. Prof., O. Korol, V. Senchyshyn**

### **TO THE QUESTION OF SAFETY OF VITAL FUNCTIONS**

Забезпечення безпеки життєдіяльності людини завжди було одним з найважливіших завдань розвитку цивілізації. Характерною рисою сучасного розвитку суспільства є зміна людської діяльності у зв'язку з впровадженням нових технологій та технологічних процесів.

Основною системою керування безпекою життєдіяльності є державна політика, що реалізується відповідно з Концепцією безпеки життєдіяльності в Україні.

Для вирішення цих питань був прийнятий Кодекс цивільного захисту України, який забезпечує формування адекватного мислення і цілісної системи знань, які необхідні для прийняття обґрунтованих рішень на рівні людини, підприємства, області, регіону – країни в цілому. Кодекс враховує нормативну базу та вимоги до реформування економіки, суспільного життя, державну політику щодо сприяння підприємству і спрощення державного регулювання діяльності суб'єктів господарювання з питань цивільного захисту. Документом встановлюється нове поняття і сутність терміну „цивільний захист” і визначається, що цивільний захист (ЦЗ) є функцією держави. Тобто, з 01.07.2013 року в Україні існує одна структура протидії надзвичайним ситуаціям (НС) – Єдина державна система цивільного захисту (ЄДСЦЗ).

В Кодексі зазначено, що цивільний захист є одним з основних пріоритетів діяльності органів влади, адміністрацій підприємств, установ та організацій, які є суб'єктами забезпечення цивільного захисту.

Кодекс зокрема визначає:

- права та обов'язки громадян, іноземців та інших мешканців у сфері ЦЗ;
- основні норми та положення щодо запобігання НС та захисту населення і територій;
- порядок відшкодування збитків та надання допомоги постраждалим особам;
- порядок фінансування та матеріального забезпечення заходів ЦЗ;
- класифікацію надзвичайних ситуацій.

Окремими статтями Кодексу впорядковано:

- повноваження органу влади, що здійснює державний нагляд у сфері техногенної та пожежної безпеки;
- підстави для припинення роботи підприємств, об'єктів, виробництв;
- підстави для видачі приписів, постанов і розпоряджень;
- санкції з питань порушення вимог законодавства з питань пожежної та техногенної безпеки.

Саме цим законом передбачено регулювання відносин, що пов'язані із захистом населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій, реагування на них, функціонуванням єдиної державної системи цивільного захисту. Створення ЄДСЦЗ, на яку покладено виконання всього комплексу захисту мирного часу, так і в особливий період.

1. Бедрій Я.І. Безпека життєдіяльності : навчальний посібник / В.Я.Нечай. Львів : Манголія 2006, 2007. 499 с.
2. Кодекс цивільного захисту України.

**УДК 62-05**

**С. Данильченко**

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

**ОЛЕКСАНДР ІНОКЕНТІЙОВИЧ НЕРОВЕЦЬКИЙ – ЗАСНОВНИК ШКОЛИ ПОТОКОВОГО ШВИДКІСНОГО БУДІВНИЦТВА.**

**S. Danylchenko**

**OLEXANDR INOKENTIOVYCH NEROVETSKYY - FOUNDER OF THE SCHOOL HIGH-SPEED STREAMING BUILDING**

Олександр Інокентійович Неровецький був одним із видатних вчених у області індустріалізації будівництва, організатором впровадження в будівництво нової технології, який поєднував у собі риси передового організатора, талановитого вченого, керівника і наставника багатьох спеціалістів і інженерів України.

Виробнича, наукова і викладацька діяльність О.І. Неровецького відрізнялася особливою багатогранністю: керівництво великими будовами; активна участь у розробці і впровадженні заходів по індустріалізації в Україні; розробка основних положень з організації будівельного виробництва; організація швидкісного будівництва в УРСР і розробка теоретичних основ потокового-швидкісного будівництва; організація наукових досліджень у області індустріалізації і організації будівництва; викладання дисципліни «Будівельне виробництво» у технікумах, на курсах підвищення кваліфікації будівельників і в інститутах; написання підручників для вузів. Особливе місце у житті О.І. Неровецького займала громадська робота.

Олександр Інокентійович народився 5 березня 1884 року в сім'ї Черкаського земського лікаря і вчительки. У Черкаській гімназії він виявив блискучі здібності з усіх предметів і закінчив її з золотою медаллю. В 1901р. поступив у Київський університет на математичний факультет, але навчався там менше року, за активну участь у заворушеннях студентів які протестували проти поліцейського режиму в університеті у 1902 р. був відрахований з нього. Восени цього ж року витримав конкурсний екзамен до Київського політехнічного інституту на інженерно-будівельне відділення, яке закінчив у 1907 році і отримав диплом 1-го ступеня і звання інженера-будівельника.

З 1907 по 1917 рр. працював на залізничному будівництві в північно-східній частині України і на Північному Кавказі. З 1922р. О.І. Неровецький займався будівництвом промислових, шахтних і цивільних будинків і споруд у промислових районах Донбаса і Придніпров'я: працював спочатку в Артемівську, а з 1925р. і Харкові, у великому об'єднанні України «Індустрої». У 1931р. при Промисловій академії в Харкові був створений будівельний факультет, де Олександр Інокентійович став завідувачем кафедри будівельного виробництва. З 1934р. він завідує такою ж кафедрою в Харківському інженерно-будівельному інституті. З 1936р. Неровецький повністю переходить на наукову роботу, стає директором Українського науково-дослідного інституту споруд.

У період з 1934 по 1941рр. готує і видає в Харкові декілька фундаментальних праць по передовим методах в організації будівництва і його індустріалізації. В 1939р. присвоєно звання професора, в 1941р. обраний членом-кореспондентом Академії архітектури СРСР. Відзначений почесними нагородами: орден «Знак Пошани» і медаль «За доблесну працю під час Великої Вітчизняної війни 1941—1945рр».

Олександр Неровецький автор ряду праць та перших підручників з технології і організації будівництва є автором понад 300 наукових праць.

Помер О.І. Неровецький 31 грудня 1950 року. Похований у Києві на Лук'янівському кладовищі.

УДК 678.64:678.026

Р. Золотий, канд. техн. наук., І. Ярема, канд. техн. наук., доц., В. Наумов  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ РУЙНІВНОГО НАПРУЖЕННЯ ПРИ ЗГИНАННІ ФЕРИТОНАПОВНЕНИХ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ

R. Zoloty, Ph.D., I. Yarema, Ph.D., Assoc. Prof, V. Naumov  
INVESTIGATION OF THE DESTRUCTIVE STRESS WHEN BENDING FOR  
EPOXY COMPOSITES FILLED BY FERITIS

Основною перевагою більшості полімерних КМ є поєднання високих експлуатаційних характеристик, низької вартості та технологічності при формуванні у виробі. У процесі експлуатації на деталі та вузли технологічного устаткування у харчовій, легкій, енергетичній промисловості одночасно діють механічні навантаження, високі та низькі температури, агресивні середовища, що приводить до зниження ресурсу роботи технологічного устаткування. Основними напрямками захисту машин і механізмів є розробка нових матеріалів і покриттів, які забезпечують необхідний комплекс фізико-механічних властивостей, стійкість до спрацювання, а також можливість багаторазового відновлення робочих поверхонь. Виходячи з цього метою роботи було дослідити руйнівне напруження при згинанні для КМ феритом та оксидом міді. Аналіз цих результатів у подальшому дозволить оптимізувати технологічні режими формування епоксикомпозитів.

За отриманими експериментальними даними визначили коефіцієнти полінома:

$$Y = 73,42 - 1,96 \cdot X_1 - 0,84 \cdot X_2 - 10,40 \cdot X_3 + 4,44 \cdot X_1^2 + 13,99 \cdot X_2^2 - 4,26 \cdot X_3^2 + 5,62 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,12 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,02 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,12 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3.$$

Значущість коефіцієнтів регресії визначали за t-критерієм.

Дисперсія відтворення:  $S^2(y) = 37,008$

Середня дисперсія відтворення:  $S^2(y) = 18,504$

Табличне значення критерію Ст'юдента:  $t_{0,05} = 2,131$

У результаті відкидання незначущих коефіцієнтів рівняння має вигляд:

$$Y = 73,42 - 10,40 \cdot X_3 + 4,44 \cdot X_1^2 + 13,99 \cdot X_2^2 + 5,62 \cdot X_1 \cdot X_2.$$

Адекватність одержаної математичної моделі перевіряли за критерієм Фішера.

Залишкова дисперсія для степенів вільності  $f_1 = 4$  та  $f_2 = 15$  становить:

$$S_R^2 = 30,05$$

Критерій Фішера:  $F_i = 1,62$

Для 5% рівня значущості табличне значення F-критерію складає:  $F_p = 3,1$ .

Оскільки  $F_p > F_i$ , то можна вважати, що рівняння адекватно описує вплив складу та режимів отримання композитів на руйнівне напруження при згинанні ( $\sigma_{зг}$ ) КМ.

Виходячи з рівняння, приведеного вище, можна зробити наступні висновки: найбільш значущими факторами, які впливають на руйнівне напруження при згинанні, є час витримки матеріалу перед проведенням термічної обробки та співвідношення вмісту основного та додаткового наповнювача. При цьому збільшення часу витримки призводить до зниження досліджуваного параметру.

### Література.

1. Investigation of the adhesive strength and residual stresses in epoxy composites modified by microwave electromagnetic treatment. By: Stukhlyak, P.D., Holotenko, O.S., Dobrotvor, I.H., Mytynyk, M.M. Materials Science, 2015, 51(2), с. 208-212. DOI: 10.1007/s11003-015-9830-z.

**УДК 678.64:678.026**

**В. Ігнат'єва, канд. техн. наук, доц.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **ПОСИЛЕННЯ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ФІБРОАРМОВАНИМИ СИСТЕМАМИ ТА СТАЛЕВИМИ КОНСТРУКЦІЯМИ**

**V. Ihnatieva, Ph. D, Assoc. Prof.**

### **STRENGTHENING SUPPORTING STRUCTURES WITH FIBER REINFORCED SYSTEMS AND STEEL STRUCTURES**

**Постановка проблеми.** Будівлі і споруди, в процесі експлуатації, потребують постійного обслуговування і ремонту. Це обумовлено якістю виготовлення будівель і споруд, кліматичними факторами, навантаженнями при експлуатації, характером навколишнього середовища, а також фізико-хімічними процесами, що виникають в конструкціях. Виходячи з вищесказаного, актуальними стають питання посилення несучих конструкцій з метою продовження терміну їх експлуатації.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Будівельна індустрія безперервно пропонує нові способи посилення несучих конструкцій. На сьогоднішній день посилення несучих конструкцій можна здійснити, наприклад, збільшенням геометричних розмірів поперечних перерізів конструктивних елементів. У той же час, цей спосіб збільшує вагу конструкції. Можливе, також, посилення за допомогою влаштування зовнішніх стяжок, підпорів, поясів. Однак, такий спосіб посилення конструкцій призводить до зміни архітектурного вигляду споруд і значних тимчасових і матеріальних витрат. Можна посилити конструкції шляхом приклеювання металевих пластин або їх зварюванням. Метод приклеювання металевих пластин вимагає створення «захисної оболонки», що оберігає сталеві листи від корозії. Також пластини мають досить велику масу і обмежену довжину. Як показує практика, посилення несучих конструкцій традиційними способами не завжди ефективно. Найбільш ефективним способом посилення несучих конструкцій є застосування сучасної технології посилення фіброармованими системами [1, 2].

Метою даної роботи є вивчення доцільності застосування фіброармованих систем для посилення несучих залізобетонних конструкцій.

Реалізація поставленої мети передбачає вирішення наступних завдань: провести порівняльний аналіз посилення несучих конструкцій методом армування фіброармованими системами і методом армування сталевими конструкціями.

**Основна частина.** Розглянемо метод посилення несучих залізобетонних конструкцій шляхом наклеювання фіброармованих систем. Суть методу полягає в наклеюванні на поверхню конструкції, що підсилюється композитних стрічок або полотен із застосуванням спеціальних епоксидних складів. Посилення конструкцій проводиться зовнішнім армуванням композиційними матеріалами на основі вуглецевих, арамідних, базальтових і скляних волокон (фіброармованими системами). Зовнішні фіброармовані системи використовуються для поздовжнього і поперечного армування стрижневих елементів, для створення армуючих підсилюючих оболонок на колонах і опорах мостів, для посилення елементів ферм та інших конструкцій. Доцільно посилення зовнішніми фіброармованими системами в діапазоні 10 ... 60 % від початкової несучої здатності конструкції, що підсилюється.

Посилення несучих залізобетонних конструкцій фіброармованими системами виконується в наступній послідовності: підготовка основи; нанесення праймера;

вирівнювання, усунення дефектів шпаклівкою (при необхідності); нанесення адгезиву; укладка композитного матеріалу; нанесення захисного складу.

Посилення фіброармованими системами може застосовуватися, якщо фактична міцність на стиск бетону конструкції становить не менше 15 МПа. Це обмеження не поширюється на посилення стислих і позацентрово стиснутих елементів горизонтальними обіймами, коли важливий тільки механічний зв'язок обійми з конструкцією. Максимальна експлуатаційна температура роботи фіброармованих систем не повинна перевищувати температуру склування полімерної матриці і клею (орієнтовно 60 ... 150 °С). При виконанні робіт по посиленню несучих залізобетонних конструкцій фіброармованими системами використовуються три види епоксидних матеріалів: ґрунтовки, шпаклівки, адгезійні склади. Для просочення бетонної основи і забезпечення необхідного зчеплення адгезиву і складу, що просочує тканину з бетонною поверхнею на всю поверхню, що буде обклеюватись наносять ґрунтовку. Для вирівнювання поверхні застосовують шпаклювальні склади. Як правило, такий метод посилення передбачає використання епоксидних смол.

Посилення стислих і позацентрово стиснутих конструкцій (колони, простінки) здійснюється шляхом влаштування навколо перетину елементів бандажів з напрямом волокон перпендикулярно поздовжньої осі конструкції, що підсилюється. Бандажі встановлюються по всій висоті конструкції.

Посилення балкових конструкцій, що згинаються здійснюється наклеюванням фіброармованих систем на нижню поверхню ребра таким чином, щоб волокна були спрямовані уздовж осі конструкції, що підсилюється і вертикальних або похилих хомутів в приопорній зоні так, щоб волокна були спрямовані перпендикулярно поздовжньої осі.

Посилення плитних конструкцій здійснюється наклеюванням на нижню поверхню накладок фіброармованих систем з напрямом волокон уздовж осі конструкції і поверх них поперечних накладок з напрямом волокон перпендикулярно поздовжнім накладкам. До наклеювання підсилюючих елементів поверхня основи повинна бути вирівняна, а дефекти усунені. Поверхня бетону повинна бути очищена від фарби, масла, жирних плям, цементної плівки. Для кращого зчеплення адгезиву з бетоном поверхня повинна бути шорсткою. Після очищення поверхня бетону обробляється складом ґрунтовки з метою зміцнення основи і поліпшення зчеплення адгезиву з бетонною поверхнею. Дрібні дефекти (відколи, раковини, каверни) не повинні бути глибше 5 мм і площею не більше 25 см<sup>2</sup>. Такі дефекти повинні бути усунені за допомогою полімерцементних ремонтних сумішей з швидким набором міцності. Вирівнювання значних (понад 25 см<sup>2</sup>) ділянок поверхні проводиться з використанням полімерцементних ремонтних складів з наповнювачем у вигляді піску і дрібного щебеню. У разі руйнування (відшарування) захисного шару бетону в результаті корозії арматури слід видалити його, очистити оголену арматуру від продуктів корозії, обробити її перетворювачем іржі і після цього відновити захисний шар спеціальними ремонтними складами. Міцність основи на стиск повинна бути не менше 15 МПа. Тріщини з розкриттям більше 0,3 мм повинні бути відремонтовані низьков'язкими епоксидними або поліуретановими складами, тріщини з меншим розкриттям можуть бути затерті полімерцементним розчином. Значний ефект від посилення конструкцій композиційними матеріалами може бути досягнутий при посиленні балок і плит покриття промислових будівель, які при посиленні традиційними методами вимагають складних конструктивних рішень, великих витрат праці, зупинки технологічного процесу виробництва при виконанні робіт по посиленню, вага конструкцій посилення часто виявляється значною.

Незважаючи на те, що сталевий прокат має низьку вартість і має достатню втомну міцність, що безсумнівно є перевагою методу посилення несучих залізобетонних конструкцій сталевим прокатом, цей метод має ряд недоліків:

- можлива корозія сталевих елементів;
- значна вага сталевих елементів;
- складність і трудомісткість роботи, що вимагає від працівників високої кваліфікації.

У той же час перевагами методу посилення несучих залізобетонних конструкцій фіброармованими системами наступні:

- фіброармовані системи, в порівнянні зі сталлю, мають низьку плинність, невелику товщину, легкість і високу межу міцності на розтяг (в 10 разів вище, ніж у сталі);
- конструкції посилені фіброармованими системами мають відмінну стійкість до корозії;
- немає потреби влаштовувати робочі майданчики (роботи можуть виконуватися з автопідйомника);
- простота і швидкість процесу.

**Висновки.** Порівняння методу посилення залізобетонних конструкцій фіброармованими системами з методом посилення сталевими конструкціями показує, що посилення залізобетонних конструкцій фіброармованими системами дозволяє в значній мірі збільшити їх несучу здатність і жорсткість, а отже продовжити термін експлуатації всієї споруди, метод не пов'язаний зі значними трудовитратами, простий і швидкий у виконанні і не впливає на вагу конструкції, що підсилюється.

#### **Література:**

1. Овчинников И.Г. Вопросы усиления железобетонных конструкций композитами [Электронный ресурс] / И.Г. Овчинников, Ш.Н. Валиев, И.И. Овчинников, В.С. Зиновьев, А.Д. Умиров. // Интернет-журнал «Науковедение». – 2012. – № 4. - Режим доступа до журн.: <https://naukovedenie.ru/PDF/8tvn412.pdf>.
2. Кушнир М.В., Прядко Н.В., Волков А.С. Расчет и усиление железобетонной балки покрытия композитными материалами / М.В. Кушнир, Н.В. Прядко, А.С. Волков // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. «Здания и сооружения с применением новых материалов и технологий» – Макеевка, 2017. – № 2017-3(125). – С.12-16.
3. Усиление железобетонных балок [Электронный ресурс] / Библиотека Санкт-Петербургского университета высоких технологий; Рубрика: Бетонные и железобетонные конструкции; Рубрика: Реконструкция и усиление зданий и сооружений - Режим доступа: <http://tehlib.com/storitel-ny-e-materialy/betonny-e-i-zhelezobetonny-e-konstruktsii/usilenie-zhelezobetonny-h-balok-2/>.



УДК 621.928.9

В. Каспрук, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

## ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ РУХУ ЗАПИЛЕНОГО ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ У ВИХРОВОМУ ПИЛОВЛОВЛЮВАЧІ

V.Kaspruk, Ph.D., Assoc.Prof.

### DETERMINATION OF MAIN LAWS OF MOVEMENT OF A FILLED AIR FLOW IN THE EXTRAORDINARY PERFORMER

Серед головних проблем захисту оточуючого природного середовища є охорона повітряного басейну яка є найбільш актуальною, так як забруднене повітря в порівнянні з іншими чинниками природного простору швидко переміщається і забруднює великі території оточуючого середовища.

Проблема очистки промислових викидів ускладнюється їх великими об'ємами що призводить до неможливості використання багатьох вже існуючих видів обладнання, так як більша частина цього обладнання працює при невеликих швидкостях газу а апарати високої продуктивності повинні мати великі габаритні розміри. Тому в даному виді обладнання неможливо рівномірно забезпечити розподілення потоків в поперечному перерізі апаратів і відповідно досягнути високої ефективності.

Для інтенсивного розділення пило повітряного потоку необхідне його закручування, надання йому руху по спіралі при проходженні через закручуючі лопатки з осьовою та тангенціальною подачею в апарат. В ході експериментів було виготовлено три види генераторів закрутки потоків з двома, трьома і чотирма лопатками, В процесі проходження пило повітряної суміші всі вони показували різний результат за тангенціальною та осьовою швидкостями. Закручування потоку впливає на поле руху: розширення струмини, підмішування і зменшення швидкості в струмині. На всі ці характеристики впливає інтенсивність закручування потоку вона характеризується параметром закрутки, який є безрозмірним відношенням осьової компоненти потоку моменту кількості руху до добутком осьової компоненти потоку кількості руху і еквівалентного радіусу.

$$S = G_0 / G_x \left( \frac{d}{2} \right)$$

де,  $G_0$  – момент кількості руху в осьовому напрямку

$G_x$  – кількість руху в осьовому напрямку

$d$  - діаметр потоку.

$$G_0 = \int_0^{\infty} (\rho u w + \rho u' w') r^2 dr$$

$$G_x = \int_0^{\infty} [\rho u^2 + \rho u'^2 + (\rho - \rho_{\infty})] r^2 dr$$

ця величина є потоком кількості руху в осьовому напрямку і враховує турбулентність нормального напруження і тиску в напрямку осей  $x$ ,  $r$ ,  $\theta$  циліндричної системи координат.

У вільній струмині величини  $G_x$  і  $G_0$  постійні. Профіль осьової швидкості  $u$  рахується рівномірним, а швидкість закручування  $w$  збільшується від 0 (при  $r=0$ ) до  $w_0$  (при  $r=d/2$ ) на стінці завихрювача. Таким чином параметр закручування потоку буде мати такий вигляд:

$$S = \frac{G/2}{1 - (G/2)^2}$$

Відношення  $S-G$  при обертанні газу як суцільного потоку в ході експерименті пдтверджено при  $G < 0,4$  ( $S=0,2$ ). При більшій інтенсивності закручування потоку розподілення осьової швидкості значно відхиляється від рівномірного і більша частина потоку виходить біля зовнішньої стінки завихрювача.

Література: А.Гупта, Д.Лилли, Н.Сайред Закрученные потоки –М.Мир, 1987.-588с.

**УДК 624.012**

**В. Каспрук, к.т.н., доц., А.Березяк**

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

**ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ  
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК, ПІДСИЛЕНИХ ВУГЛЕПЛАСТИКАМИ, ЗА  
БАГАТОРАЗОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ**

**V.Kaspruk, Ph.D., Assoc.Prof., A.Berezyak**

**RESEARCH OF A STRESSED-DEFORMED STATE OF FERROUS-CONCRETE  
POWDER, SUSPENDED BY CARBON PLASTICS, FOR MULTIPLAYER LOADS**

На сьогоднішній день найбільш поширеним матеріалом для об'єктів промислового, цивільного, сільськогосподарського, гідротехнічного та спеціального будівництва є залізобетон.

Всі зовнішні навантаження періодично повторюються, тобто мають змінний характер як у часі, так і за своїм значенням. Під малоцикловими навантаженнями розуміють навантаження, кількість повторень яких за граничний термін служби складає десятки, сотні, а деколи й тисячі разів. Серед зовнішніх впливів найбільш значною є частка малоциклових навантажень (вітрове, снігове, навантаження від ваги людей, меблів, обладнання, складових матеріалів та ін.) У кожному випадку дія малоциклових навантажень спричиняє специфічні особливості деформування та руйнування конструкцій і матеріалів.

Для підсилення стиснутої зони залізобетонних елементів ефективним методом є використання високоміцних матеріалів, таких як сталеві фібробетон та полімербетон. Переваги застосування сталевих фібри – підвищує міцність бетону на згин і зріз, зменшується час на монтаж арматури, збільшується вібраційна стійкість бетону, знижує масу бетонних виробів, скорочує час первинного і остаточного твердіння на 25%, міцність бетону збільшується в середньому на 20%.

При підсиленні розтягнутої зони залізобетонних елементів, значне підвищення несучої здатності отримують при наклеєні композитних матеріалів FRP. Переваги композитних матеріалів – це корозійна стійкість, у 10 разів більша міцність, легкість, простота використання, низька вартість робочої сили, зручність та легкість транспортування, робота без рихтувань, відсутність розмірних обмежень і стиків, висока міцність, можливість використання в конструкціях з різних матеріалів, з'єднання з основною конструкцією лише за допомогою клею. Недоліком таких матеріалів залишається висока вартість і низька міцність у поперечному до волокон напрямі.

Сучасні композитні матеріали на основі вуглецевих волокон CFRP у вигляді стрічок і полотен набувають розповсюдження у світовій будівельній практиці, зокрема для підсилення залізобетонних конструкцій різного призначення як додаткове зовнішнє армування, наклеєне синтетичними клеями до зон які підсилюють конструкції.. Особливий інтерес представляють експериментальні дослідження підсилення вуглепластиками залізобетонних балок на дію багаторазових навантажень, зокрема сумісної роботи вуглецевопластикових елементів підсилення з існуючим армуванням балки.

Розподіл середніх деформацій бетону, арматури, стрічок підсилення за багаторазових навантажень по висоті перерізу до рівнів навантаження 0,85...0,9 від руйнівного близький до лінійного, що свідчить про справедливість гіпотези плоских перерізів і правомірність її використання в розрахунках.

Більша витривалість підсилення балок зумовлена кращими умовами роботи арматури на витривалість і її більшою втомною міцністю внаслідок значно більшого, ніж у непідсилення балок, коефіцієнта асиметрії циклу напружень в арматурі  $\rho_s$ , яка працює разом зі стрічками підсилення.

Багаторазові навантаження істотно впливають на зміну основних характеристик напружено-деформованого стану підсилення балок – висоту стиснутої зони, кривину і жорсткість, що необхідно враховувати під час розробки методики їх розрахунків.

УДК 621.77; 621.314

Я. Ковальчук, канд. техн. наук, доц., Н. Шингера, канд. техн. наук, доц.  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНЬ В ЕЛЕМЕНТАХ ЗВАРНОЇ ФЕРМИ ПРИ НАГРІВАННІ

Y. Kovalchuk, Ph.D, Assoc. Prof, N. Shynhera, Ph.D, Assoc. Prof  
MODELING OF STRESS IN WELDED TRUSS ELEMENTS DURING HEATING

Метою роботи є виявлення впливу підвищеної температури на зміну параметрів напружено-деформівного стану в елементах зварної підкровоквяної ферми. Підвищення температури зварної ферми можуть зазнавати в процесі кліматичного нагрівання влітку, при дії експлуатаційно-технологічних чинників (металургійні чи ливарні виробничі комплекси) або в аварійних умовах (пожежа). Класичні розрахункові методи не забезпечують високої достовірності поведінки ферми за таких умов.

Для досягнення поставленої мети виконано комп'ютерний моделюючий експеримент в середовищі ПК ANSYS для зварної підкровоквяної ферми 2000 мм х 400 мм, виготовленої зі сталюго вальцьованого кутника 40х40х4 мм зі сталі Ст 3. (рис.1). Моделювання поведінки ферми відбувалося для температур 20, 100, 200, 300 та 425 °С без дії зовнішніх навантажень (лише навантаження від власної ваги).

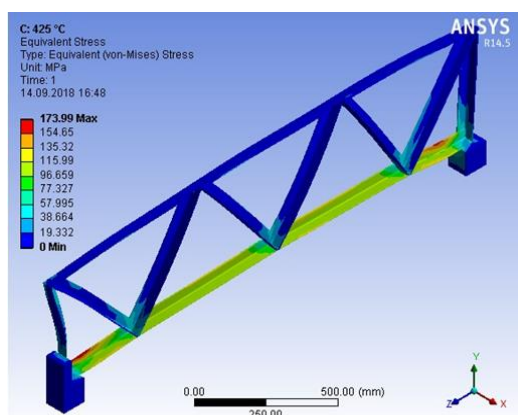


Рис. 1 – Моделювання напружень в елементах зварної ферми при нагріванні

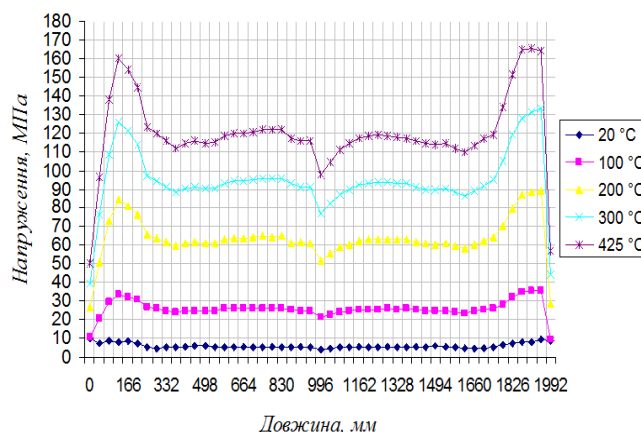


Рис. 2 – Графік еквівалентних напружень вздовж нижнього поясу ферми при нагріванні конструкції

За результатами моделювання виявлено місця, де формуються максимальні напруження, та визначену величину цих напружень для різних температур (рис. 2).

Отримані результати доцільно застосовувати при проектуванні зварних ферм, які будуть сприймати підвищені температури з метою забезпечення їх проектної міцності впродовж експлуатації.

### Література

1. Пат. №86798 Україна, МПК G01N 25/16. Пристосування для визначення температурних деформацій плоских ферм / Ковальчук Я.О., Шингера Н.Я., Бойчук А.В., Рибачок Н.І., Бобик М.П.); заявник і патентовласник Тернопіль. нац. техн. ун-т. – №86798 ; заявл.15.07.2014 ; опубл. 10.01.2014, Бюл. №1.
2. Ковальчук Я.О. Деформування зварної будівельної ферми при дії теплових впливів / Я.О. Ковальчук, М.П.Бобик, О.І.Рибачок, А.В.Бойчук // II наук.-техн. конф. мех.-техн. ф-ту Тернопільського нац. тех. ун-ту ім. І. Пулюя, 24–25 квіт. 2013р. : тези доп. – , Тернопіль, 2013. – С. 12.

УДК 621.762

**В. Ковбашин<sup>1</sup>, канд. хім. наук, доц., І. Бочар<sup>2</sup>, канд. тех. наук, доц.**

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

<sup>2</sup>Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

## **СПОСІБ ОБРОБКИ РЕАКЦІЙНО-СПЕЧЕНИХ ВИРОБІВ НА ОСНОВІ КАРБІДУ КРЕМНІЮ ТА ДИСИЛІЦИДУ МОЛІБДЕНУ**

**Vasiliy Kovbashyn<sup>1</sup>, Ph.D., Assoc. Prof.; Igor Bochar<sup>2</sup>, Ph.D., Assoc. Prof.**

### **METHOD FOR PROCESSING REACTION SINTERED PRODUCTS BASED ON SILICON CARBIDE AND MOLIBDENUM DISILICIDE**

Технологія обробки реакційно-спечених керамічних матеріалів на основі карбїду кремнію та дисилїциду молїбдену не забезпечує повного зв'язування шкідливих домішок, які утворюються в матеріалі при одержанні виробів [1,2]. Наявність шкідливих домішок призводить до значного погіршення технологїчних та експлуатаційних характеристик карбїду кремнію та дисилїциду молїбдену. Наявність диоксиду кремнію спричинює підвищення електроопору та перегрівання виробів із реакційно-спечених карбїду кремнію та дисилїциду молїбдену. Рїзка зміна температурного режиму викликає руйнування зв'язків між зернами кераміки і втрату мїцності матеріалу. Існують рїзні шляхи покращення фізико-механїчних і хїмічних властивостей керамічних матеріалів [3]. Найбільш розповсюдженим є нанесення покриття на робочу частину виробу [4].

Розроблений спосїб обробки реакційно-спечених керамічних матеріалів на основі карбїду кремнію та дисилїциду молїбдену вїдноситься до напряду хїміко-термічна обробка в галузі порошкова металургїя і може бути рекомендований у електронній та електротехнїчній промисловостї. Для реалїзації запропонованого способу обробки реакційно-спечених керамічних матеріалів використовували зразки розміром 8x10 мм із карбїд кремнїєвих та дисилїцид молїбденових електронагрївачів. Було виготовлено по 12 зразків кожного типу.

Дослїдження технологїчного процесу обробки керамічних матеріалів на основі карбїду кремнію та дисилїциду молїбдену з використанням гїдриду титану показало, що введення в сумїш вїд 1 до 10 %  $TiH_2$  істотно впливає на швидкїсть процесу насичення. Із збільшенням вмісту в порошковому середовищі гїдриду титану насичувальна здатність сумїші зростає в 1,5 рази порівняно з використанням фтористих активаторів. Насичення  $SiC$  та  $MoSi_2$  у сумїшах, які мїстять 10 % і більше гїдриду титану призводить до розгерметизації контейнера та порушення процесу насичення, тому найдоцїльнїше використовувати сумїші, які мїстять до 7 % гїдриду титану.

Дослїдження кїнетики взаємодїї силїкоборидної фази з карборундовою та дисилїцид молїбденовою основою показало, що із збільшенням тривалостї нагрївання товщина дифузїйного покриття зменшується. Пїсля вїдпалу при температурі 1200 °C (тривалїстю 12 годин) початкова товщина захисного шару на  $SiC$  зменшується на третину, а при 1500 °C на 40 %. Аналогїчне явище спостерїгається на зразках дисилїциду молїбдену. Зміна фазового складу покриття на  $SiC$  та  $MoSi_2$  вїдбувається з сторони вакуумного середовища. Одночасно спостерїгається повільний рїст тетрабориду кремнїю, про що свїдчать результати металогрфїчних і мїкродюрOMETричних методів аналізу. Так як, пїд час нагрївання у вакуумі вїдбувається руйнування поверхневого шару і катастрофїчна втрата ваги зразків, дослїдження стабїльностї гексабориду кремнїю тривалїстю більше 12 годин було недоцїльно.

Пригальмувати небажані процеси на межі покриття – вакуум можна шляхом використання інертного середовища.

Завершальною операцією способу обробки реакційно-спечених керамічних матеріалів є нанесення на силікоборовану поверхню карбідокремнієвих і дисиліцид молібденових зразків шару суспензії силіцид оксидної композиції, яка містить дисиліцид молібдену, цирконієво-ітрієву кераміку і алюмінат натрію. Дисиліцид молібдену ( $MoSi_2$  - МРТУ6-09-5701-68) виконує функцію високотемпературного зв'язуючого, цирконій-ітрієва кераміка (ЦІС-2, ТУ14-8-86-73) містить в собі (мас. %): оксид цирконію ( $ZrO_2$ ) + оксид гафнію ( $HfO_2$ ) – 72-78, оксид ітрію ( $Y_2O_3$ ) – 22-28 і є тугоплавким наповнювачем, який підвищує жаростійкість силіцид оксидної суспензії. Введення до складу суспензії алюмінату натрію ( $NaAlO_2$ ) призводить до утворення порції оксиду натрію ( $Na_2O$ ), який витрачається на створення разом із оксидом кремнію  $SiO_2$  скловидної плівки і тугоплавкої складової – оксиду алюмінію ( $Al_2O_3$ ).

На силікоборовані зразки на основі реакційно-спеченого карбиду кремнію та дисиліциду молібдену наносять силіцидокси́дну композицію.

Товщина шару покриття складає приблизно 225 мкм за періодичного режиму роботи покриття і тривалості робочого циклу 100 годин. Випробування покритих зразків (по 4 штуки кожного складу) проводили згідно вимог ДСТУ. Одержані результати проведених випробувань силікоборованих карбідокремнієвих та дисиліцид молібденових зразків із нанесеним шаром силіцидокси́дної композиції будуть представлені в наступних публікаціях.

Одержані результати свідчать про те, що запропонований спосіб обробки реакційно-спечених керамічних матеріалів підвищує в 2 і 1,5 рази ресурс роботи зразків на основі карбиду кремнію та дисиліциду молібдену. Запропонований спосіб може бути рекомендований для обробки виробів на основі реакційно-спечених карбідокремнієвих і дисиліцид молібденових матеріалів, які використовуються для виготовлення електронагрівачів і різного типу конструкційних елементів високотемпературного обладнання.

### Література

1. Ковбашин, В.І. Технологічні особливості формування силіцидного покриття на карбіді кремнію та дисиліциді молібдену [Текст] / В.І. Ковбашин, І.Й. Бочар // Вісник Тернопільського національного технічного університету. – Тернопіль, 2014. – №3 (75). – С. 127–131.
2. Ковбашин, В.І. Вплив технології силікоборування керамічних матеріалів на властивості захисних покриттів [Текст] / В.І. Ковбашин, І.Й. Бочар // Вісник Тернопільського національного технічного університету. – Тернопіль, 2015. – №2 (78). – С. 130–138.
3. Kovbashyn, V. The study of technologies to improve physical-mechanical and chemical properties of reaction sintered ceramic materials on the basis of silicon carbide. [Text] / V. Kovbashyn, I. Bochar // Scientific Journal of the Ternopol National Technical University ISSN 1727-7108. Web: visnyk.tntu.edu.ua. Вісник Тернопільського національного технічного університету. Тернопіль: В-во ТНТУ. – №2 (86), 2017. – С. 14-20.
4. Kovbashyn V., Bochar I. Technological conditions of diffusive boride coating formation on silicon carbide and molybdenum disilicide. Scientific Journal of the Ternopol National Technical University ISSN 2522-4433. Web: visnyk.tntu.edu.ua. Вісник Тернопільського національного технічного університету. Тернопіль: В-во ТНТУ. №2 (90), 2018. С. 87–92.

УДК 537.8, 539.3

О. Король, Б. Береженко, О. Гурик к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОСТИГАННЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ДЕТАЛІ ПІСЛЯ ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВАННЯ

O. Korol, B. Berezhenko, O. Huryk, Ph.D., Assoc. Prof.

### BUILDING MATHEMATICAL MODEL FOR THE OPERATION OF CYLINDRICAL PARAMETER AFTER INDUCTION HEATING

Розроблено математичну модель остигання по всій робочій поверхні деталі циліндричної форми, після заливання розплавленого металу в технологічний тигель. Охолодження буде проходити від 1600°C до 20°C. Причому при 1450°C – 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.

За допомогою розробленої математичної моделі проведено дослідження залежності температури від частоти і сили струму в індукторі та тривалості нагрівання. Розроблені основи індукційного нагрівання та наплавлення деталей циліндричної форми невеликих діаметрів, які дозволяють проектувати нагрівальні системи індуктор-магнітопровід з урахуванням їх електрофізичних, енергетичних та геометричних параметрів. Отримані теоретичні і експериментальні результати дослідження нагрівальної системи (індуктор, магнітопровід) підтвердили обґрунтованість застосування вибраної методики з достатньою для інженерних розрахунків і практичних цілей точністю в межах 3-4 %.

Після досягнення необхідної температури наплавлення джерело нагрівання вимикають і деталь циліндричної форми (колесо) вільно остигає. На циліндр невеликої товщини в цьому випадку діє тільки тепловий екран.

Рівняння вільного остигання циліндричної деталі має вигляд:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} - m^2 T - \frac{1}{a} \frac{\partial T}{\partial t} = 0. \quad (1)$$

Внаслідок того, що температура повинна бути симетричною відносно центру деталі, можемо записати таку умову:

$$\frac{\partial T}{\partial r} = 0; \text{ при } r=0.$$

На краю циліндричної деталі, де маємо теплове екранування, гранична умова матиме вигляд

$$\lambda \frac{\partial T}{\partial r} + K_T \alpha T = 0, \quad (2)$$

де  $K_T = \frac{\lambda_T}{d_T \alpha}$ .

Будемо шукати розв'язок рівняння (1) у формі

$$T = C J_0(v r) e^{-a \lambda^2 t}. \quad (3)$$

Підставивши вираз (3) в граничну умову (2), одержимо:

$$C \nu \left[ -J_1(\nu r_2) \right] e^{-a\lambda^2 t} + K_T \alpha C J_0(\nu r_2) e^{-a\lambda^2 t} = 0.$$

Звідси після розділення на  $C \cdot e^{-a\lambda^2 t}$  одержимо рівняння для визначення  $\nu$ :

$$-\nu J_1(\nu r_2) + K_T \alpha J_0(\nu r_2) = 0. \quad (4)$$

Оскільки коренів цього рівняння – нескінченна кількість, то розв’язок (3) набуде вигляду

$$T = \sum_{j=1}^{\infty} C_j J_0(\nu_j r) \cdot e^{-a\lambda_j^2 t}. \quad (5)$$

Для знаходження коефіцієнтів  $C_j$  використаємо умову, що в момент початку остигання  $t = \tau$  температура рівна  $T_\tau(r)$  – кінцевій температурі наплавлення.

$$\text{Тобто} \quad T = T_\tau(r) \quad (6)$$

Помноживши вираз для температури (5) при  $t = \tau$  на  $J_0(\nu_j r)$  і проінтегрувавши його в границях від 0 до  $r_2$ , будемо мати формулу

$$\int_0^{r_2} T_\tau J_0(\nu_j r) r dr = C_j e^{-a\lambda_j^2 \tau} \int_0^{r_2} [J_0(\nu_j r)]^2 r dr,$$

яка при  $t = \tau$  набуде вигляду

$$\int_0^{r_2} T_\tau(r) J_0(\nu_j r) r dr = C_j e^{-a\lambda_j^2 \tau} \int_0^{r_2} [J_0(\nu_j r)]^2 r dr.$$

З цієї формули знаходимо

$$C_j = \frac{\int_0^{r_2} T_\tau(r) J_0(\nu_j r) r dr}{e^{-a\lambda_j^2 \tau} \int_0^{r_2} [J_0(\nu_j r)]^2 r dr}. \quad (7)$$

Підставляючи коефіцієнти  $C_j$ , знайдені по формулі (7), у вираз для визначення температури (5), одержимо кінцеву формулу для знаходження температури остигання деталі циліндричної форми:

$$T = \sum_{j=1}^{\infty} \frac{\int_0^{r_2} T_\tau(r) J_0(\nu_j r) r dr}{\int_0^{r_2} [J_0(\nu_j r)]^2 r dr} J_0(\nu_j r) \cdot e^{a\lambda_j^2 (\tau - t)}, \quad (8)$$

в якій корені  $\nu_j$  визначаються з рівняння (4).

З цієї формули також видно, що кінцева температура нагрівання однозначно визначає температуру остигання.

**УДК 539.421**

**М. Підгурський, д-р. техн. наук, проф., І. Підгурський, А. Макар, В. Ляхов**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ДОСЛІДЖЕННЯ КІН ДЛЯ ПОВЕРХНЕВИХ ПІВЕЛІПТИЧНИХ ТРІЩИН У  
ЗОНАХ КОНСТРУКТИВНИХ КОНЦЕНТРАТОРІВ НАПРУЖЕНЬ**

**M. Pidgurskyi, Dr. Prof., I. Pidgurskyi, A. Makar, V. Lyahov**  
**RESEARCH OF SIF FOR SEMIELLIPITICAL SURFACE CRACKS IN THE ZONES  
OF STRUCTURAL STRESS CONCENTRATORS**

Протягом останніх десятиліть оцінка ресурсу зварних швів стала важливим елементом, як при проектуванні, так і при оцінці довговічності металевих конструкцій в експлуатації. Характерними ознаками зварних з'єднань з точки зору міцності та довговічності є неоднорідність фізико-механічних властивостей матеріалу в зоні зварного з'єднання, поява залишкових зварювальних напружень, наявність високої концентрації напружень, пов'язаної зі структурою, і можливих технологічних дефектів, погіршення властивостей матеріалу під час експлуатації. У більшості випадків втомне руйнування споруд має чітко виражену локальну поведінку і ініціюється спочатку наявними дефектами, а також конструктивними та технологічними концентраторами напружень. Важливим питанням є визначення напружено-деформованого стану в тривимірних тілах з реальними тріщинами (зокрема, поверхневими). Фундаментальну роль у теорії тріщин відіграє коефіцієнт інтенсивності напружень (КІН). КІН описує напружено-деформований стан поблизу вершини тріщини, зокрема по контуру поверхневої тріщини. Такий стан найчастіше стає ініціатором руйнування елементів конструкції [1].

У зв'язку з цим досліджено КІН вздовж фронту поверхневої тріщини та двох колінеарних тріщин за одновісного розтягу пластини скінчених розмірів на основі методу скінчених елементів. Поверхневі тріщини є звичним явищем в структурних елементах конструкцій у зв'язку з високими значеннями напружень на зовнішній поверхні тіла та через наявність дефектів. Такі дефекти можуть суттєво зменшити термін служби конструктивних елементів, що призводить до їх передчасного виходу з ладу, особливо, при повторному навантаженні.

Проведено аналіз існуючих методів визначення коефіцієнтів інтенсивності напружень для поверхневих півеліптичних тріщин по їх контуру та літературних даних щодо взаємного впливу кількох тріщин на зміну величини КІН. Відзначено енергетичну нестабільність приповерхневих зон контура тріщини при відношенні її півосей  $a/c=0,4\dots 0,8$ . Здійснено моделювання взаємного впливу двох колінеарних тріщин на розподіл КІН вздовж фронту поверхневих тріщин за аналогічною методикою досліджень. Проведено моделювання як співрозмірних тріщин так і таких, що значно відрізняються за розмірами. Встановлено, що взаємний вплив тріщин починає спостерігатися при відстанях між тріщинами, співрозмірними з розмірами самих поверхневих тріщин. При відстанях між тріщинами, близькими до об'єднання, значно зростають значення КІН  $K_I$  для внутрішніх поверхневих точок контуру тріщини.

**Література**

1. Xiao, Z.G. Stress analyses and fatigue evaluation of rib-to-deck joints in steel orthotropic decks. / Xiao, Z.G.; Yamada, K.; Ya, S.; Zhao, X.L. // Int. J. Fatigue 2008, 30, 1387–1397.
2. Pidgurskyi I. Analysis of stress intensity factors obtained with the fem for surface semielliptical cracks in the zones of structural stress concentrators / Ivan Pidgurskyi // Scientific Journal of TNTU. – Tern.: TNTU, 2018. – Vol 90. – No 2. – P. 92-104.



УДК 678.64:678.026

П. Стухляк, д-р. техн. наук, проф., О. Тотосько, канд. техн. наук.,

Р. Золотий, канд. техн. наук.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ КІЛЬКОСТІ МАТЕРІАЛУ У СТАНІ ЗОВНІШНІХ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ ДЛЯ ФЕРИТОНАПОВНЕНИХ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ

P. Stukhlyak, Dr., Prof., O. Totosko, Ph.D., R. Zoloty, Ph.D.

### INVESTIGATION THE QUANTITY OF MATERIAL IN EXTERNAL SURFACE LAYER FOR EPOXY COMPOSITES FILLED BY FERITIS

Одним з основних процесів, який визначає властивості КМ є адсорбція інгредієнтів на поверхні наповнювача, що зумовлює формування при твердненні зв'язувача адсорбційних шарів. На поверхню адсорбента переходять не тільки олігомерні молекули, а цілі агрегати макромолекул, які при подальшому зшиванні взаємодіють з іншими агрегатами. Такі процеси приводять до формування зовнішніх поверхневих шарів (ЗПШ) значної протяжності і ступеня зшивання (на відміну від протяжності і ступеня зшивання адсорбційних шарів), фізико-механічні властивості яких відрізняються від властивостей зв'язувача в об'ємі КМ. При цьому визначення структурних характеристик і геометричних розмірів таких шарів є актуальною задачею на теперішній час, позаяк у більшості випадків властивості таких шарів визначають властивості матеріалу в цілому та суттєво впливають на експлуатаційні характеристики КМ і захисних покриттів на їх основі.

Метою роботи було дослідити відсоток матриці при формуванні КМ, наповнених феритом та оксидом міді.

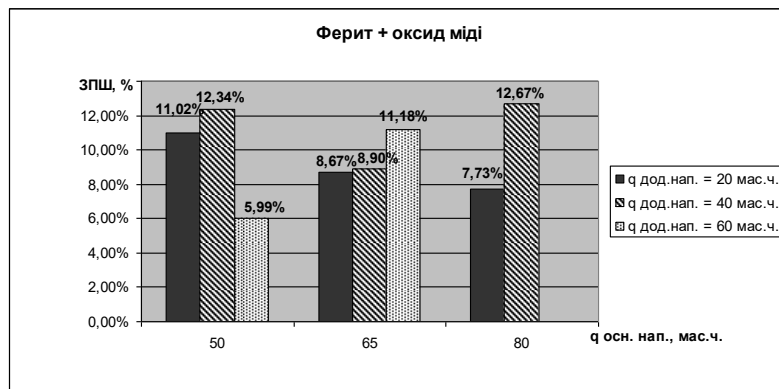


Рисунок 1. Відсоток зв'язувача, який знаходиться у стані зовнішніх поверхневих шарів для КМ, наповнених феритом та оксидом міді.

Для КМ, наповнених феритом та оксидом міді, спостерігали високий відсоток ЗПШ при вмісті основного і додаткового наповнювача: 50+20 мас. ч., 50+40 мас. ч., 65+40 мас. ч., 80+40 мас.ч. та 80+60 мас. ч. на 100 мас. ч. олігомера відповідно. Для епоксикомпозиту з максимальним наповненням (80 мас. ч. основного і 60 мас. ч. додаткового наповнювача) неможливо було провести оптичний аналіз, внаслідок високої однорідності зв'язувача за градієнтом яскравості.

### Література.

1. A study of creep of epoxy composites with continuous fibers and modified fine filler in aggressive media. By: Buketov, A.V., Stukhlyak, P.D., Levyts'kyi, V.V., Dolgov, M.A., Dobrotvor, I.G., Strength of Materials, 2011, 43(3), с. 338-346. DOI: 10.1007/s11223-011-9302-0

**УДК 667.64.678.026**

**І. Чихіра канд. техн. наук, доц., А. Микитишин, канд. техн. наук, доц.,  
В. Креховецька**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ДОСЛІДЖЕННЯ АДГЕЗІЙНОЇ МІЦНОСТІ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ У АГРЕСИВНОМУ СЕРЕДОВИЩІ**

**I. Chyhira, Ph.D., Assoc. Prof., A. Mykytyshyn, Ph.D., Assoc. Prof., V. Krehovetska  
RESEARCH OF ADHESIVE PROTECTION OF PROTECTED  
COVERAGE IN THE AGRICULTURAL ENVIRONMENT**

Для захисту устаткування від корозії використовують захисні покриття на полімерній основі. Щоб покращити захисні властивості матеріалу доцільно спочатку наносити адгезійний шар, який забезпечує поліпшену взаємодію полімеру з металевою основою, а після цього – функціональний шар, що сприяє поліпшенню антикорозійних властивостей захисного покриття. Використання двокомпонентного полідисперсного наповнювача дозволяє перевести значний об'єм матриці у стан зовнішніх поверхневих шарів, що суттєво підвищує вміст гель-фракції у ній, а отже і антикорозійні властивості захисного покриття. Результуючий захисний шар на основі дисперсних часток запобігає проникненню агресивного середовища ззовні.

Як основний компонент полімеркомпозитів вибрано епоксидіановий олігомер марки ЕД-20, який характеризується цілим комплексом властивостей порівняно з іншими відомими реактопластами: висока адгезійна міцність, можливість затвердження при низьких температурах, мала усадка, відсутність виділення летючих речовин, технологічність при нанесенні на деталі зі складним профілем поверхні, розвинута сировинна база. Для зшивання епоксидних композицій використано твердник поліетиленполіамін (ПЕПА), що дозволяє затверджувати композит при кімнатних температурах. Твердник вводили у композицію від 8 до 15 мас.ч. з метою визначення стехіометричного співвідношення компонентів у епоксикомпозитах. При формуванні покриттів з рівномірним розподілом двокомпонентного полідисперсного наповнювача у епоксидний зв'язувач вводили частки коричневого шламу (КШ) з дисперсністю 63 мкм і вмістом 40 мас.ч., діоксиду титану з дисперсністю 10-20 мкм і вмістом 60 мас.ч. на 100 мас.ч. епоксидного олігомеру ЕД-20 і 10 мас.ч. ПЕПА. При формуванні градієнтних покриттів вводили КШ і діоксид титану при тому ж вмісті і додатково вводили карбід кремнію при вмісті 80 мас.ч. на 100 мас.ч. епоксидного олігомеру ЕД-20. Градієнтні покриття формували за такою технологією: - формування адгезійного шару товщиною 100 мкм, який містить частки КШ і діоксиду титану; витримка упродовж 2 год. при температурі  $T = (293 \pm 2) \text{ K}$  для забезпечення взаємодії між шарами градієнтного покриття; - нанесення корозійностійкого шару товщиною 200 мкм не пізніше, ніж за 2 год. після нанесення адгезійного шару, котрий містить карбід кремнію; витримка покриття упродовж 72 год. при температурі  $T = (293 \pm 2) \text{ K}$ .

Адгезійну міцність полімеркомпозиту досліджували, вводячи у епоксидний олігомер двокомпонентний полідисперсний наповнювач. Вміст основного наповнювача змінювали у межах від 50 до 100 мас.ч., вміст додаткового наповнювача змінювали у межах від 10 до 80 мас.ч. на 100 мас.ч. епоксидної матриці.

Досліджено міцність захисного покриття, яке знаходиться в агресивному середовищі. Встановлено, що максимальними показниками фізико-механічних властивостей характеризуються покриття, сформовані на основі епоксидної діанової смоли ЕД-20 і дисперсних часток коричневого шламу, діоксиду титану і карбиду кремнію.

**Секція: ЕЛЕКТРОТЕХНІКА І СВІТЛОТЕХНІКА, ЕЛЕКТРОНІКА**

**Голови:** проф. В. Андрійчук, проф. П. Євтух, проф. М. Тарасенко, проф. А. Лупенко

**Вчений секретар:** доц. В. Коваль

**УДК 628.924**

**В. Бурмака, М. Тарасенко, д-р. техн. наук, проф.**

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНОГО СВІТЛА В ОФІСНИХ ПРИМІЩЕННЯХ**

**V. Burmaka, M. Tarasenko, Dr., Prof.**

**EFFICIENCY OF USING OF DAYLIGHT IN OFFICE ROOMS**

В результаті досліджень отримано залежність тривалості забезпечення нормованої освітленості від значення коефіцієнта природного освітлення (КПО) в розрахунковій точці офісного приміщення для м. Тернопіль.

Ключові слова: коефіцієнт природного освітлення, КПО, природне світло, ефективність, моделювання природного освітлення.

В період всевітньої економії невідновлюваних джерел енергії нераціональні геометричні та композиційні рішення будівель не тільки з точки зору тепловтрат, але й зорового дискомфорту неприпустимі. Потрібно максимально розумно використовувати пряме сонячне випромінювання, але не так, як це було зроблено у 1970-1980 рр., коли з метою тотального використання природного світла для освітлення і обігріву приміщень було прийнято за основу суцільне засклення фасадів будівель.

Оскільки фактори, які впливають на споживання енергії в будівлях є динамічними, було прийнято рішення обрати для досліджень офісні приміщення таким чином, щоб отримані результати можна було використати в майбутньому для будівель інших конструкцій. Визначимо залежність тривалості забезпечення нормованої освітленості (ТЗНО) в приміщенні від значення КПО в розрахунковій точці для м. Тернопіль. Поставлена задача була вирішена за допомогою програми Relux, оскільки в ній доступна функція визначення ТЗНО природним світлом для певного регіону при заданому значенні КПО, нормованої освітленості та режимі роботи в приміщенні.

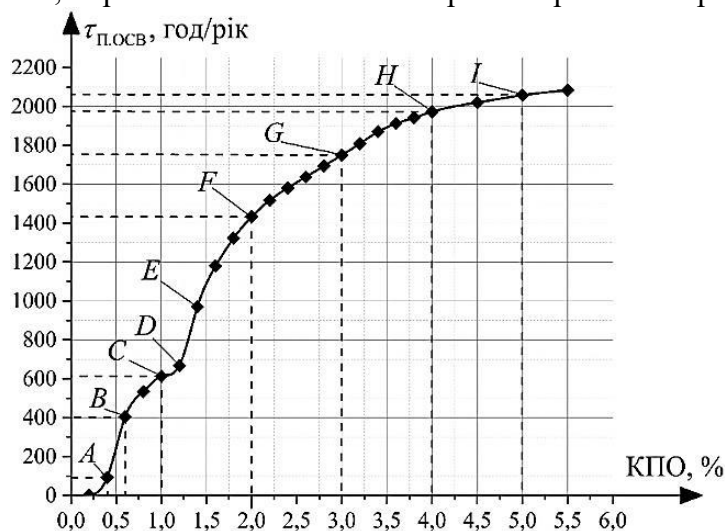


Рис. 1. Залежність тривалості забезпечення нормованої освітленості природним світлом приміщень від величини КПО

Для розрахунків прийнято графік роботи з 9:00 до 18:00, з переходом на літній час, відповідно до ДБН-2.5.28-18. Нормована освітленість офісних приміщень

становить 300 лк. Встановивши сумарну тривалість роботи за місяць, можна визначити залежність ТЗНО від величини КПО.

На рис. 1 представлено графік залежності ТЗНО природним світлом від величини КПО протягом року для м. Тернопіль.

Як видно з рис. 1, при зміні значення КПО від 0,4% (т. А) до 0,6% (т. В) і від 1,2% (т. D) до 1,4% (т. E) спостерігається стрибкоподібна зміна ТЗНО природним світлом. Тобто на даних ділянках збільшення величини КПО на 0,2% призводить до суттєвого зростання економії електроенергії на штучне освітлення. В загальному, при збільшенні величини КПО на 1%, отримуємо наступну різницю в ТЗНО природним світлом: при зміні від 0% до 1% (т. С) – 312,42 год; від 1% (т. С) до 2% (т. F) – 819,8 год; від 2% (т. F) до 3% (т. G) – 317,12 год; від 3% до 4% – 223,15 год; від 4% до 5% – 84,84 год. В той час, як різниця між 0,4-0,6% становить 312,42 год і між 1,2-1,4% – 303,02 год.

Виходячи з отриманих результатів, можна стверджувати, що при зміні певних значень КПО на 0,2% можна досягти також ефекту, як і при їх зміні на 1%. Для того, щоб визначити значення КПО, при якому природне світло буде максимально ефективно використовуватись, необхідно побудувати графік зміни відношення ТЗНО освітленості природним ( $\tau_p$ ) світлом до КПО ( $\tau_p / \text{КПО}$ ) від величини КПО (рис. 2).

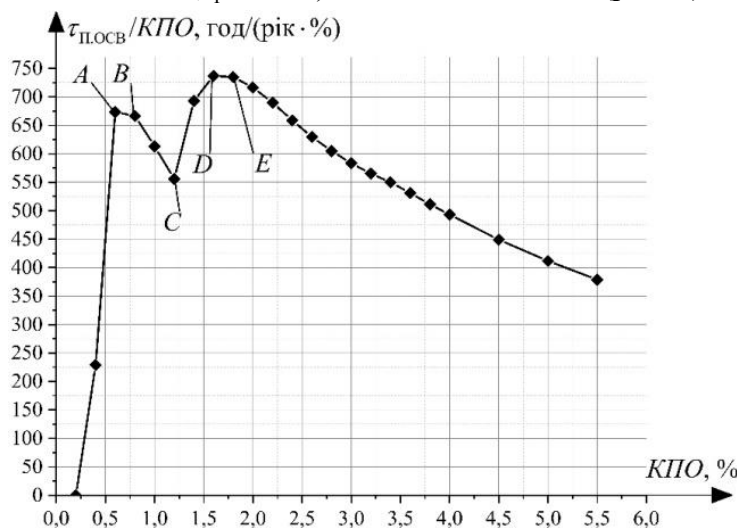


Рис. 2. Залежності відношення тривалості забезпечення нормованого освітлення природним світлом до КПО від величини КПО

З рис. 2 випливає, що максимальне використання природного світла, при значеннях КПО <1%, характерно для величин КПО в 0,6% (т. А) і 0,8% (т. В). При значеннях КПО >1%, найефективніше природне світло використовується при величинах КПО в 1,6% (т. D) і 1,8% (т. E). Є і ділянки, на яких ефективність використання природного світла інтенсивно спадає. Це ділянки від 0,8% (т. В) до 1,2% (т. С), з мінімумом в точці С. Такий спад пояснюється тим, що зі збільшенням величини КПО, тривалість нормованої освітленості не забезпечуватиметься в такій самій пропорції.

#### Висновки

1. В результаті розрахунків встановлено, що природне світло найефективніше використовувати при величинах КПО в 1,6% (рис. 2, т. D) і 1,8% (рис. 2, т. E).

2. При значеннях КПО від 0,8% (т. В) до 1,2% (т. С) спостерігається різкий спад ефективності використання природного світла для забезпечення природної освітленості.

**УДК 621.224-225.12; 621.311.2.21**

**М. Зінь, канд.техн.наук, доц., Ю. Підгайний**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна  
Національний університет водного господарства та природокористування (м. Рівне),  
Україна

## **ПУСКОНАЛАГОДЖУВАЛЬНІ РОБОТИ НА МІКРОГЕС В С. МИШКОВИЧІ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО РАЙОНУ**

**M. Zin, Ph.D., Assoc. Prof., Y. Pidhainyi**

### **COMMISSIONING WORKS ON MICRONYDROELECTRIC POWER STATION IN THE VILLAGE MYSHKOVYCHI OF TERNOPIL DISTRICT**

На р. Серет в с. Мишковиці Тернопільського району завершується спорудження мікроГЕС потужності 105 кВт. Станцію зведено з дотриманням всіх природоохоронних вимог і тому вона не несе жодної загрози довкіллю [1]. Мишковицька мікроГЕС після її запуску стане шістнадцятою діючою малою ГЕС у Тернопільській області і другою діючою малою ГЕС в Тернопільському районі (на цей час в зазначеному районі діє лише одна мала ГЕС – в с. Дичків на річці Гнізна (збудована у 1952 році)). Наразі на цьому новому енергетичному об'єкті тривають пусконалагоджувальні роботи. Кафедра електричної інженерії (ЕІ) ТНТУ ім. І. Пулюя брала активну участь у проектуванні Мишковицької мікроГЕС і виконує супровід втілення в життя цього проекту – консультування, додаткові розрахунки, вирішення тих чи інших труднощів, з якими зіштовхуються будівельники, монтажники й інші спеціалісти, які задіяні на спорудженні цього об'єкту.

Станом на 10 квітня 2019 року перепад рівнів між верхнім і нижнім б'єфами станції дорівнював 2230 мм. Згідно з проектом напір бруто повинен становити 3300 мм, напір нетто – 3000 мм. Відтак рівень води у верхньому б'єфі потрібно підвищити ще на 1070 мм. Виконано пробні пуски гідротурбін і електрогенераторів у холостому режимі (останніх – в режимі двигуна), виміряно швидкості обертання їхніх валів. На станції встановлено дві трубні пропелерні горизонтально-осьові турбіни (ТПГОТ) з діаметрами робочих коліс відповідно 70 і 50 см. Угонна швидкість обертання валу турбіни ТПГОТ-70 (діаметр робочого колеса – 70 см) за напору 2230 мм – 505 об/хв, турбіни ТПГОТ-50 за цього ж напору – 825 об/хв (вимірювання виконувалися за допомогою механічного тахометра годинникового типу). Угонна швидкість обертання валу турбіни у переважній більшості випадків становить орієнтовно 150 – 160 % відносно номінальної. Тому важливо мати її реальне значення для проектування мультиплікатора (чи редуктора), за посередництвом якого будуть з'єднані вали турбіни та генератора. На підставі цих міркувань номінальна швидкість обертання валу турбіни ТПГОТ-70 – приблизно 326 об/хв, ТПГОТ-50 – приблизно 552 об/хв. Однак тут не потрібно забувати про те, що напір на станції ще не доведено до потрібного рівня, тож усі вимірювання потрібно буде повторити за номінального значення напору на гідроспорудах мікроГЕС.

Визначення номінальної швидкості обертання валу турбіни за відомою угонною швидкістю є дуже наближеним і тому може бути прийнятним лише за відсутності будь якої іншої інформації. За аналітичними залежностями геометрично подібних гідротурбін визначено точніші значення номінальних швидкостей обертання валів гідротурбін Мишковицької мікроГЕС за розрахункового напору нетто 3 м: так, турбіна ТПГОТ-70 має номінальну швидкість обертання валу 386 об/хв, а турбіна ТПГОТ-50 – 540 об/хв.

Мишковицька мікроГЕС оснащена двома асинхронними електрогенераторами потужностей відповідно 75 і 30 кВт, синхронна швидкість обертання валів яких становить 750 об/хв. Більший генератор буде завантажений приблизно на 60 – 64 %, менший – на 75 – 80 %. Якщо знехтувати втратами потужностей в мультиплікаторах, на великий генератор буде подаватися механічна потужність 48 кВт, на малий генератор – 24 кВт. Прийємо коефіцієнт ковзання генераторів 11 % (за аналогією з асинхронним генератором потужності 75 кВт Бережанської мікроГЕС (правда, там синхронна швидкість обертання валу генератора становить 600 об/хв, а не 750 об/хв)) (коефіцієнт ковзання характеризує невідповідність між синхронною та номінальною швидкостями обертання валу генератора). Тоді робочі швидкості обертання валів обох генераторів Мишковицької мікроГЕС будуть становити 833 об/хв. Передавальні відношення мультиплікаторів повинні бути наступними: для великого гідроагрегату – 1:2,16, для малого гідроагрегату – 1:1,54. За аналогією з Бережанською мікроГЕС великий гідроагрегат планується оснастити підвищувальною пласкоремінною передачею з використанням ременя з поліестеру виробництва компанії HAVASIT (Швейцарія) (ширина ременя – 300 мм, товщина – 3 мм), а малий гідроагрегат – підвищувальною клиноремінною передачею (профіль ременів – С, кількість ременів у передачі – 3 шт.).

Заготівки лопатей робочих коліс гідротурбін ТПГОТ-70 і ТПГОТ-50 виготовлені з листової сталі товщиною 16 мм методом холодного штампування на 100-тонному гідравлічному пресі. Робочі колеса цих турбін, а також штамп для виготовлення заготовок їх лопатей спроектовано авторами цих тез [2, 3]. Робочі колеса виготовлені методом зварювання. Робоче колесо, без перебільшення, є найвідповідальнішою деталлю турбіни. Воно визначає її ККД, тобто енергетичну ефективність. А на сьогоднішній день енергетична ефективність – це те, до чого ми всі прагнемо, найголовніша (свідома чи підсвідома) мета всіх, хто має справу з енергією – чи то її виробники, чи то споживачі. Проектний ККД турбін ТПГОТ-70 і ТПГОТ-50 – 90 %. Яким він буде на практиці, покаже час, але ми маємо всі підстави сподіватися на те, що він буде не нижчим від проектного.

Мала гідроенергетика, сонячна та вітряна енергетика – це три кити, на яких буде базуватися платформа екологічно чистої енергетики, що може й з недостатньою швидкістю, але впевнено і назавжди приходить на зміну енергетиці з використанням викопних енергетичних ресурсів. Наш внесок в цю велику справу дуже скромний, але це не означає, що він не є важливий. Ми продовжуємо працювати над проблемами відновлюваної енергетики, зокрема малої гідроенергетики. Наразі ми зайняті питаннями проектування більш швидкохідних і тому більш енергоефективних гідротурбін та гідроагрегатів для малих ГЕС.

**Література:** 1. Зінь М.М., Підгайний Ю.Б. Екологічні проблеми подальшого розвитку малої гідроенергетики в Україні / Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, 28–29 листопада 2018 р.) – Т.3. – Тернопіль: ТНТУ, 2018. – С. 29, 30.

2. Зінь М.М., Підгайний Ю.Б. Особливості проектування осьових робочих коліс для трубних гідротурбін / Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій», присвяченої 55-річчю заснування ТНТУ та 170-річчю з дня народження Івана Пулюя. – Тернопіль: ТНТУ, 2015. – С. 182, 183.

3. Зінь М.М., Підгайний Ю.Б. Робоче колесо для пропелерної гідротурбіни / Матеріали XIX Наукової конференції Тернопільського національного технічного університету ім. І. Пулюя. – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – С. 164, 165.

УДК 621.327

А. Лупенко, д-р. техн. наук, Т. Чомко

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## РЕГУЛЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ БАГАТОСЕКЦІЙНИХ РЕЗОНАНСНИХ ІНВЕРТОРІВ

Anatoliy Lupenko, Dr., Prof., Taras Chomko

### POWER CONTROL OF MULTISTAGE RESONANCE INVERTERS

Резонансні інвертори напруги (РІН) широко використовуються в силових перетворювачах параметрів електроенергії (як джерела живлення газорозрядних джерел світла, в установках індукційного нагріву, в зарядних пристроях електромобілів, в блоках живлення телекомунікаційних засобів, серверів і т.п.). РІН переважно виконують на основі мостових або напівмостових ключових схем. Однак використання схемотехніки мостового, а тим більше напівмостового інвертора, для потужних РДС (1 кВт і вище) стає проблематичним через потужнісні обмеження компонентної бази силової електроніки, в першу чергу, транзисторів. Для подолання цього обмеження використовують схемотехніку секційних інверторів.

Схема  $n$ -секційного інвертора ( $n$  – довільна кількість секцій) та діаграма імпульсів

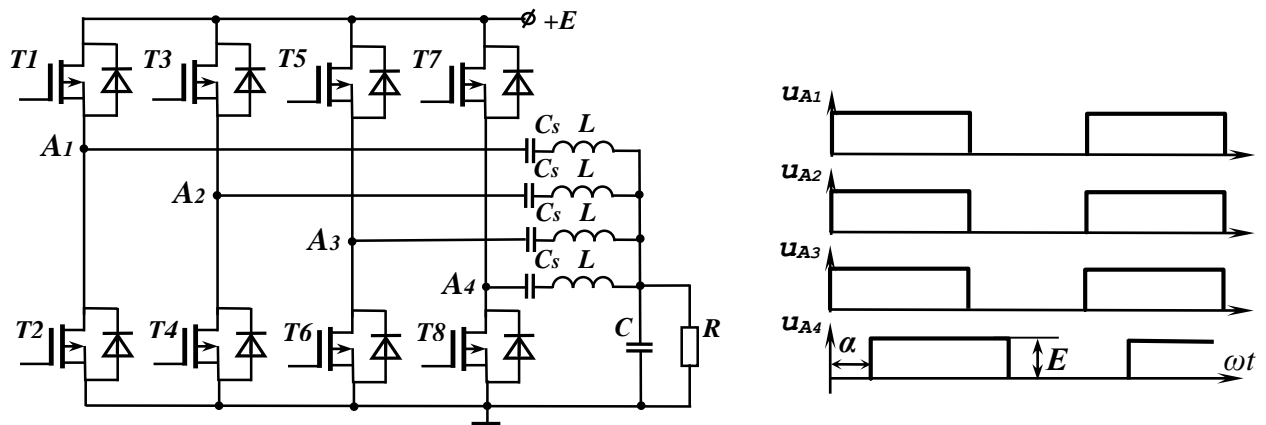


Рис.1

кожної з напівмостових резонансних секцій показані на рис.1. В таких інверторах при синфазній роботі його  $n$ -секцій загальна вихідна потужність інвертора пропорційна кількості його секцій. Змінюючи фазові зсуви імпульсів живлення секцій, можна реалізувати неперервне регулювання потужності  $P$  в навантаженні інвертора в діапазоні майже від 0 до 100%. Потужність такого інвертора дорівнює:

$$P = \frac{2E^2}{\pi^2 Z_0} \frac{\frac{1-n^2}{2} + \sum_{i=2}^n \cos \alpha_i + \frac{1}{2} \sum_{k=2}^n \sum_{i=2}^n \cos(\alpha_k - \alpha_i) + \frac{n}{Q}}{(1-\Omega^2)^2 + \left(\frac{\Omega}{Q}\right)^2},$$

де  $E$  – напруга живлення інвертора,  $Z_0$  – характеристичний опір,  $Q$  – добротність коливальної системи інвертора,  $\alpha$  – фазовий зсув відповідної секції,  $\Omega$  – відносна робоча частота ЕПРА (відношення його робочої частоти до резонансної частоти).

Однак зменшення активної потужності в навантаженні при регулюванні супроводжується зростанням відношення реактивної потужності інвертора до його активної потужності, що обумовлює зменшення його ККД.

Підвищити ефективність секційного РІН при зменшенні його потужності можна шляхом поєднання неперервного та дискретного регулювання, а саме, відключення «надлишкових» секцій, забезпечуючи меншу потужність відповідно меншою кількістю

секцій. Однак при такому керуванні відбуватиметься стрибкоподібна зміна резонансної частоти РІН, оскільки вона залежить від кількості включених секцій РІН.

Для усунення стрибків резонансної частоти пропонується наступна стратегія регулювання потужності інвертора. 1) Плавне регулювання потужності виконується шляхом зміни фазового зсуву лише однієї регулювальної (останньої  $n$ -ї) секції інвертора. 2) Якщо в процесі регулювання необхідну потужність може забезпечити менша кількість секцій, «надлишкова» секція відключається шляхом замикання нижнього і розмикання верхнього транзисторів цієї секції. В результаті індуктивність цієї секції не вилучається із резонансної системи РІН, а отже, і не відбувається стрибкоподібної зміни резонансної частоти. 3) Різке зменшення потужності за рахунок вимикання «зайвої» секції коректується відповідним стрибком фази регулювальної  $n$ -ї секції. 4) Усунення хаотичних комутацій в точках перемикання здійснюється шляхом введення гістерезису перемикання. 5) При збільшенні потужності послідовність керуючих дій є протилежною.

Еквівалентна схема багатосекційного РІН наведена на рис. 2. В цій схемі кондуктивні втрати враховуються опорами  $r_c$ , а комутаційні втрати – опорами  $r_s$ . Кількість включених нерегульованих секцій –  $s = 1 \dots (n-1)$ , кількість відключених секцій дорівнює  $z =$

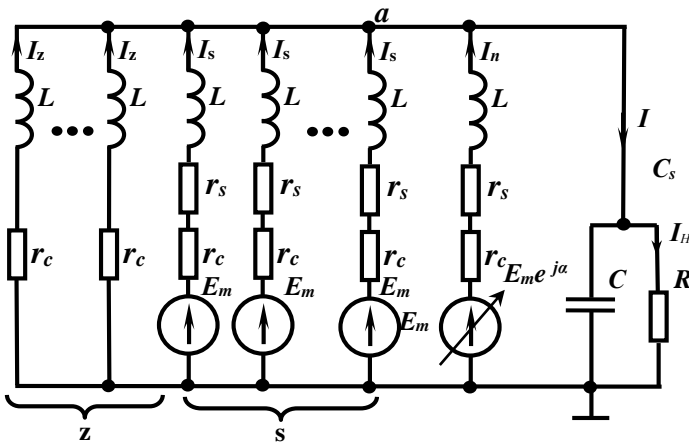


Рис. 2

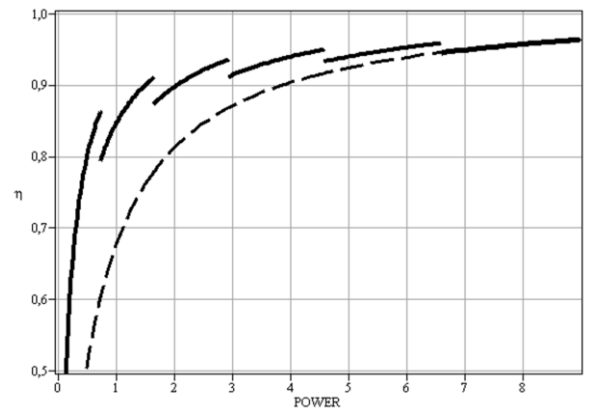


Рис.3

$n-s-2$ .

Встановлено аналітичні вирази для струму  $I_n$  регульованої секції, струмів  $I_s$  ввімкнених секцій, струмів  $I_z$  вимкнених секцій, струму  $I$  навантаження, а також для потужності в навантаженні. Коефіцієнт корисної дії багатосекційного РІН з регулюванням потужності тоді можна розрахувати за наступним виразом:

$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{r_s \sum_{k=0}^z I_k^2 + (r_s + r_c) \left( I_n^2 + \sum_{k=0}^s I_k^2 \right)}{R_n I^2}}$$

При такій стратегії регулювання у відключених секціях мають місце лише кондуктивні втрати, а комутаційні втрати усуваються, що дає змогу підвищити ККД РІН. На рис. 3 наведено залежності розрахункового ККД від його приведеної потужності семисекційного РІН: суцільні лінії – при відключенні «надлишкових» секцій; пунктирна лінія – без відключення «надлишкових» секцій. Як показують результати розрахунків, при повній (максимальній) потужності ККД РІН складає біля 0,96 а при потужності 10% від максимальної ККД зменшується до 0,68 при неперервному регулюванні та до 0,82 при поєднанні неперервного та дискретного регулювання. Отже, поєднання неперервного та дискретного регулювання дає змогу підвищити ефективність багатосекційних РІН.



**УДК 628.953**

**В. Медвідь, І. Белякова, В. Письціо**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ОГЛЯД І АНАЛІЗ ПРОГРАМ ДЛЯ РОЗМІЩЕННЯ СВІТЛОДІОДНИХ МОДУЛІВ В КОНСТРУКЦІЯХ ЗОВНІШНЬОЇ РЕКЛАМИ**

**V. Medvid, I. Beliakova, V. Piscio**

### **ANALYSIS OF SOFTWARE FOR PLACING LED MODULES IN OUTDOOR ADVERTISING STRUCTURES**

При створенні конструкцій зовнішньої світлової реклами актуальним є вибір оптимального типу світлодіодних джерел світла, розрахунок їх кількості та розташування в конструкції рекламного носія при заданій величині світності поверхні конструкції. Для цього використовуються як результати, отримані внаслідок дослідження типових рекламних конструкцій за світловими характеристиками при заданих розмірах (ширина, висота та товщина) для різних типів світлодіодних модулів, так і спеціалізовані програми.

До останніх можемо віднести програмний додаток CalcuLed, а також плагін eCut для CorelDraw.

eCut - це плагін для CorelDraw, що може взяти на себе таку трудомістку роботу, як підготовка файлів для плотерної чи фрезерної порізки, розрахунок вартості робіт, а також безпосередній вивід на плотер. Також програма має у своєму арсеналі функції для розрахунку світлових вивісок, побудови касет із композитних матеріалів, тощо [1].

Функція проектування вивісок створена для проектування з використанням як одиничних діодів так і світлодіодних модулів. Головне вікно складається із двох частин фільтра та панелі вибору обробки. Фільтр дозволяє обрати потрібний діод у каталозі, а панель обробки швидко розмістити діоди на обраній поверхні. Програма дозволяє визначити споживану потужність і вартість модулів, однак має суттєвий недолік - у програмі жодним чином не має можливості ні розрахувати розподіл яскравості за поверхнею вивіски ні підібрати розміщення і типи світлодіодів для отримання потрібної яскравості.

Програма CalcuLed, для роботи з яким використовується конструкція рекламного носія, в тому числі і зі складною конфігурацією (різних товарних знаків і об'ємних літер), створена в програмі CorelDraw. При використанні додатку в результаті розрахунку отримуємо кількість і вид світлодіодних модулів, кількість необхідних блоків живлення, світність лицьової поверхні рекламної конструкції, споживану потужність, а також загальну вартість всіх комплектуючих для підсвічування [2].

Для проведення розрахунків кількості модулів з високою точністю використовують систему ELF WIZARD, за допомогою якої можна здійснити розрахунок кількості та оптимально розташувати вибрані світлодіодні модулі із заданою кінцевою яскравістю [3].

При роботі з програмою ELF WIZARD можлива розкладка модулів при заданому значенню яскравості та з урахуванням характеристик матеріалів рекламної конструкції (вид пластику, його колір, глибина і площа конструкції) [4]. Вона дозволяє розраховувати розподіл світлових потоків від кожного світлодіодного модуля всередині короба чи літери, враховуючи при цьому відбиваючі і розсіюючі властивості внутрішніх поверхонь короба, а також світлопропускання, перевідбивання і розсіювання лицьового матеріалу.

Для розрахунку світлової вивіски з необхідним рівнем світності лицьової поверхні необхідно створити файл з рекламною конструкцією в програмі CorelDraw і

завантажити її в Elf Wizard. Програма розставить модулі за світлотехнічними параметрами, здійснить підбір джерела світла та обчислить їх потужність, вибере оптимальне джерело живлення.

Версія програми ELF WIZARD 3.0 дозволяє повністю створити вивіску безпосередньо в самій програмі, не використовуючи файли CorelDraw.

Результатом роботи з програмами є, файл з розширенням \*.cdr, у якому представлено розташування модулів в рекламній конструкції, їх тип, кількість та вартість, а також тип та потужність джерела живлення (рис. 1).

Недоліком програми є неможливість вирівнювати яскравість у кутах вивісок за рахунок повороту світлодіодних модулів - програма лише прив'язує модулі до деякої сітки.

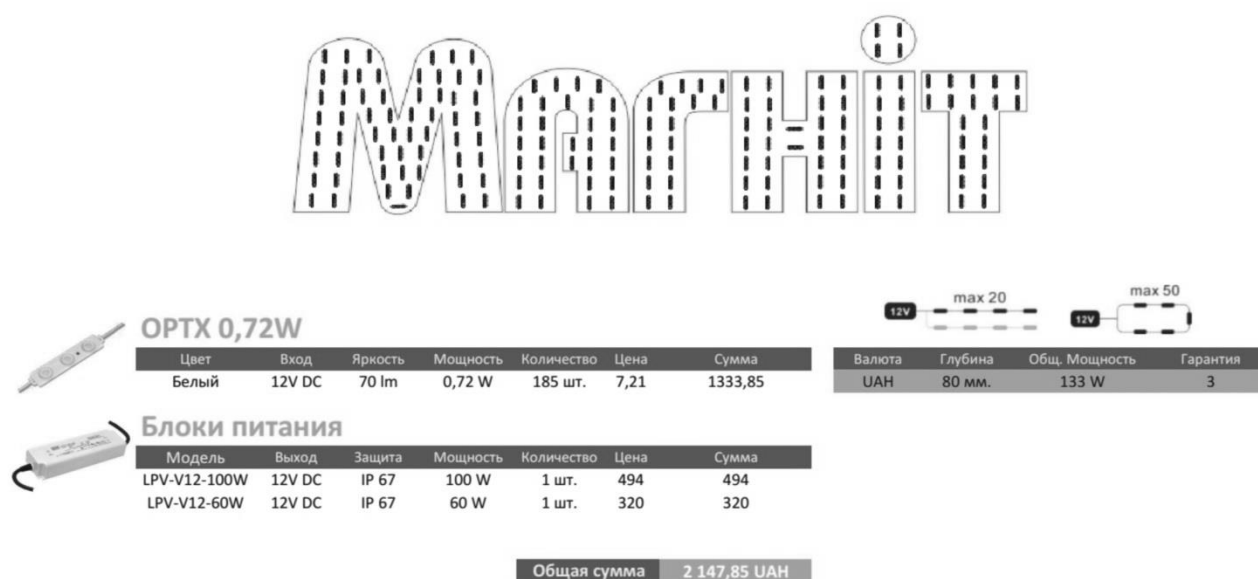


Рис. 1 Результат розрахунків розташування світлодіодних модулів рекламної вивіски

Як видно із наведеного, програма ELF WIZARD має більші можливості, ніж eCut6, і майже повністю покриває запити розробників зовнішньої рекламної продукції.

Програмні результати розрахунків кількості та розташування світлодіодних модулів, потужності блоків живлення та їх вартості використовуються для створення рекламних конструкцій в ПП «Локус плюс» (м.Тернопіль).

### Література

1. Програма eCut6. Файл для завантаження. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.e-cut.ru/index.php>.
2. CalcuLed – быстрый и простой способ автоматической расстановки светодиодов в рекламных конструкциях. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.signbusiness.ru/publications/products/2894-calculad-bystryi-i-prostoi-sposob-avtomaticheskoi-rasstanovki-svetodiodov-v-reklamnyh-konstruktsiyah.php>
3. Веб-сторінка рекламної компанії «ELF». [Електронний ресурс] - Режим доступу: [http://www.elf-led.com.ua/raschet\\_vyveski/](http://www.elf-led.com.ua/raschet_vyveski/)
4. Больше никаких пятен на вывесках с Elf Wizard 3.0. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.signbusiness.ru/publications/products/3796-bolshe-nikakih-pyaten-na-vyveskah-s-elf-wizard-3-0.php>.

УДК 623.407

В. Медвідь, І. Бєлякова, В. Пісьціо

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## МЕТОДИКА ОПТИМІЗАЦІЇ П'ЄЗОТРАНСФОРМАТОРІВ

V. Medvid, I. Belyakova, V. Piscio

### PIEZOTRANSFORMERS OPTIMIZATION APPROACH

Розглянемо оптимізацію форми плоского п'єзотрансформатора струму (ПТ) з поляризацією за товщиною пластини. Нехай бічні поверхні п'єзотрансформатора вільні від електродів, а верхня і нижня поверхні покриті системою електродів, зазор між якими наближається до 0. Нехай збудження коливань в площині  $x_1, x_2$  здійснюється різницею електричних потенціалів  $U_0 e^{i\omega t}$ , прикладеною до електродів, що повністю покривають поверхні пластини  $x_3 = \pm h/2$ . Для спрощення технології виготовлення ПТ виконують у вигляді пластини із криволінійною бічною поверхнею постійної товщини. З умов зручності поляризації ПТ виконують із напрямком вектора поляризації, що однаковий у всьому елементу. А для зменшення втрат енергії ПТ закріплюють так, щоб його поверхні не передавали зусилля на закріплення, що приводить до граничної умови:  $\sigma_{ij} n_j = 0$ , де  $n_j$  - вектор зовнішньої нормалі. При розгляді задачі оптимізації ПТ можна скористатись умовами узагальненого плоского напруженого стану для механічних складових поля, тому . Отже рівняння можуть бути записані у слабкій постановці у вигляді [1]:

$$\int_V \frac{\partial v_1}{\partial x_1} \left( c_{11} \frac{\partial u_1}{\partial x_1} + c_{12} \frac{\partial u_2}{\partial x_2} \right) + \frac{\partial v_2}{\partial x_2} \left( c_{12} \frac{\partial u_1}{\partial x_1} + c_{11} \frac{\partial u_2}{\partial x_2} \right) + \left( \frac{\partial v_1}{\partial x_2} + \frac{\partial v_2}{\partial x_1} \right) c_{66} \left( \frac{\partial u_1}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2}{\partial x_1} \right) dV + \int_V \left( \frac{\partial v_1}{\partial x_1} + \frac{\partial v_2}{\partial x_2} \right) \frac{e_{31}}{h} \varphi dV + \int_V \rho \omega^2 (v_1 u_1 + v_2 u_2) dV = 0. \quad (1)$$

Так як п'єзотрансформатор працює у режимі близькому до резонансу, складові з  $\varphi$  можуть бути відкинуті і остаточна слабка форма задачі набуде вигляду:

$$\int_V \frac{\partial v_1}{\partial x_1} \left( c_{11} \frac{\partial u_1}{\partial x_1} + c_{12} \frac{\partial u_2}{\partial x_2} \right) + \frac{\partial v_2}{\partial x_2} \left( c_{12} \frac{\partial u_1}{\partial x_1} + c_{11} \frac{\partial u_2}{\partial x_2} \right) + \left( \frac{\partial v_1}{\partial x_2} + \frac{\partial v_2}{\partial x_1} \right) c_{66} \left( \frac{\partial u_1}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2}{\partial x_1} \right) dV + \int_V \rho \omega^2 (v_1 u_1 + v_2 u_2) dV = 0, \quad (2)$$

де  $u_i$  - переміщення,  $v_i$  - пробні функції. Струм через елементарну площадку рівний:

$$dI = \omega \left( d_{31} (\varepsilon_{11} + \varepsilon_{22}) - \varepsilon_{33} \frac{\varphi}{h} ds \right). \quad (3)$$

У якості критерію оптимальності приймемо максимізацію струмів, що пов'язані із передачею енергії через п'єзотрансформатор при заданому значенні допустимих напружень у матеріалі при сталому об'ємі матеріалу. Максимальний струм через електроди буде отриманий тоді, коли електроди будуть включені так, щоб струму через елементарні площадки сумувались. Нехтуючи другим доданком, котрий не пов'язаний із передачею енергії, отримаємо функцію мети:

$$I = \omega \int_V |d_{31} (\varepsilon_{11} + \varepsilon_{22})| ds \rightarrow \max. \quad (4)$$

Так як матеріал п'єзокераміки крихкий, а коливання проходять за гармонійним законом і фаза зміни напружень однакова логічно скористатись обмеженням на напруження:

$$\sigma_e = \frac{1}{2} \left( |\sigma_{11} + \sigma_{22}| + \sqrt{(\sigma_{11} - \sigma_{22})^2 + 4\sigma_{12}^2} \right) \leq [\sigma], \quad (5)$$

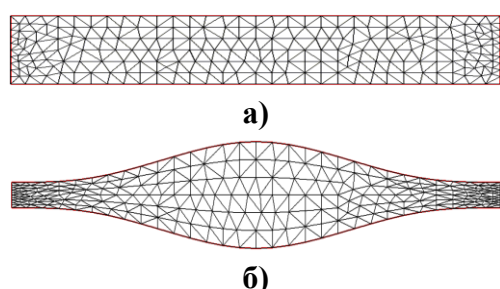
де  $[\sigma]$  - допустимі напруження у матеріалі. Також слід обмежити максимальну робочу частоту п'єзоелемента:  $\omega < \omega_{\max}$  і ввести обмеження на довжину, припустивши, що довжина п'єзоелемента по осі  $Ox_1$  рівна  $2L$ . У такому випадку границю по осі  $Ox_2$  зручно описати у вигляді ряду Фур'є:

$$y_{\Gamma}(x_1) = \pm \sum_{k=0}^N a_k \cos\left(\frac{\pi k x_1}{L}\right) + \sum_{k=1}^N b_k \sin\left(\frac{\pi k x_1}{L}\right). \quad (6)$$

При симетрії границі відносно осі  $Ox_2$  функція границі  $x_2 = \pm y_{\Gamma}(x_1)$  має володіти властивістю  $y_{\Gamma}(x_1) = y_{\Gamma}(-x_1)$ , що можливо якщо  $b_i = 0$ . Об'єм ПТ

$V = h \int_{-L}^L y_{\Gamma}(x_1) dx_1$  запишеться у вигляді:  $V_0 = 4 a_0 h L$ . Отже введення обмеження на

об'єм еквівалентно обмеженню на коефіцієнт  $a_0$ . При практичній реалізації оптимізації у якості початкового наближення використовується скінченноелементна модель області у вигляді прямокутника із нерівномірною триангуляційною сіткою, зображеною на рис. 1 а. У процесі оптимізації сітка деформується (рис. 1 б) за законом :



**Рис. 1. Зміна форми ПТ та триангуляційної сітки у процесі оптимізації**

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \sum_{k=0}^N a_k \cos\left(\frac{\pi k x_1}{L}\right) \end{bmatrix}. \quad (7)$$

де  $X_1$  - нові координати точок.

Процес оптимізації здійснюється у програмі FreeFem++. Він полягає у зміні коефіцієнтів  $a_k$ , таким чином, щоб значення корисної функції збільшувалось. Як алгоритм оптимізації

використовується метод Нейделя-Мідла [2].

Підпрограма обчислення функції мети отримує вектор змінних котрі описують пропоновану геометрію. У першу чергу перевіряється коректність пропонованої геометрії. Якщо вона не коректна, наприклад, є самопересічення границі, функція мети набуває випадкового значення у межах  $-200..-100$  (обрання випадкового значення запобігає зациклюванню алгоритму). Якщо ж форма є коректною формуються квадратичні форми, котрі відповідають функціоналам:

$$V_B(v,u) = \int_V \rho \omega^2 (v_1 u_1 + v_2 u_2) dV ;$$

$$V_A(v,u) = \int_V \frac{\partial v_1}{\partial x_1} \left( c_{11} \frac{\partial u_1}{\partial x_1} + c_{12} \frac{\partial u_2}{\partial x_2} \right) + \frac{\partial v_2}{\partial x_2} \left( c_{12} \frac{\partial u_1}{\partial x_1} + c_{11} \frac{\partial u_2}{\partial x_2} \right) + \left( \frac{\partial v_1}{\partial x_2} + \frac{\partial v_2}{\partial x_1} \right) c_{66} \left( \frac{\partial u_1}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2}{\partial x_1} \right) dV$$

.(8)

На їх основі визначаються матриці  $A$  та  $B$ , за допомогою котрих з використанням бібліотеки ARPACK, що входить у FreeFem++ будується набір із 10 власних форм коливань та відповідних їм власних чисел  $\lambda_i$ . Для кожного власного вектора коливань обчислюється значення максимальних напружень і значення функції мети, знаходиться форма коливань із максимальним значенням функції мети яка і повертається основній програмі. Обчислення кількох власних функцій необхідно із-за того, що серед власних коливань є коливання згину п'єзопластини, котрі мають функцію мети близьку до 0.

### Література

1 Медвідь В. Р., Белякова І, Пісьціо В., Шкодзінський О.К. Оптимізація п'єзотрансформатора //Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій “до 100 річчя з дня заснування НАН України та на вшанування пам'яті Івана Пулюя (100 річчя з дня смерті). – 2018. – с. 261-262.

2 Банди. Методы оптимизации. Вводный курс: Пер. с англ. - М. Радио и связь, 1988. 128 с.

УДК 621.3

В. Медвідь, І. Бєлякова, В. Пісьціо

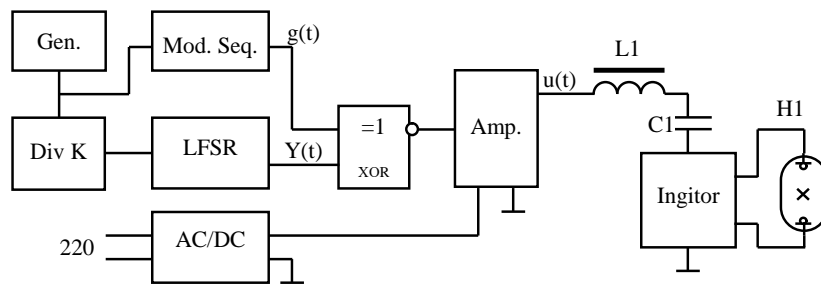
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**ОЦІНКА ГАРМОНІК НАПРУГИ ПРИ ПСЕВДО-ВИПАДКОВОМУ ЖИВЛЕННІ ГАЗОРОЗРЯДНИХ ЛАМП ВИСОКОГО ТИСКУ**

V. Medvid, I. Belyakova, V. Piscio

**ASSESSMENT OF SUPPLY VOLTAGE HARMONICS FOR PSEUDO-RANDOM SUPPLY OF HIGH-PRESSURE DISCHARGE LAMPS**

Для підвищення ефективності роботи комплексу пускорегулювальний баласт – газорозрядна лампа низького тиску тривалий час використовують електронні баласты, які працюють на високих частотах. Однак, при використанні високочастотних електронних баластів для роботи з газорозрядними лампами високого тиску (ДРЛ, ДНаТ, ДРІ та ін.) з’являється проблема виникнення в пальниках ламп акустичного резонансу. Для запобігання акустичного резонансу, може бути використана схема, описана у [1], основна її ідея - подання на газорозрядну лампу деякого псевдо-випадкового сигналу.



Блок-схема пропонованого пристрою показана на рис. 1. Вона складається із тактового генератора Gen, котрий генерує на своєму виході меандр із частотою 10-25 кГц, що

Рис. 1 Блок-схема запропонованого пристрою

поступає на вхід формувача модулюючої послідовності (Mod. Seq.) довжиною K біт і на подільник частоти на K (Div K). Останній формує сигнал синхронізації генератора псевдо-випадкової послідовності на основі зсувного регістру із лінійним зворотнім зв'язком (LFSR). Схема побудована так, що стан LFSR змінюється у моменти часу  $n \Delta T$ , а сигнал  $g(t)$  повторюється через період  $\Delta T$ . Сигнал з виходу блоку LFSR  $Y(t)$  і сигнал модулюючої послідовності  $g(t)$  об'єднуються між собою логічним елементом виключаючого-АБО (XOR). Отриманий вихідний сигнал поступає на ключовий підсилювач Amp., вихідний сигнал котрого  $u(t)$  подається через LC контур, та, при потребі, запалювальний пристрій, на лампу H1.

Сигнал на виході підсилювача може бути записаний у вигляді:

$$u(t) = A (1 - 2 Y(t) \oplus g(t)).$$

де A - амплітуда сигналу на виході ключового підсилювача. Так як сигнали  $Y(t)$  та  $g(t)$  приймають значення логічних 0 і 1, то вираз може записуватись у вигляді:

$$u(t) = A (2 Y(t) - 1)(2 g(t) - 1)$$

Сигнал  $Y(t)$  стабільний у середині кожного інтервалу  $(n\Delta T, (n+1)\Delta T)$ , тому його можна описати дискретною функцією  $Y(n\Delta T)$ , де  $n = [t/\Delta T]$  - ціла частина відношення  $t/\Delta T$ . У позначеннях:  $S(n) = 2Y(t) - 1$ ,  $q_0(t/T) = 2g(t) - 1$  вихідний сигнал визначається так:

$$u(t) = A S([t/\Delta T]) q_0(t/\Delta T).$$

**УДК 621.352.**

**М. Тарасенко, д-р. техн. наук, проф., Р. Гаврилишин**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ АКУМУЛЮВАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ПРИВАТНОМУ СЕКТОРІ**

**M. Tarasenko, Dr., Prof., R. Havrylyshyn**

## **ENERGY EFFICIENCY OF SOLAR ENERGY STORAGE IN THE PRIVATE SECTOR**

Проаналізовано енергетичну ефективність акумулювання сонячної енергії в приватному секторі та можливість її підвищення шляхом застосування акумулюючих установок

Ключові слова: акумулятори енергії, ВДЕ, накопичувачі, ГАЕС, теплопостачання.

The energy efficiency of the accumulation of solar energy in the private sector and the possibility of its use by means of accumulating installations are analyzed.

Keywords: energy accumulators, RES, storage, PSH, heat supply.

Запасів відновлюваних джерел енергії на Землі досить для задоволення всіх потреб людства сьогодні і в далекому майбутньому. У сучасному світі енергетика є основою розвитку базових галузей народного господарства, що визначають прогрес суспільного виробництва.

Встановлено, що значення акумулювання зростає при експлуатації енергоустановок на основі відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) - енергії сонця, вітру і т. д. Енергетичні установки на основі ВДЕ повинні забезпечувати безперервне вироблення енергії при змінній інтенсивності її генерації. Це може бути здійснено за рахунок включення в енергосистему акумулюючих установок. Таке включення підвищує надійність і стабільність енергозабезпечення споживачів, дає можливість регулювання режиму роботи енергетичних установок без жорсткої залежності від режиму споживання енергії шляхом зрізання піків споживання розрядом акумулятора і заповнення провалів споживання зарядом акумулятора. Розробка накопичувачів електричної енергії для регулювання графіків генерування і споживання електроенергії в мережевий і децентралізованої енергетики є актуальною науково-технічною проблемою.

Поряд із гострим питанням накопичувачів, актуальною є проблема акумуляторів енергії, які також необхідні для створення систем аварійного, резервного і безперебійного електроживлення споживачів. Ключова роль акумуляторів енергії в енергоустановках, що працюють на поновлюваних джерелах енергії, визначається істотною нестабільністю генерації. Включення в систему акумуляторів дозволяє спростити технічні проблеми підключення енергоустановок на ВДЕ до електричної мережі, а також поліпшити їх техніко- економічні показники при забезпеченні гарантованого енергопостачання автономних споживачів. Існують різні види акумуляторів енергії. До найбільш цікавих і застосовуваних акумулюючих установок відносяться:

- акумулятори тепла (холоду) - в яких енергія зберігається у вигляді тепла (холоду) за рахунок теплоємності, теплоти фазових переходів або ендотермічних (екзотермічних) реакцій;

- акумулятори електрохімічної енергії - в яких електроенергія зберігається і віддається в результаті хімічних реакцій;

- механічні акумулятори - в яких енергія зберігається у вигляді потенційної і кінетичної енергії фізичних тіл;

- електричні акумулятори - в яких енергія зберігається у вигляді електричної або електромагнітної енергії. Серед широкого спектру технологій акумулявання енергії для енергетики найбільший інтерес представляють такі технології як ГАЕС, які сьогодні є лідерами за масштабами акумуляції енергії і потужності.

Прискорений розвиток відновлюваної енергетики стало однією з найбільш значущих складових нової енергетичної парадигми, курс на перехід до якої уряди багатьох провідних країн світу проголошують в якості відповіді на дві найбільш важливі проблеми - зміна клімату та забезпечення енергетичної безпеки в умовах збільшення вартості і монополізації видобутку копалин видів палива. Загальна встановлена потужність генеруючих об'єктів на основі використання ВДЕ в 2015 році в світі склала 1470 ГВт (без урахування гідроелектростанцій (ГЕС) - 480 ГВт), при цьому нові вводи генеруючих потужностей відновлюваної енергетики склали більше половини всіх нових вводів генеруючих потужностей в світі або близько 110 ГВт. За прогнозами Світового енергетичного агентства МЕА частка відновлюваної енергетики в світовому енергобалансі може досягти 30% вже до 2030 року.

Видно, що роль акумуляторів в енергетиці підвищується в зв'язку з тенденцією диверсифікації первинних джерел енергії, ускладненням систем регулювання, прагненням забезпечити більш високу якість електроенергії, що представлені споживачам, і підвищити надійність їх енергопостачання. З усіх видів споживання енергії споживання в формі теплоти по масштабах займає перше місце, незважаючи на особливі переваги електроенергії та інтенсивний розвиток електроенергетики. Це обумовлено, головним чином, відносною дешевизною теплоти, т. д. Меншими наведеними затратами на її вироблення в порівнянні з електроенергією. У споживанні теплоти можна виділити три основні напрямки: – використання теплоти для вироблення електроенергії на електростанціях; – використання теплоти в печах (вогнетехнічного використання теплоти); – використання теплоти в системах тепlopостачання. Основними споживачами теплоти в системах тепlopостачання є:

1. Пристрої опалення і вентиляції приміщень, пристрої гарячого водопостачання і кондиціонування повітря.

2. Теплові технологічні апарати і пристрої - підігрівачі для газоподібних, рідких і твердих речовин; випарні і ректифікаційні апарати; сушарки для різних матеріалів і виробів; реактори для здійснення хімічних процесів і т. п.

3. Силкові технологічні агрегати, що мають в якості приводу парові машини або турбіни: парові молоти і преси, кувальні машини, парові насоси, турбокомпресори для стиснення газів і т. д.

Системи акумулявання енергії допоможуть перейти від викопного палива до глобальної декарбонізації та майбутньої стовідсотково відновлюваної енергії.

### **Література**

1. Даффи, Дж. А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии / Дж. А. Даффи, У. А. Бекман; пер. с англ. – М.: Изд-во «Мир», 1977. – С. 95-101.
2. Дзядикевич Ю.В. Методи оцінки ефективності інвестицій в енергозбереження / Ю.В. Дзядикевич, Р.І. Розум, М.В. Буряк // Інноваційна економіка. – Тернопіль. – 2011. – №2. С. 119 – 122. 11.



УДК 621.472

М. Тарасенко, д-р. техн. наук, проф., В. Парашук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДВИГУНІВ СТИРЛІНГА З КОНЦЕНТРАТОРАМИ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Mykola Tarasenko, Dr., Prof., Vladyslav Parashchuk

## ENERGY EFFICIENCY OF USE OF STIRLING ENGINES WITH SOLAR ENERGY CONCENTRATORS

Сучасний етап світового розвитку характеризується масштабним використанням енергетичних ресурсів, що, як наслідок, призвело до їх гострої нестачі. Крім того, використання традиційного палива, такого як нафта, вугілля, газ, є обмеженим, таким, що негативно впливає на екологію, ландшафт та пришвидшує глобальне потепління. За даними доповіді Міжнародної групи експертів з питань зміни клімату, зростання середньої температури повітря над суходолом за останні сто років зросла на  $0,74^{\circ}\text{C} \pm 0,18^{\circ}\text{C}$  [1]. Отже, існує необхідність у масимально швидкому розвитку та використанні поновлювальних джерел енергії.

Сонце є основним джерелом енергії на Землі. Потенційно воно може стати одним із головних джерел енергії у майбутньому та повноцінно замінити традиційні. Тому актуальним є питання конвертації з мінімальними втратами сонячної енергії у корисну енергію (теплову, електричну, світлову) в залежності від потреб. У багатьох випадках існує необхідність передачі конвертованої енергії на великі відстані. Враховуючи те, що сьогодні існують оптимальні умови для передачі саме електроенергії, її універсальність, на відміну від теплової та світлової енергії, які мають обмежену сферу дії, більш доцільно, на нашу думку, енергію конвертувати саме у електричну.

Сонячні концентратори-колектори забезпечують перетворення сонячного випромінювання у тепло з надзвичайно високим ККД. ККД таких перетворювачів може досягати 70%. До цього ж системи на основі концентраторів-колекторів є більш дешевшими за інші види перетворювачів сонячної енергії таких як сонячні колектори та фотоелектричні модулі. Сонячні колектори містять світлопоглинаючі елементи (вакуумні скляні трубки) на усій поверхні колектору, у той час як у сонячних концентраторах-колекторах лише у точці фокусу концентратора (рис. 1), через що затрати на виготовлення є нижчими. А перетворювачі на основі фотоелектричних модулів є дорожчими через більш складну технологію виготовлення.

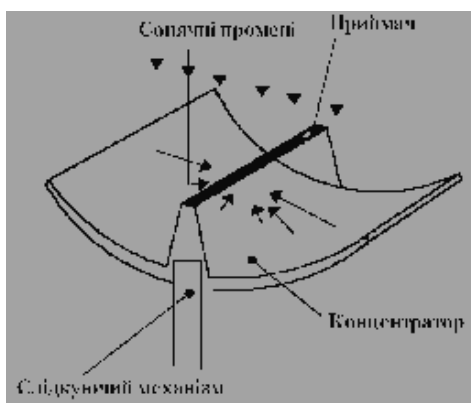


Рис. 1 – Схема сонячного концентратора-колектора параболічного типу [4].

Для збільшення ККД сонячних концентраторів-колекторів доцільно використати систему відстежування положення сонця. Дана система дозволить максимально ефективно поглинати сонячну енергію та перетворювати її у теплову для подальшого транспортування останньої помпами до електрогенераторного пункту на основі двигуна Стірлінга. Як показує практика одноосна система позиціювання збільшить об'єм виробленої енергії на 25%, а також скоротить час нагріву теплоносія до мінімальної температури для запуску електро-генераторного пункту.

Як носій тепла традиційно використовують воду. Але, оскільки для більш ефективної роботи двигуна Стірлінга потрібно отримати якомога вищу температуру, то доцільно у якості теплоносія використати масло з високою допустимою температурою експлуатації (350-400°C).

Електро-генераторний пункт складається з двигуна Стірлінга та генератора електроенергії.

Існує чотири види двигунів Стірлінга:  $\alpha$  - Стірлінг (містить два окремих силових поршня в роздільних циліндрах, один – гарячий, інший – холодний),  $\beta$  - Стірлінг (циліндр всього один, гарячий з одного кінця і холодний з іншого. Усередині циліндра рухаються поршень (з якого знімається потужність) і витискач, що змінює обсяг гарячої порожнини),  $\gamma$  - Стірлінг (так само є поршень і витискач, але при цьому два циліндра – один холодний (там рухається поршень, з якого знімається потужність), а другий гарячий з одного кінця і холодний з іншого) [2, С. 24].

Застосування двигуна Стірлінга має багато переваг, таких як:

- відносно великий ККД, що складає близько 45%;
- надійність конструкції;
- простоту експлуатації;
- відсутність шуму.

На думку Шипунова М.В. основними недоліками двигуна Стірлінга є громіздкість і матеріалоемність. У двигунах зовнішнього згорання робоче тіло необхідно охолоджувати, й це призводить до відчутного збільшення масогабаритних показників силової установки за рахунок збільшення радіаторів. Для отримання характеристик, порівняних з характеристиками ДВЗ, застосовують високий тиск (більше ніж 10 МПа) та спеціальні види робочого тіла – водень, гелій [3, С. 179]. Однак у нашому випадку двигун Стірлінга буде встановлений стаціонарно, тому великі габарити не є суттєвими недоліками.

Отже, застосування сонячних концентраторів-колекторів разом з двигуном Стірлінга дозволяє більш ефективно використовувати сонячне випромінювання для отримання електричної енергії та дозволяє зекономити кошти на спорудження у порівнянні з фотогальванічними модулями. А також є можливість отримувати тепло для нагріву води як побічний продукт роботи двигуна.

## Література

1. Wikipedia URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Глобальне\\_потепління](https://uk.wikipedia.org/wiki/Глобальне_потепління)
2. Косминський І.В. Модифікація двигуна Стірлінга з додаванням вакуумної герметичності та охолоджувача примусової дії / І.В. Косминський, М.С. Мельниченко // Техніка будівництва, 2014. – № 33. – С. 24-27.
3. Шипунов М.В. Утилізація теплоти відпрацьованих газів двигуна внутрішнього згорання із використання двигуна зовнішнього згорання Стірлінга / М.В. Шипунов // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – №1 (36)., т.2. – 2013. – С.176-182.
4. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє URL: <http://energetika.in.ua>

**Секція: МАТЕМАТИКА ТА ФІЗИКА**

**Голови:** доц. Б Шелестовський, проф. Л. Дідух, доц. Л. Скоренький

**Вчений секретар:** доц. О. Крамар

**УДК 517.9**

**Г. Габрусєв, канд. фіз.-мат. наук, доц., І. Габрусєва, канд. техн. наук**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**МЕТОДИКА ПОБУДОВИ РОЗВ'ЯЗКУ ІНТЕГРАЛЬНИХ РІВНЯНЬ В КОНТАКТНИХ ЗАДАЧАХ МЕХАНІКИ ДЕФОРМІВНОГО ТВЕРДОГО ТІЛА**

**Н. Habrusiev, Ph.D., Assoc. Prof.; I. Habrusieva, Ph.D.**

**THE METHOD OF SOLUTION OF INTEGRAL EQUATIONS IN CONTACT PROBLEMS OF SOLID MECHANICS**

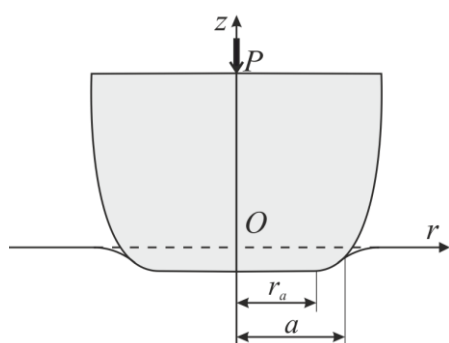


Рис. 1. Схема контактної взаємодії

Розглянемо задачу, про втиснення постійною силою  $P$  жорсткого параболічного штампа складної конфігурації у попередньо деформований пружній півпростір. Штамп утворено обертанням кривої, що складається із вітки параболи та відрізка перпендикулярного осі параболи, які з'єднано у вершині. Для розв'язання задачі скористаємося апаратом лінеаризованої теорії пружності [1]. Виберемо циліндричну систему координат  $Or\theta z$  так, щоб координатна площина  $Or\theta$  збігалася з граничною площиною півпростору, а вісь  $Oz$  – із лінією дії сили  $P$  (рис. 1).

Із збільшенням сили  $P$ , розміри ділянки контакту також збільшуються. Вважатимемо, що її радіус  $a$  відомий, тоді величина прикладеної сили визначається із умови

$$P = -2\pi \int_0^a r \sigma_{zz}(r, 0) dr, \quad (1)$$

а граничні умови поставленої задачі мають вигляд

$$\sigma_{rz}(r) = 0, \quad 0 \leq r < \infty; \quad (2)$$

$$\sigma_{zz}(r) = 0, \quad a \leq r; \quad (3)$$

$$u_z(r) = u_z(a) + \omega(r), \quad 0 \leq r \leq a. \quad (4)$$

Тут  $\omega(r)$  – функція, що відповідає формі поверхні, що обмежує штамп

$$\omega(r) = \begin{cases} -\frac{1}{2R}(r_a - a)^2, & 0 \leq r \leq r_a, \\ \frac{1}{2R}[(r_a - r)^2 - (r_a - a)^2], & r_a < r \leq a, \end{cases}$$

а  $R$  – фокальний параметр параболи,  $r_a$  – довжина відрізка.

Вважатимемо залишкові напруження, що виникли у півпросторі, однорідними. Задовольнивши граничну умову (2), вирази для нормальних напружень та вертикальних переміщень можна записати у вигляді [2]

$$\sigma_{zz}(r) = c_{44} (1 + m_1)(s - s_0) l_1 \int_0^\infty \alpha^3 F_2 J_0(\alpha r) d\alpha; \quad (5)$$

$$u_z(r) = \frac{m_1(s_1 - s_0)}{\sqrt{n_1}} \int_0^\infty \alpha^2 F_2 J_0(\alpha r) d\alpha. \quad (6)$$

де  $c_{44}$ ,  $m_1$ ,  $n_1$ ,  $l_1$ ,  $s$ ,  $s_0$ ,  $s_1$  – константи, що залежать від пружного потенціалу й обираються у кожному окремому випадку відповідно до його характеру,  $F_2$  – невідома функція, що визначається із граничних умов задачі.

Граничні умови (3) та (4) приводять до парних інтегральних рівнянь. За допомогою невідомої функції  $x(r)$ , визначеної на відрізку  $[0, a]$ , продовжимо спочатку перше рівняння, на всю додатну піввісь

$$c_{44}(1 + m_1)(s - s_0)l_1 \int_0^\infty \alpha^3 F_2 J_0(\alpha r) d\alpha = x(r)\eta(a - r), \quad 0 \leq r < \infty, \quad (7)$$

де  $\eta(r)$  – одинична функція Гевісайда.

Функція  $x(r)$  визначає розподіл контактних напружень під штампом. Подамо її у вигляді відрізка узагальненого ряду Фур'є

$$\sigma_{zz}(r) = x(r) = \sum_{n=1}^N a_n J_0\left(\frac{\lambda_n}{a} r\right), \quad 0 \leq r \leq a, \quad (8)$$

де  $\lambda_n$ ,  $n = \overline{1, N}$  – додатні корені функції Бесселя  $J_0(\lambda_n) = 0$ ,  $a_n$  – невідомі коефіцієнти. Застосувавши формулу обернення інтегрального перетворення Ганкеля до співвідношення (7), та використавши (6) і граничну умову (4) одержуємо систему  $N$  лінійних алгебраїчних рівнянь відносно невідомих  $a_n$ . При її розв'язанні доцільно зробити заміну

$$a_n = \frac{1}{2k_1 R} a_n^*, \quad k_1 = \frac{m_1(s_1 - s_0)}{c_{44}(1 + m_1)(s - s_0)l_1 \sqrt{n_1}}. \quad (9)$$

Зв'язок між фокальним параметром параболи  $R$  та величиною прикладеної сили встановлюється співвідношенням (1), звідки

$$R = \frac{-\pi}{2k_1 P} \sum_{n=1}^N a_n^* K_n, \quad K_n = \int_0^a r J_0\left(\frac{\lambda_n}{a} r\right) dr. \quad (10)$$

Врахувавши (10), за допомогою (8) та (9) отримуємо закони розподілу контактних напружень та вертикальних переміщень у вигляді

$$\sigma_{zz}(r) = -\frac{P}{2\pi} \frac{\sum_{n=1}^N a_n^* J_0\left(\frac{\lambda_n}{a} r\right)}{\sum_{n=1}^N a_n^* K_n}, \quad u_z(r) = -\frac{k_1 P}{2\pi} \frac{\sum_{n=1}^N a_n^* \int_0^\infty \Psi_n(\alpha) J_0(\alpha r) d\alpha}{\sum_{n=1}^N a_n^* K_n},$$

$$\Psi_n(\alpha) = \int_0^a r J_0\left(\frac{\lambda_n}{a} r\right) J_0(\alpha r) dr.$$

Описану методику можна застосовувати для розв'язання інтегральних рівнянь широкого кола осесиметричних контактних задач механіки деформівного твердого тіла.

#### Література.

1. Габрусев Г. В. Вплив початкових деформацій товстої плити на її контактну взаємодію із параболічним штампом / Г. Габрусев, І. Габрусєва // Вісник ТНТУ. — Т. : ТНТУ, 2017. — Том 85. — № 1. — С. 29–37.
2. Habrusiev H. Contact interaction of punch with prestressed half-plane / Hryhorii Habrusiev, Oleh Panchuk, Borys Shelestovs'kyi // Scientific Journal of TNTU. — Tern. : TNTU, 2018. — Vol 90. — No 2. — P. 72–78.

УДК 539.12.04

**В. Мочарський, канд. техн. наук, Б. Ковалюк, канд. фіз.-мат. наук, доц.**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **СТВОРЕННЯ ПЕРІОДИЧНИХ СТРУКТУР НА ЗВОРОТНІЙ ПОВЕРХНІ МІДНОЇ ФОЛЬГИ ПІСЛЯ ЛАЗЕРНОЇ УДАРНО-ХВИЛЬОВОЇ ОБРОБКИ НАНОПОРОШКІВ**

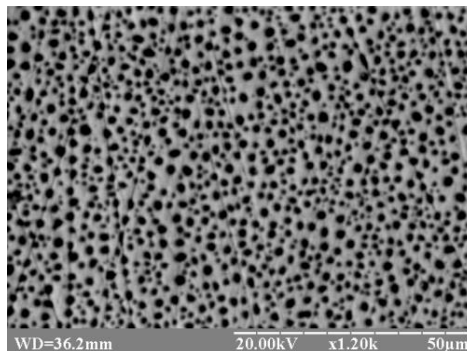
**V. Mocharskyi, Ph.D., Kovalyuk B., Ph.D., Assoc. Prof.**

### **CREATION OF THE PERIODIC STRUCTURES ON THE COPPER FOIL REAR SURFACE AFTER LASER SHOCK-WAVE TREATMENT OF NANO POWDERS**

Лазерна ударно-хвильова обробка – це сучасний фізико-технічний метод зміни властивостей матеріалів, деталей чи окремих виробів. При використанні лазерних ударних хвиль важливим є захист оброблюваної поверхні від термічної дії лазерного імпульсу. Одним із способів є використання мідної фольги в якості захисного екрану.

В останні роки з'явилися перспективи використання лазерної ударно-хвильової обробки для модифікації властивостей нанопорошків, особливо ZnO.

Обробка порошку ZnO проводилась модифікованою лазерною установкою на базі ГОС-1001 з LiF-затвором. Тривалість імпульсу – 50 нс, густина потоку –  $5 \times 10^8$  Вт/см<sup>2</sup>. Опромінювання проводили в прозорому конденсованому середовищі, в якості якого використовували епоксидну смолу, яку наносили на поверхню захисного мідного екрану. Товщина мідної фольги становила 100 мкм.



**Рис. 1.** Періодичні структури на зворотній поверхні мідної фольги після лазерної ударно-хвильової обробки

Як видно з рисунку, після обробки зворотна до опромінення сторона мідного екрану вкрилася великою кількістю близьких до круглих за формою лунок. Діаметр лунок становить близько 1 мкм. Існує два можливих механізми утворення цих періодичних структур на зворотній поверхні мідного екрану. Перший, який є домінуючим, пов'язаний з вдавлюванням (“штампуванням”) конгломератів нанопорошку, які мають поліедричну форму, в екран, оскільки твердість ZnO є більшою, ніж твердість міді. Другий механізм пов'язаний з вириванням частинок із зворотної сторони мідного екрану при лазерному опроміненні внаслідок ефекту відколювання. Останнє підтверджується енергодисперсійним аналізом нанопорошку ZnO після обробки, який показав наявність в ньому міді (0,56 – 0,78 мол. %) та додатковими експериментами з маятником.

УДК 532.526

Л. Романюк, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## МОДЕЛЮВАННЯ ТУРБУЛЕНТНИХ ПРИМЕЖЕВИХ ТЕЧІЙ З УРАХУВАННЯМ КРИВИЗНИ ПОВЕРХНІ

L. Romaniuk, PhD., Assoc. Prof.

### MODELING OF NEAR WALL TURBULENT FLOWS WITH ALLOWANCE OF CURVATURE SURFACE

Усі використовувані моделі турбулентності залежать від емпіричної інформації. Їх ефективність забезпечується коефіцієнтами, що можуть розглядатися як змінні, з метою врахування того чи іншого фактору, що впливає на розвиток течії. Для моделювання двовимірних турбулентних примежових шарів нестискуваної рідини пропонується використовувати алгебраїчну модель коефіцієнта турбулентної кінематичної в'язкості у вигляді єдиної по всій товщині примежового шару формули:

$$v_t = \chi \Delta v_* \gamma(\bar{y}) \frac{l \sqrt{\tau^+}}{\chi \Delta}, \quad l = ky \frac{sh^2(\chi_1 y^+) th[sh^2(\chi_2 y^+)]}{ky^+ \sqrt{\tau^+}},$$

де  $\bar{y} = \frac{y}{\delta}$  - відносна координата,  $l$  - довжина шляху перемішування,  $\Delta$  - параметр довжини Ротта-Клаузера,  $\gamma(\bar{y})$  - коефіцієнт перемішування потоку,  $\tau^+$  - напруження тертя в околі стінки:  $\tau^+ = \begin{cases} 1 + \phi \bar{y} & \text{при } \phi \geq 0 \\ 1 / (1 - \phi \bar{y}) & \text{при } \phi = 0 \end{cases}$ ,

$v_*$  - динамічна швидкість,  $\chi_1, \chi_2, k, \chi$  - емпіричні коефіцієнти моделі.

Формули забезпечують пропорційність коефіцієнта турбулентної в'язкості у в'язкому підшарі -  $y^4$ , в перехідній зоні -  $y^2$ , в логарифмічній зоні  $y$ . Дана модель достовірно відображає неперервну зміну турбулентної в'язкості по всій товщині пограничного шару та забезпечує гладкі переходи через межі зон і областей. Для моделювання розвитку плоского турбулентного примежового шару вздовж сильно викривленого профілю у рівняннях появляются додаткові співвідношення, обумовлені впливом кривизни. Ефективне дотичне напруження тертя в цьому випадку визначається як:

$$\tau = (v + v_t) \left( \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\frac{u}{R_w}}{1 + \frac{u}{R_w}} \right),$$

де  $v$  - коефіцієнт кінематичної в'язкості,  $u$  - складова осередненої швидкості,  $R_w$  - радіус поздовжньої кривизни. Ефект кривизни на турбулентний перенос в моделі турбулентної в'язкості враховується введенням множника типу Бредшоу  $B$  і модифікаціями модельного коефіцієнта та функції напруження тертя на стінці наступним чином:

$v = (v_t)_0 B$ , де  $(v_t)_0$  - турбулентна в'язкість при відсутності кривизни

$$\left( \frac{1}{R_w} \rightarrow 0 \right), \quad B = \left( 1 + \frac{2qR_w u}{\frac{\partial u}{\partial y}} \right)^{-2}.$$

Для вгнутої поверхні  $q = 7$ , а для опуклої -  $q = 4$ ; для вгнутої стінки  $k = 0.4 + 9.23\delta / R_w$ , а для опуклої -  $k = 0.4 - 1.97 / R_w$ ;  $\tau^+ = 1 + (\phi + 2\delta / R_w) y^+$ .

УДК 539.3

О. Самборська, канд. фіз.– мат. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

### ЗАСТОСУВАННЯ РЯДІВ ФУР'Є З ЦИЛІНДРИЧНИМИ ФУНКЦІЯМИ В ЗАДАЧАХ ПРО ВТРАТУ СТІЙКОСТІ ВОЛОКНИСТИХ КОМПОЗИТІВ

O. Samborska Ph.D., Assoc.Prof.

#### APPLICATION OF FOURIER SERIES WITH CYLINDRICAL FUNCTIONS IN PROBLEMS OF BUCKLING OF FIBROUS COMPOSITES

Розглядається задача про втрату стійкості композиту з періодичним рядом циліндричних анізотропних волокон. Припускається, що на поверхнях розділу середовищ усі сили та зміщення неперервні.

Згідно з тривимірною лінеаризованою теорією стійкості деформівних тіл, складові зміщень виражаються через функції  $\psi$  і  $\chi$ :

$$u_r = \frac{i}{r} \frac{\partial \psi}{\partial \theta} - \frac{\partial^2 \chi}{\partial r \partial z}, \quad u_\theta = -\frac{\partial \psi}{\partial t} - \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \chi}{\partial \theta \partial r}, \quad u_z = A \left( \Delta + B \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) \chi \quad (1)$$

Функції  $\psi$  і  $\chi$  є розв'язками наступних рівнянь:

$$\left( \Delta + \zeta_1^2 \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) \psi = 0, \quad \left( \Delta^2 + (\zeta_2^2 + \zeta_3^2) \Delta \frac{\partial^2}{\partial z^2} + \zeta_2^2 \zeta_3^2 \frac{\partial^4}{\partial z^4} \right) \chi = 0, \quad (2)$$

Ці функції  $\psi$  та  $\chi$  шукаємо у вигляді рядів Фур'є з циліндричними функціями.

Для модифікованої функції Бесселя  $I_\nu(x)$  та функції Макдональда  $K_\nu(x)$  справджуються такі асимптотичні формули:

$$I_\nu(x) \approx \frac{1}{\sqrt{2\pi x}} e^x, \quad K_\nu(x) \approx \sqrt{\frac{\pi}{2x}} e^{-x}.$$

Оскільки розв'язки рівнянь (2) для матриці повинні задовольняти умови згасання на "нескінченності", то для нескінченної матриці застосовують ряди Фур'є з функціями Макдональда, а для волокон – з модифікованими функціями Бесселя.

Запишемо, наприклад, вирази для функцій  $\chi_s$  ( $s=2,3$ ) для матриці та для волокна з номером  $q$  у випадку втрати стійкості у площині волокон.

$$\chi_s = \sum_{p=-\infty}^{+\infty} \sum_{n=0}^{\infty} K_n(\zeta_s \gamma r_p) \cos n \theta_p \left( A_{1n,s}^p \cos \gamma z_p + A_{2n,s}^p \sin \gamma z_p \right), \quad (3)$$
$$\chi_s^{(1)q} = \sum_{n=0}^{\infty} I_n(\zeta_s^{(1)} \gamma r_q) \cos n \theta_q \left( A_{1n,s}^{(1)q} \cos \gamma z_q + A_{2n,s}^{(1)q} \sin \gamma z_q \right).$$

Оскільки для розв'язків повинні виконуватись умови періодичності, то достатньо задовольнити граничні умови на контурі лише одного волокна, наприклад, при  $q=0$ . Для визначення невідомих коефіцієнтів, які входять у вирази (3), отримаємо нескінченну однорідну систему лінійних рівнянь, яка має ненульові розв'язки тоді і тільки тоді, коли її визначник  $\Delta = 0$ .

Доведено, що в одержаному характеристичному рівнянні нескінченний визначник можна замінити скінченним визначником деякого порядку.

**УДК 539.12.04**

**О. Сіткар, канд.техн. наук, Б. Ковалюк, канд. фіз-мат. наук, доцент**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

### **ЛАЗЕРНА УДАРНА ХВИЛЯ МАЛОЇ АМПЛІТУДИ**

**O. Sitkar, Ph.D, B. Kovalyuk, PhD, Assoc. Prof.**  
**LASER SHOCK WAVES**

Лазерні ударні хвилі – це стрибок ущільнення, а саме, тонка перехідна область, у якій спостерігається різке збільшення густини, тиску речовини, що поширюється з надзвуковою швидкістю.

Лазерні ударні хвилі виникають при опроміненні лазерним імпульсним випромінюванням тривалістю порядку наносекунд та густиною потоків  $10^8$ - $10^{12}$  Вт/см<sup>2</sup>.

Лазерні ударні хвилі є основою прогресивного методу обробки матеріалів, який набув широкого застосування у різних галузях науки та техніки. Про це свідчить значне збільшення кількості публікацій по даній тематиці в США, Франції, Китаї і Австралії.

Даною проблематикою займалися Янушкевич В.А., Y.Fan, Y.Wang, S.Vukelic, Н.И.Коротеев, И.Л.Шумай та ін. В Україні перші дослідження по впливу лазерних ударних хвиль малої амплітуди на матеріали проводились в ТНТУ разом з відділом електронної структури Інституту металофізики АН УРСР ще на початку 80-х років по тематиці Всесоюзної програми “Дослідження матеріалів для першої стінки термоядерного реактора”. У 1982 році у ТНТУ імені Пулюя була створена лабораторія лазерного впливу на матеріали як науково-навчальна лабораторія кафедри фізики. Керівником лабораторії з 1982 р. по 2018 р. був професор Нікіфоров Юрій Миколайович.

Наукова діяльність лабораторії пов’язувалась із питаннями радіаційної фізики твердого тіла, космічного та радіаційного матеріалознавства. Вивчалась деградація конструкційних і функціональних матеріалів під впливом імпульсного лазерного випромінювання з одночасним пошуком методів модифікації поверхні твердих тіл та її властивостей. Наукові підвалини лабораторії закладались завдяки співпраці професора Нікіфорова Ю.М. з Івановим Л.І., Янушкевичем В.О. та Нобелівським лауреатом з фізики Прохоровим О.М.

Результати досліджень опубліковані у вітчизняних та міжнародних фахових виданнях та узагальнені в монографії «Лазерна ударно-хвильова дія на матеріали».

Розвиток технології ЛУХ обробки матеріалів, як сучасного високотехнологічного способу контрольованої модифікації приповерхневих шарів матеріалів із використанням лазера з високою густиною потоку енергії, при якому основним діючим фактором є ударна хвиля, що формується внаслідок обмеження розльоту плазми прозорим конденсованим середовищем при поглинанні поверхнею матеріалу лазерного випромінювання, дає змогу: отримати наперед заданої морфології поверхні, збільшити мікротвердість приповерхневих шарів, регулювати ударну в’язкість сталей, підвищити корозійну стійкість; наносити покриття з нанопорошкових матеріалів; впроваджувати нанопорошки та нанотрубки в металеві матриці, а також дослідити динаміку виникнення та накопичення дефектів при високошвидкісних навантаженнях.



**УДК 53.089.6**

**Ю. Скоренький, Т. Береженко, О. Данильців, Г. Шимчук**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **МЕТОДИКА КАЛІБРУВАННЯ ДАВАЧІВ DHT22 ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ**

**Yu. Skorenkyu, T. Berezhenko, O. Danyltsiv, G. Shymchuk**

### **CALIBRATION METHOD FOR DHT22 SENSOR FOR HUMIDITY MEASUREMENTS**

Для широкого спектру задач, від клімат-контролю до моніторингу технологічних параметрів [1], вимірювальні комплекси на основі відкритої апаратної платформи Arduino набули повсюдного використання завдяки низькій ціні, малому енергоспоживанню та простоті застосування, порівняно з стандартними засобами [2]. Поряд з температурою, в закритих об'ємах важливим параметром є відносна вологість, котра суттєво впливає на життєдіяльність організмів та процеси на поверхні багатьох матеріалів. Для експрес-моніторингу змін температури та вологості у закритому об'ємі доцільно використовувати сенсори типу DHT22 [3]. Полімерний резистивний елемент сенсора повинен визначати відносну вологість з точністю до 5% в діапазоні 0-100%, одночасно з допомогою термістора з від'ємним температурним коефіцієнтом може бути виміряна температура в діапазоні -40-125 °С з точністю до 0,5 °С. Практика застосування вказує, що, хоч точність вимірювання температури відповідає паспортним характеристикам, отримані результати для відносної вологості мають значну систематичну похибку і можуть суттєво відрізнятися для різних сенсорів. Це зумовлює актуальність розробки простої та ефективної методики калібрування сенсора, яка дала б змогу підвищити надійність роботи апаратного комплексу.

Для калібрування сенсора DHT22 було використано два повірені психрометричні гігрометри ВИТ1 та ВИТ2, здатних працювати в температурних діапазонах 0-25 °С та 15-40 °С відповідно. За стандартними методиками було знято залежності вологості від температури за допомогою вказаних приладів та побудовано калібрувальну характеристику сенсора DHT22, яка забезпечує задовільну надійність автоматизованих вимірювань. Недоліком даної реалізації методики калібрування є необхідність проведення неавтоматизованого визначення вологості за допомогою психрометричного гігрометра, проте розроблений алгоритм можна легко адаптувати для системи з повіреним цифровим датчиком для швидкого автоматизованого калібрування сенсорів DHT та створення на їх основі просторово розподілених систем моніторингу.

1. Бабіченко А.К. та ін. Основи вимірювань та автоматизації технологічних процесів: Підручник/ - Х.: ТОВ С.А.М. 2009 р. – 616 с.
2. Поліщук Є.С. Засоби та методи вимірювань неелектричних величин. – Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2008. – 618 с.
3. DHT-22 датчик вологості і температури [Електронний ресурс] // Вікі ТНТУ. – Режим доступу: [https://wiki.tntu.edu.ua/DHT-22\\_датчик\\_вологості\\_і\\_температури](https://wiki.tntu.edu.ua/DHT-22_датчик_вологості_і_температури).

УДК 536.2

**Б. Шелестовський, канд. фіз. – мат. наук, доц., В. Михайлишин**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

### РОЗВ'ЯЗОК РІВНЯННЯ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ДЛЯ СИСТЕМИ ТІЛ ЦИЛІНДР-ПІВПРОСТІР

**B. Shelestovs'kyi, Ph.D., Assoc.Prof., V. Myhaylyshyn**  
**SOLUTION OF THERMAL CONDUCTIVITY EQUATION FOR CYLINDER-  
SEMISPACED BODY SYSTEM**

Побудуємо розв'язок кураєвої задачі теплопровідності для рівняння:

$$\nabla^2 T = 0 . \quad (1)$$

з граничними умовами:

$$\lambda_z \frac{\partial T}{\partial z} = \lambda_z^1 \frac{\partial T^1}{\partial z}, \quad \lambda_z \frac{\partial T}{\partial z} = h_0 (T^1 - T) \quad (0 \leq r \leq R, z = 0), \quad (2)$$

$$T^1 = 0 \quad (R \leq r < \infty, z = 0), \quad (3)$$

$$T = T_0 \quad (0 \leq r \leq R, z = L), \quad (4)$$

$$\frac{\partial T}{\partial r} = 0 \quad (r = R, 0 \leq z \leq L). \quad (5)$$

Застосувавши метод відокремлення змінних Фур'є для розвитку рівняння (1) в циліндричній області, отримаємо:

$$T(r, z) = A_0 + B_0 z + D_0 (r^2 - 2z^2) + \sum_{k=1}^{\infty} J_0(\beta_k r) (A_k \operatorname{sh} \beta_k z + B_k \operatorname{ch} \beta_k z) + \sum_{k=1}^{\infty} I_0(\gamma_k r) (C_k \sin \gamma_k z + D_k \cos \gamma_k z), \quad (6)$$

де  $A_k, B_k, C_k, D_k$  – довільні постійні;  $J_0(\beta_k r)$  – функція Бесселя першого роду дійсного аргументу;  $I_0(\beta_k r)$  – функція Бесселя першого роду уявного аргументу;  $\beta_k, \gamma_k$  – власні значення, які визначаються із граничних умов.

Температуру у півпросторі подамо у вигляді інтеграла Ганкеля:

$$T^1(\rho, \zeta) = \int_0^{\infty} \varphi_1(\eta) e^{-\eta \zeta} J_0(\eta \rho) d\eta, \quad (7)$$

де  $\rho = \frac{r}{R}, \zeta = \frac{z}{R}$ .

Задовольняючи граничну умову (4), отримаємо:

$$T(\rho, \zeta) = T_0 \left\{ 1 + C_0 \frac{\lambda_z^1}{\lambda_z} (\zeta - l) - \frac{\lambda_z^1}{\lambda_z} \sum_{k=1}^{\infty} C_k^{(1)} J_0(\mu_k \rho) \frac{\operatorname{sh} \mu_k (l - \zeta)}{\operatorname{ch} \mu_k l} \right\}, \quad l = \frac{L}{R}. \quad (8)$$

тут  $C_k^{(1)}$  – нескінченна система постійних.

Задовольняючи граничні умови (2), (3), одержимо парні інтегральні рівняння відносно функції  $\varphi_1(\eta)$ :

$$\int_0^{\infty} \eta \varphi_1(\eta) J_0(\eta \rho) d\eta = T_0 \left( C_0^{(1)} + \sum_{k=1}^{\infty} \mu_k C_k^{(1)} J_0(\mu_k \rho) \right) \quad (\rho < 1), \quad (9)$$

$$\int_0^{\infty} \varphi_1(\eta) J_0(\eta\rho) d\eta = 0 \quad (\rho > 1), \quad (10)$$

розв'язок яких є функція:

$$\varphi_1(\eta) = \frac{2}{\pi} T_0 \left[ C_0^{(1)} \frac{1}{\eta} \left( \frac{\sin \eta}{\eta} - \cos \eta \right) + \sum_{k=1}^{\infty} \mu_k C_k^{(1)} \int_0^1 \sin \eta \sin \mu_k y dy \right]. \quad (11)$$

Задоволення другої умови (2) із врахуванням (7), (8), дає:

$$\int_0^{\infty} \varphi_1(\eta) J_0(\eta\rho) d\eta = T_0 \left\{ 1 - \left( \frac{\lambda_z^1 l}{\lambda_z} - \frac{\lambda_z^1}{h_0 R} \right) C_0^{(1)} - \sum_{k=1}^{\infty} \left( \frac{\lambda_z^1}{\lambda_z} th \mu_k l - \frac{\lambda_z^1}{h_0 R} \mu_k \right) C_k^{(1)} J_0(\mu_k \rho) \right\}. \quad (12)$$

Підставляючи (11) в (12), отримаємо:

$$\begin{aligned} & \frac{2}{\pi} T_0 C_0^{(1)} \int_0^{\infty} \frac{J_0(\eta\rho)}{\eta} \left( \frac{\sin \eta}{\eta} - \cos \eta \right) d\eta + \frac{2}{\pi} T_0 \sum_{k=1}^{\infty} \mu_k C_k^{(1)} \int_0^{\infty} J_0(\eta\rho) d\eta \int_0^1 \sin \eta y \sin \mu_k y dy = \\ & = T_0 \left\{ 1 - \left( \frac{\lambda_z^1 l}{\lambda_z} - \frac{\lambda_z^1}{h_0 R} \right) C_0^{(1)} - \sum_{k=1}^{\infty} \left( \frac{\lambda_z^1}{\lambda_z} th \mu_k l - \frac{\lambda_z^1}{h_0 R} \mu_k \right) C_k^{(1)} J_0(\mu_k \rho) \right\} \quad (\rho < 1). \end{aligned} \quad (13)$$

Помноживши рівність (13) на  $\rho$  та  $\rho J_0(\mu_n \rho)$  і проінтегрувавши в межах від 0 до 1, отримаємо систему алгебраїчних рівнянь відносно  $C_k^{(1)}$ .

$$\alpha_k^{(1)} C_k^{(1)} + \sum_{n=0}^{\infty} \alpha_{k,n}^{(1)} C_n^{(1)} = \gamma_k^{(1)} \quad (k = 0, 1, \dots), \quad \alpha_0^{(1)} = \frac{1}{2} \left( \frac{\lambda_z^1 l}{\lambda_z} - \frac{\lambda_z^1}{h_0 R} \right) + \frac{2}{3\pi}. \quad (14)$$

$$\alpha_0^{(1)} = \frac{2}{\pi} \int_0^1 \rho d\rho \int_0^{\infty} J_0(\eta\rho) d\eta \int_0^1 \sin \eta y \sin \mu_k y dy = \frac{2}{\pi \mu_k} \left( \frac{\sin \mu_k}{\mu_k} - \cos \mu_k \right), \quad (15)$$

$$\gamma_0^{(1)} = \frac{1}{2}; \quad \alpha_k^{(1)} = \frac{2}{\pi} \int_0^1 \rho J_0(\mu_k \rho) d\rho \int_0^{\infty} \frac{J_0(\eta\rho)}{\eta} \left( \frac{\sin \eta}{\eta} - \cos \eta \right) d\eta = \frac{2}{\pi \mu_k^2} \left( \frac{\sin \mu_k}{\mu_k} - \cos \mu_k \right),$$

$$\begin{aligned} \alpha_{k,n} &= \frac{2}{\pi} \mu_n \int_0^1 \rho J_0(\mu_k \rho) d\rho \int_0^{\infty} J_0(\eta\rho) d\eta \int_0^1 \sin \eta y \sin \mu_k y dy = \\ &= \frac{2}{\pi} \mu_n \frac{\mu_n \sin \mu_k \cos \mu_n - \mu_k \sin \mu_n \cos \mu_k}{\mu_k^2 - \mu_n^2}, \end{aligned}$$

$$\alpha_{k,n}^{(1)} = \begin{cases} \alpha_{k,n} & k \neq n, \\ \alpha_{k,n} + \left( \frac{\lambda_z^1}{\lambda_z} th \mu_n l - \frac{\lambda_z^1}{h_0 R} \mu_n \right) \frac{J_0^2(\mu_n)}{2}, & k = n, \end{cases}$$

$$\gamma_k^{(1)} = 0 \quad (k = 1, 2, \dots).$$

**Секція: ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ, ХІМІЧНИХ ТА ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ВИРОБНИЦТВ**

**Голови:** проф. Т. Вітенько, проф. І. Стадник

**Вчений секретар:** доц. О. Лясота

**УДК 504.03**

**Н. Зварич, канд. техн. наук, доц., О. Лясота, канд. техн. наук, доц.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В УКРАЇНІ**

**N. Zvarych, Ph.D., Assoc. Prof., O. Lyasota, Ph.D., Assoc. Prof.**

**ECOLOGICAL ASPECTS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN UKRAINE**

Термін «сталий розвиток» є офіційним українським відповідником англійського терміну «sustainable development», що дослівно може бути перекладений як «життєздатний розвиток» або – «самопідтримуваний розвиток». Деколи під цим терміном розуміють всебічно збалансований розвиток. За визначенням Комісії ООН зі сталого розвитку, його мета — задовольняти потреби сучасного суспільства, не ставлячи під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти свої потреби. Концепція сталого розвитку з'явилася в результаті об'єднання трьох основних точок зору: економічної, соціальної та екологічної. Вона є альтернативою парадигмі економічного зростання, яка ігнорує екологічну небезпеку від розвитку за екстенсивною моделлю і передбачає комплексне вирішення економічних, соціальних та екологічних проблем, досягнення рівноваги та збалансованості між ними, а також обов'язок теперішніх поколінь перед майбутніми залишити достатні ресурси, необхідні для забезпечення рівня добробуту не нижчого від існуючого. В Європі доктрина сталого розвитку лежить в основі усіх державних проєктів.

Термін «сталий розвиток» сьогодні пронизує як українське законодавство, так і міжнародні документи, імplementовані Україною. В Україні прийнято та схвалено Стратегію сталого розвитку «Україна – 2020». Але екологічній складовій у Стратегії сталого розвитку «Україна – 2020» приділено мало уваги. У документі є лише зауваження, що особливу увагу потрібно приділити безпеці життя та здоров'я людини, що неможливо, зокрема, без безпечного стану довкілля і якісної питної води, проте серед першочергових пріоритетів їх не визначено.

Багато уваги і надалі приділяється саме економічній складовій сталого розвитку забуваючи про зміну підходів у вихованні, освіті, науці, техніці й технологіях.

Адже якість життя людей визначається не лише розміром зарплати та обсягом товарів і послуг, які можна за неї придбати. За даними опитування, яке проводила Європейська комісія, 77% європейців вважають, що стан довкілля дуже важливий для якості їх життя, а 76% - що екологічні проблеми безпосередньо впливають на щоденний побут. В Україні опитування у Львові також доводять подібну тенденцію: 87% респондентів вважають, що екологічні проблеми безпосередньо впливають на їх повсякденне життя. А екологічних проблем в Україні вистачає. Стан українських водойм не відповідає вимогам якості та санітарним нормам, що впливає на якість питної води. Викиди в атмосферне повітря в кілька разів перевищують дозволених. Це завдає великої шкоди здоров'ю людей. Стан земель близький до критичного. 7% території країни займають сміттєзвалища – це вдвічі більше за території природно-заповідних зон. Природне середовище України вже треба не просто берегти, а вкладати кошти у його відновлення. Цей фактор має враховуватись як пріоритет у всіх державних програмах. Суспільство теж має переосмислити підхід до оцінки природних ресурсів. Внесок в екологічну освіту населення має зробити і держава – через соціальну рекламу, роз'яснення наслідків безвідповідального ставлення до природних ресурсів, впровадження відповідних навчальних предметів на всіх рівнях освіти.

Найважливіше – усвідомити, що сталий розвиток – це не тільки проблеми екології і довкілля, а якість країни, яку ми передамо у спадок майбутнім поколінням.

**УДК 311.21**

**Л. Криськова**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **РИНОК КОНДИТЕРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА В УКРАЇНІ**

**L. Kryskova**

### **MARKET OF CONFECTIONARY PRODUCTION IN UKRAINE**

За даними Державної служби статистики кондитерське виробництво є одним з найбільш великих (за обсягами випуску продукції) сегментів харчової промисловості, що виготовлює кондитерські вироби на спеціалізованих фабриках, в цехах хлібокомбінатів, консервних заводах і харчокомбінатах. Кондитерський ринок має ряд особливостей, що відрізняють даний вид виробів від інших видів харчових продуктів. Харчова промисловість України є однією з небагатьох успішних і привабливих галузей вітчизняної економіки. Частка виробленої продукції харчової промисловості у ВВП складає біля 20%. Харчова продукція є галуззю, що орієнтована на задоволення базових потреб громадян, тому вона менше за інші галузі схильна до значних коливань і характеризується відносно стабільним попитом, але залежить від рівня життя населення. У її складі кондитерська галузь, навпаки, більше орієнтована на задоволення додаткових потреб споживача, але, за оцінкою дослідників, показує низький рівень вразливості до негативних спадів в економіці країни та світу в цілому.

Українці стали витратити на їжу майже вдвічі більше, ніж п'ять років тому – витрати на продовольство виросли на 75%. При цьому 12% всього бюджету віддають за солодощі. Останні декілька років ринок кондитерських виробів в Україні активно розвивається. Так, за I квартал 2018 р. наші співгромадяни загалом витратили на продовольство 63 млрд грн. При цьому найбільше (4,5 млрд грн) вони заплатили за солодощі. Смакові переваги українців різняться за віковими категоріями – молодь більшою мірою споживає батончики і шоколадки, люди середнього віку та пенсіонери більше люблять борошняну продукцію. Водночас у всіх категорій споживачів активним попитом користуються цукерки і печиво на вагу.

У світі існує рейтинг кондитерських компаній Candy Industry Global Top 100, який складається на підставі річних даних про виторг від продажів продукції, про кількість працівників, асортимент і виробничі активи компаній, що публікуються в корпоративних звітах, маркетингових дослідженнях і доповідях аналітиків. За офіційними даними Top-100 – 2018 року лідерство в першій десятці рейтингу утримує американська компанія Mars, друге місце залишилося за Mondelez International (володіє вітчизняним брендом «Корона»), продажі якої знизилися, у порівнянні з 2016 р., до 11,56 млрд дол. П'яте місце посіла корпорація Nestle (володіє вітчизняним брендом «Світоч»), яка реалізувала продукції на 8,82 млрд дол. Слід зазначити, що у даному рейтингу присутні також українські кондитерські компанії. Так, серед вітчизняних виробників найпотужнішим визнано корпорацію Roshen, яка посіла 25 місце (у 2016 р. – 22 місце, у 2017 р. - 24). Однак чистий прибуток залишився колишнім – 800 млн дол. Його забезпечили 8 підприємств, на яких працювало 10 тис. осіб. Konti Group утримала за собою 43 місце, володіючи 5 підприємствами (8097 працівників). Чистий прибуток склав 473 млн дол. (у 2017 р. - 469 млн дол.). Корпорація АВК піднялася на 64 місце (у

2017 р. було 67). Чистий прибуток зберігся на рівні 2017 р. - 275 млн дол. (3 підприємства і 3500 працівників).

Ринок кондитерських виробів в Україні є висококонцентрованим. До 2014 р. більше 70% ринку було сконцентровано у дев'ятох компаній: Roshen, Konti Group, АВК, Бісквіт-Шоколад (Харків), Житомирські ласощі, Mondelez Україна («Корона»), Полтава кондитер, Nestle («Світоч»). У 2014 р. унаслідок військових дій на сході України відбувся переділ ринку: зменшили частку участі компанії Konti і АВК, значну експансію на ринку здійснила компанія Roshen, але тенденція до олігополістичності ринку зберігається. Отже, на сьогодні перелічені вище компанії контролюють дві третини всього ринку України і три чверті експорту. Конкуренція на внутрішньому ринку солодошів досить велика. У галузі налічується близько 750 компаній. Великим виробникам з часткою ринку в 10% доводиться боротися за увагу покупця з невеликими місцевими операторами і торговими мережами з власними пекарнями. Причина такої активності в тому, Україна входить у десятку любителів солодошів у світі та споживає близько 15 кг кондитерських виробів на людину щорічно.

На сучасному етапі розвитку економіки підприємства кондитерської промисловості існують в умовах високої конкуренції, як з боку вітчизняних виробників, так і з боку іноземних підприємств. А протягом останніх 10-12 років можна спостерігати, в першу чергу з економічних причин, активне злиття вітчизняних та іноземних ресурсів. За даними аналізу офіційної статистичної інформації в Україні, починаючи з 2014 року, ринок кондитерських виробів показує тенденцію до зниження. У 2015 році компанії не втрачали прибуток за рахунок підвищення цін, шоколадні вироби подорожчали на третину. Аналіз ринку кондитерських виробів демонструє, що перспективи розвитку не сильно обнадіюють, але тим не менш, є позитивна динаміка. Приріст експорту на зовнішні ринки виглядає багатообіцяюче. Згідно з оцінками експертів, кондитерський ринок України в найближчі два роки може збільшити експорт в країни Європейського Союзу до 450 млн. дол.

### **Література**

Басова О.О. Аналіз сучасного стану та перспектив розвитку кондитерської галузі України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/5\\_2018/44.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/5_2018/44.pdf)

Назарова О.Ю., Чуприна О.А. Сучасний стан кондитерського виробництва як сегменту харчової промисловості // Економіка і суспільство, вип. 16, 2018, с.953-958.

Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. - Режим доступу: // <http://www.ukrstat.gov.ua>

Соколов О. Економіка солодошів: що і як споживають українці [Електронний ресурс]. – Режим доступу : // <https://mind.ua/openmind/20187556-ekonomika-solodoshchiv-shcho-i-yak-spozhyvayut-ukrayinci>

Тоболин А. Аналіз ринку кондитерських изделий України: тенденції [Електронний ресурс]. – Режим доступу : // <https://koloro.ua/blog/brending-i-marketing/analiz-rynka-konditerskikh-izdeliy-ukrainy-tendentsii.html>

Candy Industry Global Top 100 – 2018 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : // <https://www.candyindustry.com/2018-Global-Top-100-candy-companies>

**УДК 621.941.1.**

**О. Лясота, канд. техн. наук, доц., Д. Лозіцький**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ГВИНТОВОГО ТРАНСПОРТЕРА-ЗМІШУВАЧА**

**O. Lyasota, Ph.D., Assoc.Prof., D. Lozitsky**

### **OPTIMIZATION OF THE MIXING SCREW CONVEYER PARAMETERS**

Гвинтові транспортери використовуються у різних галузях народного господарства для транспортування різноманітних сипучих матеріалів. Крім переміщення матеріалів гвинтові транспортери в силу своїх конструктивних особливостей також можуть одночасно виконувати і суміжні функції – подрібнення або дроблення, змішування, дозування тощо. Процес змішування широко застосовується у різних галузях виробництва: у будівництві – для отримання сухих і рідких будівельних сумішей; у сільському господарстві - для отримання комбікормів і добрив; у харчовій промисловості - для утворення емульсій і суспензій, однорідних сумішей сипких матеріалів та інших суцільних середовищ, для інтенсифікації процесів тепло- і масообміну; у хімічній промисловості - при виробництві різних хімічних добавок; у фармацевтичній промисловості - при виробництві лікарських препаратів; при виробництві композиційних матеріалів. Поєднання процесу змішування з транспортуванням підвищує продуктивність виконання цих робіт.

Як окремий технічний елемент транспортери-змішувачі можна широко використовувати в конструкціях сільськогосподарських машин для внесення добрив, протруювача насіння тощо, а також в компоновальних схемах машин для перевантаження або переміщення матеріалів в зв'язку з їх простотою конструкції, технічного обслуговування і можливістю завантаження та повного, або часткового розвантаження матеріалу в будь-якому місці технологічної лінії.

Поява технологій виготовлення секційних гвинтових заготовок для робочих органів дає можливість розробляти удосконалені конструкції гвинтових транспортерів, які забезпечують одночасне транспортування та змішування матеріалів. Обґрунтування раціональних параметрів робочих органів таких транспортних механізмів, є важливим науковим завданням.

Аналіз технологічних показників процесу одночасного змішування та транспортування матеріалів показав можливість підвищення їх шляхом розробки та обґрунтування параметрів робочих органів комбінованого гвинтового транспортера-змішувача (комбінованого ГТЗ).

У змішувачах періодичної дії однорідність суміші регулюється тривалістю процесу змішування. Аналіз якісних показників роботи існуючих змішувачів свідчить про недостатню стабільність і складність процесу: компоненти подаються в бункер нерівномірно, а однорідність змішування не відповідає встановленим вимогам. Для забезпечення технологічного процесу змішування необхідний тривалий час (більше 10...15 хв.) на доведення суміші до однорідної маси, що знижує продуктивність і підвищує витрати енергії. Для усунення існуючих недоліків традиційних змішувачів пропонується вдосконалений змішувач з комбінованою схемою руху сировини багатосекційними гвинтовими робочими органами.

Процес змішування компонентів вдосконаленим транспортером-змішувачем виконується таким чином. Відповідні дози компонентів завантажуються в окремі бункери, шляхом дозування поступово вирівнюється їх подача на гвинтовий робочий орган з отворами і плоскими лопатями. Лопаті верхнього ряду з правим кутом нахилу а нижній ряд, з лівим кутом нахилу відокремлюють порцію суміші по ширині лопатей і

переміщують в радіальному, круговому і осьовому напрямку, створюючи разом з радіальними або овальними отворами велику мікро об'ємну множину суміші з дискретним вмістом часток змішуваних компонентів. При цьому частки кожного компоненту суміші потрапляють в область взаємодії складних рухів, перетинів і зіткнень та періодично переміщуються з одного потоку до іншого, що забезпечує інтенсивний масообмін і прискорює процес змішування компонентів. Інтенсивне змішування компонентів продовжується в процесі всього транспортування їх аж до подачі в сторону вивантажувального каналу в забірну ємність.

Основними критеріями, які характеризують технологічно-економічну ефективність застосування ГТЗ, є продуктивність їх роботи, споживчі енергозатрати процесу змішування і транспортування матеріалів, якість змішування, ресурс роботи тощо.

Для проведення комплексу досліджень було використано удосконалений комбінований гвинтовий транспортер-змішувач.

При оцінці якості змішування однієї випадкової величини, суміш вважають двокомпонентною. Для цього із суміші виділяють якийсь один компонент (контрольний), а всі інші об'єднують у другий, умовний. За ступенем розподілу контрольного компонента у масі судять про якість суміші.

В якості кількісної оцінки завершеності процесу змішування приймають ступінь однорідності, яка представляє собою відношення вмісту контрольного компонента в аналізованій пробі до вмісту того ж компонента в ідеальній суміші. Ступінь однорідності визначають за емпіричними формулами А.А. Лапшина:

$$\begin{aligned} \Theta &= \frac{1}{n} \sum \frac{B_1}{B_0} \text{ при } B_1 < B_0; \\ \Theta &= \frac{1}{n} \sum \frac{2B_0 - B_1}{B_0} \text{ при } B_1 > B_0, \end{aligned} \quad (1)$$

де  $\Theta$  - ступінь однорідності;  $n$  - кількість проб;  $B_1$  - доля меншого компонента у пробі;  $B_0$  - доля меншого компонента у суміші.

Для обґрунтування раціональних параметрів комбінованого ГТЗ необхідно провести аналітично-експериментальні дослідження його продуктивності роботи, яка в загальному контексті регламентується продуктивністю роботи шнекового конвеєра, яку позначимо через  $Q_k$ .

Продуктивність шнекового конвеєра  $Q_k$  (кг/с) визначається за відомою формулою продуктивності машин неперервної дії

$$Q_k = F_v \rho_k \mu_n \psi_\alpha V_w, \quad (2)$$

де  $F_v$  – площа поперечного перерізу потоку вантажу, м<sup>2</sup>;  $\mu_n$  – коефіцієнт подачі шнека (коефіцієнт продуктивності);  $\psi_\alpha$  – коефіцієнт кута нахилу шнекового конвеєра до горизонту;  $V_w$  – середня швидкість переміщення (транспортування) вантажу в напрямку вихідної частини шнекового конвеєра, м/с.

Для підвищення ефективності змішування компонентів і усунення недоліків традиційних змішувачів запропоновано більш досконалу конструкцію комбінованого транспортера змішувача з робочим органом з гвинтової стрічки з отворами і багатосекційними плоскими лопатями. Проведені дослідження кінематичних параметрів ГТЗ, підтверджують його переваги.



**УДК 664**

**В. Стручок, Д. Мудра**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЕКТУ НАЦІОНАЛЬНОГО ПЛАНУ УПРАВЛІННЯ  
ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ ДО 2030 РОКУ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ  
ІНФРАСТРУКТУРНИХ ЗАХОДІВ З ПЕРЕРОБЛЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ  
ВІДХОДІВ**

**V.Struchok, D.Mudra**

**RESEARCH OF THE PROJECT OF THE NATIONAL WASTE  
MANAGEMENT PLAN IN UKRAINE BEFORE 2030 ON CONDUCTING  
INFRASTRUCTURE MEASURES FOR THE PROCESSING OF SOLID DOMESTIC  
WASTES**

В Україні далі залишається невирішеною проблема управління відходами, в тому числі твердими побутовими відходами (ТПВ). З метою забезпечити вирішення зазначеної проблеми Кабінет Міністрів України (КМУ) своїм розпорядженням від 8.11.2017 р. №820-р схвалив Національну стратегію управління відходами в Україні до 2030 року. На виконання зазначеного розпорядження Міністерство екології та охорони навколишнього природного середовища разом з іншими центральними органами виконавчої влади (далі - ЦОВВ) розробило проекти Національного плану управління відходами до 2030 року (далі - план) та відповідного розпорядження КМУ про його затвердження.

Виходячи з тексту Національної стратегії (далі - стратегія) термін управління (регулювання) відходами передбачає здійснення заходів щодо багаторазового використання природних ресурсів, перероблення (оброблення) відходів, утилізація відходів. В цій галузі діяльності органів виконавчої влади всіх рівнів ситуація характеризується як критична, де протягом тривалого часу відсутнє адекватне реагування на її виклики, що призвело до поглиблення екологічної кризи і загострило соціально-економічну ситуацію в суспільстві та обумовлює необхідність реформування і розвитку з урахуванням вітчизняного та світового досвіду управління відходами.

Складність ситуації з відходами, у тому числі з ТПВ, в Україні порівняно з іншими розвинутими країнами пов'язана з великими обсягами утворення ТПВ та у відсутності інфраструктури поводження з ними, що об'єктивно зумовлено наявністю в Україні необхідних площ для складування, часу для прийняття необхідних рішень щодо застосування більш енергоощадливої, економічно вигідної схеми поводження з ТПВ. Наслідками зазначених об'єктивних причин стало розміщення ТПВ без урахування можливих небезпечних наслідків їх впливу на стан навколишнього природного середовища і здоров'я людей, неналежний рівень використання відходів як вторинної сировини внаслідок недосконалості організаційно-економічних засад залучення їх у виробництво,

відсутність фінансування державою створення мережі об'єктів інфраструктури з перероблення та утилізації ТПВ як окремої галузі національної економіки.

Тому домінуючим способом поводження з ТПВ в Україні є їх вивезення та захоронення на полігонах (полігонне захоронення) та сміттєзвалищах. У 2016 році було перероблено лише 5,8% утворених ТПВ, в тому числі 2,71% (1,3 млн. куб. метрів) – спалено, 3,09% (1,53 млн. куб. метрів) – спрямовано на інші сміттєпереробні комплекси та близько 0,003% (2000 куб. метрів) – компостовано. Решту 94% вивезено на полігони та сміттєзвалища, яких станом на 2016 рік в Україні налічувалося 5470 одиниць, з них 305 (5,6%) перевантажені, а 1646 (30%) не відповідають нормам вітчизняної екологічної безпеки, 99% не відповідає європейським вимогам. Крім цього внаслідок недостатнього рівня контролю або відсутності належної системи поводження з ТПВ щороку утворюється понад 27 тис. стихійних сміттєзвалищ (1). Відсутність системи перероблення ТПВ, в тому числі харчових (комунальних), та надмірна залежність від захоронення ТПВ є порушенням європейських стандартів у цій сфері діяльності та Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, підписаної Україною у 2014 році.

У пункті 1 Прогнозу впливу реалізації проекту розпорядження КМУ «Про затвердження Національного плану управління відходами до 2030 року» на ключові інтереси заінтересованих сторін метою проекту розпорядження визначено забезпечення ефективного функціонування системи управління відходами в Україні на інноваційних засадах, а у пункті 2 для заінтересованої сторони «Населення України» зазначено ключовий інтерес «реалізація права на безпечне для життя і здоров'я довкілля» та основним поясненням, чому саме реалізація проекту розпорядження призведе до очікуваного позитивного впливу, визначено створення інфраструктури об'єктів поводження з відходами, що сприятиме зменшенню надходження небезпечних хімічних речовин до навколишнього природного середовища.

Отже, коротко проведемо аналітичне дослідження проекту плану на предмет реальності виконання інфраструктурних заходів, що є по суті справи серцевиною управління відходами взагалі та, у тому числі, ТПВ. Зазначимо, що у стратегії вживається термін «побутові відходи», тоді коли у проекті плану його промовисто замінено на «муніципальні відходи» (далі - МВ). Тим самим, очевидним є натяк на принциповий підхід розробників проекту плану до шляхів вирішення проблеми управління ними.

У розділі 2 «Муніципальні відходи» пропонується виконання 5 завдань та до них 25 заходів, з яких тільки 6 містять інфраструктурні заходи, а решта по суті своїй є нормотворчого та організаційно-методичного характеру. Найсуттєвішими є 2.3.2 «Будівництво та розміщення регіональних комплексів з

відновлення муніципальних відходів, запланованих в рамках регіональних планів управління відходами на основі кластерного підходу», а також 2.5.3 «Створення нових та збільшення потужностей існуючих об'єктів / установок оброблення осаду стічних вод із потужністю розрахованою на популяційний еквівалент понад 50000», де відповідальними виконавцями на першому місці визначено органи місцевого самоврядування (далі - ОМС), строк виконання для всіх заходів з 2023 до 2030 року. Отже, і джерела фінансування те ж з місцевих бюджетів.

Ця ж тенденція спостерігається і в інших важливих розділах проекту плану. Так у розділах 3 «Небезпечні відходи» та 4 «Промислові відходи» відповідно заходами 3.2.7 та 4.2.7 приведення об'єктів оброблення небезпечних відходів і промислових відходів у відповідність до встановлених вимог теж покладається на ОМС у двохрічний строк після затвердження відповідних планів заходів. У розділах 8 «Відходи електричного та електронного обладнання», 9 «Відпрацьовані батарейки, батареї та акумулятори», 10 «Медичні відходи», 11 «Зняті з експлуатації транспортні засоби» створення інфраструктури щодо збирання, зберігання, розбирання, повторного використання та відновлення відповідних відходів (заходи 8.2.4, 9.2.4, 10.1.4, 11.2.3 проекту плану) покладається знову ж таки на ОМС з строком виконання у останні 7 років дії плану (2024 - 2030). А, крім цього, ОМС ще необхідно виконати заходи з інвентаризації відповідних відходів об'єктів збирання та оброблення, приймання та розбирання, а також в окремих випадках навіть проведення необхідних досліджень.

Ключові ЦОВВ, що повинні бути на першому місці виконавцями, Мінінфраструктури, Мінрегіон, Мінприроди, Мінекономрозвитку України та інші йдуть виконавцями тільки після ОМС та обласних державних адміністрацій (далі - ОДА) на третьому та нижчих місцях. Зазначені ЦОВВ, за рідким виключенням, йдуть на перших місцях головних виконавців у заходах щодо розроблення великої кількості законодавчих, нормотворчих, методичних, інституційно-структурних документів, які є звичайно важливими, але не вирішальними в ході реалізації ключових інфраструктурних заходів плану, а отже ці ЦОВВ будуть виконувати лише методичні, експертні та контрольні функції.

Із наведеного вище аналітичного дослідження проекту плану зрозуміло, що з таким підходом до вирішення проблеми управління ТПВ до 2030 року і далі її вирішити не вдасться. Є очевидним, що реальних джерел фінансування не визначено, оскільки на реалізацію вищезазначених заходів кошти у місцевих бюджетах в такій великій кількості відсутні. Особливо це стосується таких областей, як Тернопільська, які є депресивними територіями, що існують виключно за рахунок дотацій з державного бюджету.

**Секція: УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ, ЕКОНОМІКА**

**Голови:** проф. Б. Андрушків, проф. Н.Кирич., проф. О. Панухник, доц. П. Дудкін, доц. Г. Ціх

**Вчений секретар:** доц. Н. Рожко

**UDC 339.13**

**Y. Arutyunyan**

Ternopil Ivan Puluji National Technical University, Ukraine

**ECONOMIC AND STRATEGIC ANALYSIS IN THE GLOBAL OIL MARKET**

The greatest increase in energy consumption is occurring in the transport sector, in which about 90% of the energy is derived from oil. The highest energy consumption takes place in economically developed countries. The total production of fossil fuels (oil, coal, natural gas) increased by almost 55% in about 30 years.

The use of nuclear energy, which generates 16% of the electricity produced in the world, it raises constant concerns both for safety and for the cost-efficiency ratio.

It is also proposed to the countries to increase the use of renewable and non-polluting energy sources, such as wind, solar, hydro, wave and other, the goal is to increase the share of energy produced with these sources in all countries. For this reason, the adequate energy policies are necessary to make possible new investments in non-polluting energy sources.

Oil is the most consumed energy source in the world; indeed, entire production sectors depend on this; it is also difficult to substitute in the long term.

So, as we can see the crude oil is an energetic raw material of high importance. A great part of activities that we make every day use the energy, resulting directly or indirectly, from the hydrocarbons.

Global oil demand is characterized by high rigidity, but the same thing does not apply to global supply, that, on the contrary, can change considerably for political and economic reasons.

For this and for other reasons crude oil is the strategic raw material, because as the crude oil reserves are not equally distributed in the world but have areas of higher concentrations.

The participants of the oil market we can combine into four main groups: oil companies, governments of exporting countries, governments of importing countries, international organizations. Competition between companies, strategic and political interests of governments, political and economic conditions in oil areas, are just some of the aspects that have marked the evolution of relations between the participants of the global oil market.

A high price of oil is the result of complicated interactions between numerous factors, which vary over time. One of the biggest driver that responsible for oil price increases is due to a strong growth demand from countries with limited production capacity. If the offer is limited and the demand increases, the price will go up.

By definition, supply and demand must always be balanced. In any case, the historical evaluation of the demand and supply is possible only by analyzing a price context. In recent years, many production constraints have been placed on non-OPEC oil producing countries since these countries lack machinery and labor. In the absence of supply, it cannot exist additional demand.

Also, an increasing number of developing countries gets richer. These countries must aspire living standards comparable to OECD countries (Organisation for Economic Cooperation and Development, which include developed countries with high-income economies and very high Human Development Index). One of these standards of life is the possibility of using the same level of energy. If the oil supply should be limited, then the only possibility to have a balance between supply and demand to be achieved is a gradual increase

in price until the demand does not reach a stalemate also observed in OECD countries. Today, the increase in demand is much more elastic due to subsidies that protect consumers in particular because of the strong economic growth of non OECD countries.

There is a great conviction that there are fluctuations in capital in the futures market that cause a disruption between supply and demand, and, in turn, determine the increase in oil price.

The weakness of the us dollar clearly conduces to increasing the price of oil only when it is linked to these currency. The same is true for the price of oil quoted in Euro.

As for each market, the price of oil is determined by the intersection of supply and demand. What characterizes oil stock market is that in the short term supply and demand are not very flexible.

The rigidity of the two curves makes the prices of the oil very volatile, any reduction in supply, due to geopolitical reasons, climatic reasons, will inevitably lead to the increase in prices.

Volatility is also due to speculation and the expansion of volumes on oil derivatives contracts. The price will tend to increase as a function of positive forecasts on world economic growth, as well as the entire energy sector. The increase in oil prices create inflation-related risks, so in general it tends to have a negative effect on stock exchange sentiment.

The energy sector, the true protagonist of the world economy, turns out to be one of the biggest items of expenditure in the financial statements; the importance of crude oil makes it a highly speculative resource.

The price of Brent is however determined every day by the level of demand on the markets, and by the corresponding level of supply by those traders who decide to offer certain quantities of crude oil.

Psychological factors, as in other markets, also play a decisive role here. The experts are in fact agreeing to underline that, at current levels, the barrel does not reflect the fundamentals of the industry, due to the fears of traders, and their speculations, which are encrease the prices.

### **References**

1. BP Statistical Review of World Energy June 2018 – all data, 1965–2017. London: BP's publications, June 2018. URL: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>.
2. Chen H., Chen C., Oil Prices and Real Exchange Rate, in "Energy Economics", 29: 390 – 404, 2007.
3. Dedola L., Neri S., What does a technology shock do? a VAR analysis with model-based sign restrictions, in "Journal of Monetary Economics", 54(2), 2007.
4. Hamilton, J. D., Oil and the macroeconomy, in "The New Palgrave Dictionary of Economics", Second Edition, S. Durlauf and L. Blume (Eds), Palgrave MacMillan Ltd, 2008.
5. James R.W.K., Overdahl A., Financial Derivatives: Pricing and Risk Management, Kolb Series in Finance, 2009.
6. Kilian Lutz, Exogenous Oil Supply Shocks: How Big Are They and How Much Do They Matter for the U.S. Economy?, in "Review of Economics and Statistics", 90(2), Forthcoming, 2008.
7. Lippi F., Nobili A., Oil and the Macroeconomy: A Structural VAR Analysis with Sign Restrictions, Center for Economic Policy Research, 2008.
8. OPEC Annual Report 2016. OPEC International seminar, Austria, 20-21 June 2018.– URL: [https://www.pec.org/pec\\_web/static\\_files\\_project/media/downloads/publications/AR%2016.pdf](https://www.pec.org/pec_web/static_files_project/media/downloads/publications/AR%2016.pdf)
9. Valori G.E., "Petrolio: la nuova geopolitica del potere", Excelsior 1881, Milano, Maggio 2018

**УДК 001.895**

**І. Атаманов, Ю. Бишук, О. Борух**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**ВПЛИВ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ НА ПІДВИЩЕННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ АКТИВНОСТІ ВІТЧИЗНЯНИХ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ**

**I. Atamanov, Yu. Bishuk, O. Borukh**

**INFLUENCE OF INNOVATIVE DEVELOPMENT ON GROWTH INNOVATIVE ACTIVITY OF DOMESTIC INDUSTRIAL ENTERPRISES**

Особливого значення у сучасній світовій економіці набуває впровадження у виробництво новітніх досягнень науки і техніки. Тому промислові підприємства, що активно впроваджують та використовують інноваційні технології у своїй діяльності є досить конкурентоспроможними у період світової економічної кризи. При цьому, Україна має високу частку сировинних галузей промисловості, але інноваційний розвиток не є однією з головних ознак зростання національної економіки. Позитивні тенденції хоча й спостерігалися протягом кількох років, але мали переважно тимчасовий характер і змінювалися протилежними зрушеннями в економіці, що характеризує інноваційні процеси в Україні як нестійкі та позбавлені чітких довгострокових стимулів для інноваційної діяльності. Під впливом інноваційних процесів відбувається прискорення структурних зрушень у всіх сферах виробництва. Вони постійно реорганізуються, утворюються нові галузі, види діяльності, підприємства, економічна орієнтація яких змінюється – від виробництва товарів до виробництва послуг. На міжнародному рівні прискорюються процеси транснаціоналізації, поглиблюється міжнародний поділ праці, формується всесвітня інноваційна сфера на базі науково-дослідної мережі, що охоплює весь світ, виникають нові професії, ускладнюється структура життя. Усе це потребує спостереження, яке передбачає: усвідомлення інноваційних змін, що відбуваються; прогноз і оцінку активних сил НТП, що впливають на процес прискорення інноваційних змін; контроль змін та адаптування до них соціо-економічних систем різного типу.

Дослідження різних аспектів розвитку становить інтерес як для сучасної економіки взагалі, так і для українських підприємств, у першу чергу, з метою зміни пріоритетів їх господарської поведінки від оборонної підтримки існуючих виробництв до динамічного розвитку на основі активної інноваційної діяльності. У сучасним трансформаційних умовах економіки України одним з перспективних напрямів економічного зростання підприємств є їх інноваційний розвиток. Досвід країн з розвинутою ринковою економікою свідчить про те, що вихід з фінансової кризи є неможливим без збільшення обсягів бюджетних коштів, які спрямовуються на капітальні інвестиції в інфраструктуру, нові технології, освіту тощо та вдосконалення механізмів державного інвестування. Сучасна політика країни у цій сфері ставить під сумнів реалізацію стратегії України стосовно інноваційного розвитку та підвищення інтенсивності притоку іноземного капіталу. Недоліки існуючого в Україні механізму фінансово-кредитного забезпечення інноваційного розвитку економіки обумовлені цілою низкою причин, але найсуттєвішою з них можна вважати існування недостатньо ефективного порядку руху капіталів від власників інвестиційних ресурсів до суб'єктів інноваційного підприємництва.

Практика показує, що впровадження інновацій у діяльність підприємств на сучасному етапі розвитку може не тільки забезпечити високі показники економічного

розвитку, а й підвищити їх конкурентоспроможність. У перехідний період розвитку підприємства між етапами життєвого циклу можливе виникнення кризових ситуацій. Так, кризи можливі у періоди переходу підприємства: зі сфери зародження та накопичення потенціалу у сферу зростаючого розвитку; зі сфери зростаючого розвитку у сферу стабілізації; зі сфери стабілізації у сферу циклічної кризи; зі сфери циклічної кризи у сферу післякризового стану. Як правило, у такі кризові моменти у підприємства з'являються сприятливі можливості для реалізації інновацій. Саме інновації стають інструментом переходу підприємства з одного етапу розвитку на інший. Впровадження інновацій характерне саме для перехідних періодів у розвитку підприємства, у той час, як в періоди зростання та стабілізації інновації зустрічають опір. Причина протидії інноваціям полягає у природі самої діяльності. У період криз структура діяльності дещо слабшає, ряд зв'язків руйнується, стає більш рухливим, між контурами діяльності виникають ширші зазори, які створюють місця для реалізації інновацій, незалежно від того, коли вони були винайдені. У періоди економічного підйому прибуток забезпечується і без принципових інновацій, тому підприємства вважають за доцільне не ризикувати. У теперішній час технічний прогрес проявляє себе в удосконаленні технології та дрібних покращень асортименту. Коли настає депресія, поріг ризику знижується. Спад виробництва стає стимулом радикальних інновацій, особливо, у характері продукції, що виготовляється.

Державні органи влади й управління намагаються регулювати соціально-економічні процеси з урахуванням глобальних завдань розвитку суспільства у цілому. Держава формує зовнішні умови (інноваційну політику) для господарювання підприємств, стимулюючи зростання національної економіки. У сучасних ринкових умовах господарювання підвищуються вимоги до економічних вимірів та економічних обґрунтувань прийняття рішень щодо інноваційних проектів, які можуть фінансуватись тільки після економічного оцінювання кожного з можливих їх варіантів реалізації. Підприємства будують свою діяльність в напрямі досягнення своїх локальних цілей, насамперед можливості успішно функціонувати на ринках виробництва нових товарів і послуг, які з'являються в результаті впровадження нових технологій. Кінцевим результатом інноваційно-інвестиційної діяльності підприємств є виробництво конкурентоспроможної продукції та зміцнення позицій на ринку і свого фінансового стану. Вибір найкращого варіанта інноваційного проекту передбачає одержання більших результатів з меншими чи однаковими витратами. Отже, у загальному вигляді економічна ефективність інноваційно-інвестиційної діяльності визначається порівнянням результатів з витратами, що забезпечили цей результат. Перспективний розвиток інноваційної діяльності не можливий без підвищення інноваційної активності персоналу підприємств, оскільки інноваційна діяльність має розглядатися як використання науково-технічного та інтелектуального потенціалу в господарській діяльності для створення нових конкурентоспроможних товарів та послуг.

### **Література**

1. Лазарева Є. Дослідження закономірностей інноваційних перетворень у регіональній економіці [Текст] / Є. Лазарева // Економіст. – 2012. – № 9. – С. 35–37.
2. Федулова Л. Інноваційний розвиток: еволюція поглядів та проблеми сучасного усвідомлення [Текст] / Л. Федулова // Економічна теорія. – 2013. – № 2. – С. 28–45.

**УДК 330.341**

**О. Гарматюк, канд. екон. наук., доц., Н. Головчук, С. Сорока**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ВПЛИВ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ НА ФЕКТИВНІСТЬ УПРАВЛІННЯ  
ВІТЧИЗНЯНИМИ ПРОМИСЛОВИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ**

**O. Garmatiuk, Ph.D., Assoc. Prof., N. Golovchuk, S. Soroka**

**INFLUENCE OF MANUFACTURING PROCESSES ON THE EFFICIENCY  
OF MANAGEMENT BY DOMESTIC INDUSTRIAL ENTERPRISES**

В умовах постконфліктних економічних реформ в галузях національного господарства та трансформації ринкової економіки основний акцент економічної діяльності переміщується до основної ланки економіки країни – підприємства. Оскільки саме на рівні підприємства виготовляється необхідна суспільству продукція, тут зосередженні кваліфіковані кадри, використовується високотехнологічна та високопродуктивна техніка та новітні технології. За умов конкурентної боротьби, спаду платоспроможного попиту, недостатньої розвиненості фінансово-кредитної системи, нераціональної структури державної економіки, політичної й економічної нестабільності більшість промислових підприємств не тільки знизили обсяги виробництва, але й стали збитковими або взагалі опинилися на межі банкрутства. Відновлення життєздатності підприємств та їх подальший розвиток уже неможливі тільки за рахунок удосконалення окремих сфер їх діяльності. В умовах перманентних трансформаційних процесів на макро- та мікроекономічному рівні та в періоди економічного спаду і об'єктивного зниження обсягу споживання, резервом збільшення прибутку та підвищення конкурентоспроможності виробничо-господарського підприємства є, в першу чергу, раціоналізація і оптимізація витрат (виробничих, логістичних та інших накладних, а також трансакційних), а не збільшення обсягів реалізації. Актуальність управління виробничими ресурсами підприємства не знижується і в умовах стійкої ринкової економіки, орієнтованої на зростання, так як відомо, що наявні ресурси завжди обмежені, на відміну від потреб. Будь-яке підприємство зацікавлене в успішному здійсненні виробничо-господарської діяльності, яка передбачає збільшення прибутковості, обсягів виробництва продукції, зростання ринків збуту продукції тощо.

Для сучасного етапу розвитку економіки України характерні процеси становлення і зміцнення ринкових відносин, входження підприємств у відкриту систему фінансово-економічних, суспільно-політичних та культурних зв'язків на основі новітніх комунікаційних й інформаційних технологій, сучасних методів і прийомів менеджменту. Світова та вітчизняна практика підтверджує, що вдале управління виробничими ресурсами дозволяє зменшити вплив невизначеності на діяльність підприємства, підвищити його здатність протистояти непередбаченим ситуаціям, визначати пріоритетні напрями діяльності. З іншого боку, у діяльності виробничих підприємств нерідко виникають ситуації, коли обсяги виробництва та реалізації (продажів) збільшуються, можливо, навіть збільшується валовий прибуток, а чистий прибуток не зростає і має тенденцію до зменшення. Це відбувається тому, що виникають великі та слабо контрольовані витрати у процесі обігу ресурсів по ланцюжку “закупівлі – виробництво – збут і розподіл готової продукції”. З ростом обсягів діяльності темпи зростання витрат обігу ресурсів починають випереджати темпи зростання обсягів реалізації готової продукції, і це негативно відображається на величині прибутку підприємства..



Ефективність функціонування підприємства визначається багатьма обставинами, серед яких слід дати відповіді на наступні питання: що, скільки, якої якості і до якого часу необхідно випускати чи виробляти, при цьому враховуючи попит і пропозицію, здійснивши вибір оптимальної технології і організації виробництва, своєчасно і раціонально виконавши ресурсне забезпечення. У ринкових умовах господарювання діапазон використання цих факторів надзвичайно великий. Тому, кожне підприємство повинно прагнути до їх оптимального поєднання. Це в свою чергу, передбачає необхідність застосування певних форм і методів в організації їх внутрішніх взаємозв'язків і використання. Будь-яке підприємство може досягнути зростання продуктивності, реалізуючи різні підходи. Досвід багатьох процвітаючих компаній промислово розвинутих країн показує, що в умовах ринку з його жорсткою конкуренцією вдосконалення господарсько-виробничої діяльності є найважливішою якщо не головною умовою виживання, економічного росту і процвітання. Це зрозуміло, бо тільки воно дозволяє оптимально пов'язати наявні можливості підприємства по випуску продукції з реальним попитом і пропозицією на ринку. Це виникає із самої суті вдосконалення і проявляється в тому, що: воно пов'язане з вибором можливої альтернативи розвитку підприємства в майбутньому; реалізація обраної альтернативи здійснюється на основі рішень, які застосовуються сьогодні; вдосконалення є неперервний процес прийняття рішень, в ході якого встановлюється і постійно уточнюються по часу, цілях, а також задачі розвитку підприємства (починаючи з виробництва виробів, їх реалізації і закінчуючи подальшим його розвитком); визначається стратегія і політика по їх досягненню; розробляються детальні заходи, в яких скоординовано виконання показників, що відображають різні сторони ведення економіки підприємства; вихідною умовою повинен бути принцип, згідно якого функціонування підприємства повинно бути рентабельне і забезпечувати грошові надходження і прибуток в об'ємі, який би задовольняв заінтересовані в результатах роботи підприємства групи і особи (власників, колективів акціонерів, держави тощо).

Ефективність діяльності підприємств вітчизняної промисловості, а також виживання їх у жорсткій конкурентній боротьбі залежать від здатності у короткі терміни з мінімальними витратами переходити на випуск продукції відповідно до вимог та коливань попиту. Значною мірою вирішення цього завдання забезпечується за допомогою комплексної автоматизації виробництва й управління, оскільки вона створює найкращі передумови всебічної інтенсифікації виробництва, зростання продуктивності праці, зниження собівартості і підвищення якості продукції, поліпшення умов праці та підвищення кваліфікації працівників. Забезпечення стабільного функціонування виробничого підприємства національної промисловості в ринкових умовах багато в чому залежить від використання внутрішніх резервів – вдосконалення систем організації, планування й управління підприємством, тобто у створенні ефективного механізму інтенсифікації виробництва.

### **Література**

1. Кирич Н. Б. Теоретичні та прикладні механізми управління стратегією підвищення господарсько-фінансової стабільності підприємства [Текст] / Н. Б. Кирич // Економіка: проблеми теорії та практики. – 2008. – № 3. – С. 136-142.
2. Лозинська М. Ю. Впровадження новітніх інформаційних систем управління підприємством як умова досягнення конкурентної переваги [Текст] / М. Ю. Лозинська // Вісник національного університету "Львівська політехніка". – № 472. – 2003. – С.282-287.

**УДК 338**

**В. Гой, І. Химич, канд. екон. наук, доц.**

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

**ЕКОНОМІЧНІ ЗЛОЧИНИ ЯК ФОРМА ЗАГРОЗИ ЕКОНОМІЧНІЙ БЕЗПЕЦІ  
УКРАЇНИ**

**V. Hoi, I. Khymych, Ph.D., Assoc. Prof.**

**ECONOMIC CRIMES AS A FORM OF TREAT FOR ECONOMIC SECURITY OF  
UKRAINE**

Більшість загроз у сфері економічних відносин мають цілеспрямований характер і проявляються у вигляді економічних злочинів. Вони завдають істотну шкоду і погіршують соціально-економічне становище фізичних осіб, підприємств, держави в цілому. Саме економічна злочинна діяльність становить серйозну загрозу економічній безпеці України. Економічні злочини – це ті злочини, які вчиняються в сфері бізнесу та економіки.

Економічний злочин – це умисна суспільно небезпечна діяльність або бездіяльність, яка призводить до істотних втрат суб'єкта господарювання і фізичних осіб, і стає на перешкоді реалізації економічних інтересів, зумовлюючи цим погіршення їх соціально-економічного стану. Характерною ознакою є те, що суб'єкт злочину отримує економічну вигоду.

Розбудова правової держави, економічні зміни і реформування національного законодавства України не можливі без урахування сьогоденних реалій. Україна посідає 6 місце з кількості економічних злочинів серед 56 країн світу. Найбільш поширеними злочинами в економічній сфері є хабарництво і розкрадання майна своїми ж громадянами.

Найбільш значне зростання злочинних проявів відзначається в тих галузях, які зайняті задоволенням життєво важливих потреб населення, зокрема, в торгівлі та побутовому обслуговуванні, паливно-енергетичному комплексі, на транспорті, у сфері кредитно-фінансових відносин, будівництві тощо.

Основними факторами, які сприяють збільшенню кількості економічних злочинів є такі:

- Недоліки в роботі органів державної влади та правоохоронних органів, їх корумпованість;
- Законодавча неврегульованість окремих питань;
- Наявність численних прогалин і протиріч у законодавстві;
- Недостатність контролю за законністю походження коштів;
- Недосконалість системи оподаткування та контролю за доходами;
- Загальна політична нестабільність;
- Відсутність високоефективного механізму пошуку за кордоном (насамперед в офшорних зонах) і повернення незаконно надбаного і вивезеного майна.
- Низький життєвий рівень населення, безробіття;
- Незадовільний стан загальної і правової культури громадян.

Сприятливі умови для поширення економічної злочинності створює співпраця злочинців із державними службовцями, зокрема, велика кількість фактів хабарництва та корупції в органах державної влади. Полеми для діяльності злочинців також є безконтрольне розпорядження майном державними підприємствами, а також їх приватизація.

Основними ознаками економічного злочину є умисність, корисливість, значний розмір збитків для держави або інших суб'єктів, використання службового становища, широке використання технічних засобів та інших досягнень НТП, тривалий характер, систематичність, організованість, здійснення без використання насильства.

Ще однією із особливостей вчинення економічних злочинів можна вважати той факт, що злочинні діяння вчиняються під виглядом різного роду цивільно-правових угод, а тому ззовні вони мають вигляд цілком законних господарсько-фінансових операцій [2; с. 121].

Обов'язковими елементами економічного злочину є: об'єкт злочину; суб'єкт злочину; шкода (втрати) для суб'єкта суспільства і економічна вигода для суб'єкта злочину.

Існують такі основні об'єкти економічного злочину, тобто ті відносини, на які здійснюються злочинні посягання:

1. Право власності - право особи на річ (майно), яке вона здійснює відповідно до закону за своєю волею, незалежно від волі інших осіб [3, с. 412]. Воно включає в себе 3 правомочності: право володіння, право користування та право розпорядження. Злочинні дії полягають саме в незаконному володінні, користуванні та розпорядженні.
2. Встановлений порядок здійснення економічної діяльності. Полягає в тому, що злочинець отримує вигоду, завдаючи шкоду іншим учасникам економічних відносин. Наприклад, ухилення від оподаткування, що спричиняє зменшення надходжень до держбюджету.
3. Встановлений порядок службової (посадової) діяльності. Основний зміст таких злочинів полягає в тому, що посадова особа користується службовою компетенцією, зв'язками та можливостями, авторитетом організації для отримання власної вигоди.

Найгірше економічна злочинність впливає на малий і середній бізнес і перешкоджає його розвитку.

Як показало дослідження PwC, до найпоширеніших видів злочинів, із якими стикаються українські компанії, належать: незаконне привласнення майна (стикалося 46% підприємств), шахрайство у сферах закупівель (33%) та управління персоналом (33%), кіберзлочини (31%) [2].

Покращення ситуації з економічною безпекою можливе тільки при умові стабілізації та покращення стану економічної і соціальної сфер, удосконалення правової та матеріально-технічної бази правоохоронних органів та належної взаємодії між правоохоронними та іншими суб'єктами протидії.

#### **Список використаних джерел:**

1. Науково-практичний коментар Кримінального кодексу України. – 3-тє вид., переробл. та доповн. / за ред. М.І. Мельника, М.І. Хавронюка. – К.: Атіка, 2005. – 1064 с.
2. Пчеліна О. В. Механізм вчинення економічних злочинів / О. В. Пчеліна // Право і Безпека. – 2009. – № 4. – С. 118–122
3. [www.pwc.com](http://www.pwc.com).

**УДК 658.589**

**С. Захарчук, В. Желізний, В. М. Дуда**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ОСНОВНІ НАПРЯМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ АКТИВНОСТІ  
ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ  
ЕКОНОМІКИ**

**S. Zakharchuk, V. Zhelezniy, V. Duda**

**MAIN DIRECTIONS OF PROVIDING INNOVATIVE ACTIVITY  
OF INDUSTRIAL ENTERPRISES IN THE CONDITIONS  
OF ECONOMIC REFORMATION**

Україна продовжує розвиватися як країна з високою часткою сировинних галузей промисловості, де переважає сфера низького наукоємкого матеріального виробництва. Відомо, що рівень розвитку країни залежить від рівня розвитку інноваційної діяльності, тому впровадження інновацій є головним чинником успіху підприємства, який впливає і на рівень розвитку країни загалом. В Україні, практично не створені умови для ефективного здійснення інноваційної діяльності. Досягнення науки і технології визначають не тільки динаміку економічного зростання, але і рівень конкурентоспроможності держави у світовому співтоваристві. На жаль, Україні поки пишати нічим: її частка у світовому ринку наукоємної продукції складає близько 0,3%, а частка інноваційної продукції – менше 5% від загального обсягу промислової продукції. Головна мета інноваційного типу розвитку полягає в отриманні максимального економічного ефекту від кожної одиниці впровадженого і перетвореного на товар винаходу та ідеї. Можна стверджувати, що в даний час в Україні державної інноваційної політики не існує. Разом з тим інтелект і знання є одним з головних резервів країни, причому єдиним відновлюваним ресурсом. Для його застосування у країні є головне – це освічені кадри та наука, але, на жаль, вони практично не використовуються, тому що немає внутрішнього попиту на інтелект і нове знання, немає інфраструктури, яка цей попит забезпечить. Як показує практика, недостатня інноваційна активність призводить до кризи не тільки великі підприємства в галузях з високими технологіями або можливостями до їх застосування, але й середні та малі фірми, які виступають на динамічних ринках, що й характерно для вітчизняних підприємств.

Розвиток національної економіки України передбачає суттєву активізацію інноваційної діяльності суб'єктів господарювання. Інноваційна активність підприємств, готовність до змін, визначає конкурентоспроможність підприємства, сприяє зміцненню позицій на ринку. Інноваційно-активне підприємство - це підприємство, що здійснює і використовує нові або удосконалені товари, технологічні процеси чи інші види інноваційної діяльності. У зв'язку з цим, під інноваційною активністю слід розуміти динамічну, цілеспрямовану діяльність по створенню, освоєнню у виробництво і просуванню на ринок різноманітних нововведень з метою отримання комерційної вигоди і конкурентних переваг. Відповідно до ст. 1 Закону України "Про інноваційну діяльність" інноваційним визнається суб'єкт господарювання будь-якої форми власності, якщо більше ніж 70 відсотків обсягу його продукції (у грошовому вимірі) за звітний податковий період є інноваційна продукція. Вітчизняні підприємства досить часто навіть при стабільних показниках розвитку обмежуються окремими видами інноваційної активності – комп'ютеризація, автоматизація виробництва, оскільки запровадження нових продуктів, робота над НДДКР носить більш ризиковий характер. У той же час, вони не враховують, що нововведення завжди пов'язані з ризиком, проте

відмова від них є ще більш ризикованою. Дуже часто необхідність оновлення продукції або технології виникає саме тоді, коли фінансові результати підприємства виглядають добре і складається помилкове враження, що підприємство ще довго може існувати в традиційному вигляді. Справа в тому, що зменшення доходу від інвестицій в існуючу традиційну технологію спочатку уявляється незначним, але якщо конкуренти здійснюють прорив у галузь нових технологій, споживачі можуть дуже швидко віддати переваги новій продукції конкурентів. Крім того, інноваційна активність змінюється внаслідок дефіциту коштів на придбання новітніх технологій, застаріле обладнання, на якому неможливо здійснювати впровадження новітніх технологій та виробництво нових видів інноваційної продукції, брак фахівців, які б мали досвід і спеціальні навички, необхідні для впровадження інновацій на виробництві та реалізації інноваційної продукції.

Серед основних векторів активізації інноваційної діяльності в Україні на сучасному етапі розвитку вітчизняної економіки можна виділити наступні: по-перше, розробку і запровадження механізму надання пільг промисловим підприємствам, які впроваджують і реалізують інноваційну продукцію; по-друге, поширення практики надання інноваційним підприємствам середньострокових кредитів зі знижкою кредитної ставки, а також застосування ряду інших мотиваційних, підтримуючих та антикризових інструментів, що в основі повинні мати довгострокову стратегію інноваційного розвитку. Варто також наголосити на вирішенні проблем обліку нематеріальних активів, оскільки технології та їх складові, винаходи, корисні моделі формують частину інтелектуального капіталу окремих підприємств і всього промислового комплексу держави. Інтелектуальний капітал, належно оформлений на балансі, позитивно впливає на капіталізацію підприємств промисловості та сприяє підвищенню їх інвестиційної привабливості й конкурентоспроможності на міжнародному ринку злиття і поглинань.

Аналіз даних щодо інноваційної діяльності в Україні за останні роки показав, що ні інтенсивність, ні якісний рівень інноваційних процесів не відповідають основним завданням стратегічного курсу інноваційного розвитку національної економіки. Але, незважаючи на загальні незначні масштаби інноваційної діяльності, слід відзначити позитивний вплив впровадження інновацій на економічні показники виробництва. Так, більше 90% підприємств, що впроваджували інновації, отримали приріст обсягів продукції, підвищили свою конкурентоспроможність та розширили ринки збуту: 60% підприємств замінили застарілу продукцію новими видами, більше 43% знизили матеріало- та енергомісткість продукції, 35% впровадили нові технології, направлені на охорону навколишнього середовища.

### **Література**

1. Бондаренко Н. М. Напрями підвищення інноваційної активності промислових підприємств / Н. М. Бондаренко // Донбас-2020: перспективи розвитку очима молодих вчених: матеріали V науково-практичної конференції, м. Донецьк, 25–27 травня 2010 р. – Донецьк : ДонНТУ, 2010. – 973 с.
2. Сидорова А. Напрями інноваційного розвитку в промисловості України / А. Сидорова, Г. Анісімова // Економіка України. – 2009. – № 3. – С. 19–27.
3. Тарнавська Н.П. Побудова концепції управління конкурентоспроможністю суб'єктів господарювання на засадах інноваційного розвитку / Н.П. Тарнавська // Економіст. – 2010. – № 9. – С. 30-41.

## **УДК 657**

**Т. Королук, канд. економ. наук, доц.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

### **ІНСТРУМЕНТИ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ НА ПІДПРИЄМСТВАХ**

**T. Korolyuk, Ph.D., Assoc. Prof.**

#### **THE RISK MANAGEMENT TOOLS IN COMPANIES**

Реалізація напрямів управління ризиками потребує відповідних інструментів. Вітчизняні та зарубіжні вчені виділяють різні інструменти залежно від їх призначення. Так, Л.М. Пилипенко в якості інструментів управління ризиками виділяє принципи бухгалтерського обліку (обачності, повного висвітлення, автономності, послідовності, превалювання сутності над формою, об'єктивації); прийоми бухгалтерського обліку (інвентаризація (дає змогу виявити ризики шляхом встановлення якісних і кількісних характеристик об'єктів обліку), оцінювання (встановлення вартісної оцінки витрат чи витрат як однієї з кількісних характеристик ризику), амортизація (знос можна вважати методом оцінювання ризику капіталу), формування резервного капіталу (унеможливорює надмірне виведення капіталу у формі дивідендів та створює певний буфер від редукції статутного капіталу), нарахування резерву сумнівних боргів. Л.В. Гнилицька до інструментів відносить методи експертної оцінки, що уможливають встановлення залежності між ризиками-причинами, які виникають на підприємствах різних видів економічної діяльності й організаційно-правових форм господарювання, та імовірністю їх настання. З.В. Гуцайлюк виділяє резерви як інструменти управління ризиками і основним призначенням резервів вважає покриття непередбачених витрат та збитків, що виникають в процесі управління ризиками та їх мінімізації. С.М. Дячек виділяє резервування як інструмент самострахування підприємства від впливу в майбутньому на фінансовий стан очікуваних негативних наслідків ризиків господарської діяльності. І.М. Вигівська визначає наступні види інструментів управління ризиками: резерви (фонди) (для внутрішнього страхування підприємницьких ризиків); система профілактики ризиків (знижує ймовірність їх виникнення та надає можливість нейтралізувати негативні фінансові явища в господарській діяльності підприємства); самострахування підприємством ризику в бухгалтерському обліку. О.С. Морозова до інструментів управління ризиками відносить: здійснення процедур внутрішнього контролю (документація; звірка даних; розподіл повноважень; інвентаризація і інші процедури фактичного контролю тощо); страхування ризиків; створення оціночних резервів (під можливі ризики); визнання оціночних зобов'язань; уникнення ризиків (витрати не зазнаються, але втрачається потенційний прибуток). С.М. Бичкова, Н.М. Макарова інструментами управління ризиками вважають договірну форму (зобов'язання платежу з боку гаранта в разі появи певного ризику); страхування (захист майнових інтересів суб'єктів господарювання при настанні страхових випадків за рахунок грошових фондів, що формуються шляхом сплати страхових внесків); перестраховування (вторинний розподіл ризику). М.В. Стафієвська визначає, що для протидії негативним зовнішнім факторам, а також для нейтралізації та компенсації їх ймовірних негативних наслідків необхідне створення ефективної системи фінансових резервів.

Отже, більшість науковців вказують на важливість використання в управлінні ризиками резервів як інструмента бухгалтерського обліку. Резерви виступають інструментом страхування негативних наслідків ризиків господарської діяльності підприємства. Інші автори в якості інструментів управління ризиками виділяють методи експертної оцінки, відмову/уникнення від ризику, передачу ризиків.

**УДК 330**

**Т. Лібусь, Н. Кирич, д-р. екон. наук, проф.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ПРОМИСЛОВИМ ПІДПРИЄМСТВОМ**

**T.I. Libus, Dr., Prof. N.V. Kyrych**

### **ECOLOGIC AND ECONOMIC ASPECTS OF MANAGEMENT BY AN INDUSTRIAL ENTERPRISE**

Сучасний етап розвитку суспільства супроводжується різким виснаженням природного середовища, виникненням незворотних змін в екосистемах і зниженням асиміляційних здібностей біосфери. Це створює загрозу не тільки можливостям економічного зростання, але і перспективам виживання людства.

Неприпустимо високе споживання природних ресурсів і забруднення навколишнього середовища побічними продуктами виробничої діяльності сприяє загостренню екологічної кризи в Україні. Екологічний фактор складає вагомий вплив на багато складових суспільного життя: погіршується здоров'я населення, падає продуктивність праці, знижується продуктивність ресурсів. Це в свою чергу обертається економічним збитком і соціальними втратами.

Екологічно обумовлені витрати роблять усе більш значний вплив на економіку промислового підприємства. Рівень витрат в ряді випадків настільки істотний, що вирішальним чином впливає на економічну доцільність випуску деяких видів промислової продукції.

Ефективність екологічно обумовлених витрат на підприємствах в значній мірі знижується незадовільним рівнем управління якістю навколишнього середовища, пов'язаних з відсутністю комплексної системи управління природоохоронною діяльністю.

Для вирішення даної проблеми нами запропоновано методологічні засади формування комплексної системи управління природоохоронною діяльністю, як цільової підсистеми, що входить в загальну систему управління підприємством. Промислове підприємство потрібно розглядати при цьому як єдину еколого-економічну систему, що включає дві взаємопов'язані підсистеми - екологічну та економічну.

В основу формування системи слід покласти такі принципи:

- цільовий комплексний підхід до управління природоохоронною діяльністю на підприємстві;
- залучення в природоохоронну діяльність всіх основних підрозділів підприємства, посилення еколого-економічної спрямованості їх роботи;
- визначення ролі екологічної служби як основної координуючої ланки;
- проведення еколого-економічного аналізу з метою підвищення коефективності виробництва;
- посилення економічних методів управління, орієнтацію на ринкові відносини.

Отже, створення комплексної системи управління природоохоронною діяльністю на промисловому підприємстві, та виконання даних принципів дозволить мінімізувати сукупні витрати пов'язані з екологічно не якісною продукцією і як наслідок збільшити прибутковість підприємства.

**УДК 330**

**Л. Малюта, докт.екон.наук., доц., Г. Нагорняк, канд.техн.наук., доц., Т. Кузь**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ПІДХОДІВ В  
ОРГАНІЗАЦІЇ РЕСТОРАННОГО БІЗНЕСУ**

**L. Maliuta, Dr., Assoc. Prof., H. Nahorniak, Ph.D., Assoc. Prof., T. Kuz**  
**OPPORTUNITY APPLICATION OF INNOVATIVE APPROACHES IN THE  
RESTAURANT BUSINESS ORGANIZATION**

Необхідність застосування інноваційних підходів на ринку ресторанних послуг розкривається через дослідження історичного розвитку ресторанного сервісу, а також виявлення його сучасного стану. Ресторанний сервіс – це світ, в якому гармонійно поєднуються мистецтво та традиції, класична елегантність і національний колорит, етика й етикет, досвід і новітні технології обслуговування. Ресторанний бізнес є сферою діяльності, дуже чутливою до змін економічного клімату навіть за відносно стабільної економіки, а у випадку виникнення кризи він зазнає значних втрат [1]. За статистичними даними, ресторанне господарство України перебуває у кризі, що відбивається на негативній динаміці показників його функціонування. Частка підприємств ресторанного бізнесу у загальному обігу споживчого ринку невелика, проте при цьому спостерігається його систематичне та стабільне зростання.

До основних типів інновацій у продукуванні ресторанних послуг можна віднести наступні.

1. Технічні – пов'язані з впровадженням нових видів техніки, пристосувань, інструментів, а також техніко-технологічних прийомів праці в обслуговуванні. Найбільш помітна тенденція у сучасній сфері послуг пов'язана з впровадженням комп'ютерної техніки, поширенням інформаційно-технологічних нововведень, що полегшують роботу з клієнтами. До прикладу, в індустрії гостинності з'явилася новинка – сенсорні дисплеї меню e-MenuBoard. E-MenuBoard Systems – це Нью-Йоркська компанія, заснована у 2005 р., яка випустила на ринок інноваційні сенсорні екрани меню-дисплеї в якості альтернативи існуючим традиційним паперовим меню. В Японії аналогічну систему випускає компанія Aska T3, а в Ізраїлі – компанія Concerptic, корпорація Microsoft запустила систему Microsoft Surface, яка вже з'явилася в деяких готелях і казино США [2]. У 2012 р. українська мережа ресторанів «Козирна карта» зацікавилася ідеєю сенсорних дисплеїв меню на XIII міжнародній виставці «Ресторан Експо Україна – 2012». А нещодавно в одному з ресторанів мережі у холі з'явилося електронне меню. Сенсорні дисплеї e-MenuBoard працюють на основі операційної системи iPad або Android, а з бек-офісу системи можна управляти програмним забезпеченням. [3]. За допомогою такого столу клієнт може переглянути меню, зробити замовлення, надіслати його на кухню – і все це без допомоги офіціанта.

2. Організаційно-технологічні – пов'язані з новими видами послуг, більш ефективними формами обслуговування й організаційними нормами праці. Так, в деяких закладах організуються дитячі свята за участю клоунів, музичним супроводом, а також транслюються спортивні та молодіжні програми на плазмових телевізійних панелях. А в ресторанах східної кухні влаштовуються шоу з танцями живота, гостям пропонують кальян.

3. Управлінські – орієнтовані на вдосконалення внутрішніх і зовнішніх зв'язків організації, що використовують методи і форми менеджменту. Прикладом тому є ресторани швидкого обслуговування і так звані «сімейні ресторани», де власники працюють в закладі, що їм належить і мають можливість надавати своєму бізнесу



неповторні риси, імідж, а також створювати оригінальне меню, пропонувати клієнтам високий рівень сервісу.

4. Комплексні – що охоплюють одночасно різні аспекти і сторони сервісної діяльності. У деяких ресторанах клієнтам пропонують музичний супровід заходів, послуги флористів з оформлення банкетного залу, а також виготовлення букетів на замовлення.

Для успішного вирішення завдань інноваційного розвитку ресторанного бізнесу, перш за все, потрібно відстежувати зміни, що відбуваються на вітчизняних і світових ринках ресторанного бізнесу, звертаючи при цьому особливу увагу на основні тенденції розвитку науки і техніки. Для цього використовуються наступні методи:

- метод структурно-морфологічного аналізу – за його допомогою можна виявити нові ресторани розробки, на основі яких і буде сформована інноваційна стратегія закладу;

- метод визначення характеристик активністю публікацій – аналізуючи та поетапно відстежуючи інформацію, можна визначити на якій стадії життєвого циклу знаходиться ресторанна інновація в різних країнах, і на основі отриманого результату запропонувати рекомендації щодо формування інноваційної стратегії;

- метод патентів-аналогів – оскільки ресторани за кордоном оформляють патент тільки на ідеї, що мають практичну значимість, тому, відстежуючи напрямки, в яких потужність патентів-аналогів зростає швидше, можна встановити спрямованість інноваційної діяльності провідних рестораних закладів у розвитку виробничого потенціалу;

На основі отриманої інформації здійснюється вибір інноваційної стратегії. Також, обираючи інноваційний проект, потрібно враховувати й інтереси інвестора. Адже вони повинні бути впевнені, що очікувані доходи від ресторанної інновації зможуть перекрыти витрати, виплати заборгованостей та забезпечать окупність капіталовкладень. Для визначення інвестиційної привабливості інноваційного проекту проводиться експертиза, розглядаються альтернативні ресторани інновації. При цьому враховуються: середня річна рентабельність рестораних інноваційних проектів і середня ставка банківського кредиту; періоди окупності інвестицій; потреби в інвестиціях; стабільність надходжень; рентабельність інвестицій в цілому тощо. Для прийняття закладом ресторанного бізнесу остаточних інвестиційних рішень слід враховувати наступні критерії: відсутність більш вигідних альтернатив; скорочення ризику втрат від інфляції до мінімуму; окупність в короткі терміни; невисока ціна ресторанної інновації; стабільність надходжень; висока рентабельність з урахуванням дисконтування. Таким чином, завдяки проведеним заходам, визначається той рестораних інноваційний проект, який найбільш вигідний з точки зору інвестиційної привабливості. Отже, результатом інноваційного розвитку ресторанного підприємства будуть нові ідеї, нові і вдосконалені рестораних продукти і послуги, нові технологічні процеси, нові форми організації і управління рестораних бізнесом.

#### **Література**

1. Рестораних бізнес: провал – 2014, прогнози – 2015 // Акцент [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://fbc.net.ua/video/11437>.
2. <https://www.slideshare.net/>
3. <https://voyagespb.ru>

**УДК 339.13**

**О. Міщук**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ПРОБЛЕМИ ВИВЕДЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ПРОДУКТІВ НА РИНОК**

**O.I.Mishchuk**

### **PROBLEMS OF DETERMINING INNOVATIVE PRODUCTS TO THE MARKET**

Однією з економіко-правових форм інвестиційної діяльності є інноваційна діяльність, яка має особливе значення у зв'язку з орієнтацією нашої держави на забезпечення інноваційного шляху розвитку економіки країни.

Прибутковість виробництва залежить від інновацій. Просування інноваційних продуктів має відмінності які слід обов'язково враховувати. Ринок інноваційних продуктів має свої особливості, якщо його порівнювати з ринком традиційних товарів. Невдачі які можна побачити при виведенні інноваційних товарів на ринок [1]:

- перенасиченість ринку товаром;
- невдале позиціонування товару на ринку;

Неефективна стратегія просування інноваційних продуктів може мати негативні наслідки як для виробників так і для споживачів:

- подовження строку виведення інноваційного продукту на ринок;
- втрата пріоритету виробництва інноваційного продукту;
- зниження вітчизняного науково-технічного і технологічного рівню та інші.

Інновація — процес розробки, впровадження, експлуатації виробничо-економічного та соціально-організаційного потенціалу, що покладений в основу новації.

Інноваційний потенціал передусім виявляється через здатність підприємств виробляти наукомістку продукцію, що відповідає вимогам ринку.

Класичний маркетинг зазвичай вирішує наступні задачі:

- знаходить реальних споживачів товарів та послуг;
- задовольняє їхні потреби;
- інформує споживачів про нові товари.

Але, при просуванні інноваційних товарів виконання цих правил наштовхується на проблеми. Слід враховувати наступні фактори:

- тип інноваційного продукту,
- особливості ринку;

Маркетингові заходи зазвичай зорієнтовані на ринок, чи сегмент ринку, де підприємство може забезпечити собі найбільш високу рентабельність. Дуже важливо розібратися з питанням на кого треба орієнтуватися при виведенні інноваційних товарів на ринок.

До факторів успіху інноваційного товару можна віднести дві складові:

- технічну та маркетингову.

Технічна визначає високу корисність інноваційного товару, а маркетингова враховує критерії вибору товару споживачем. Необхідно враховувати особливості ринку.

#### **Література**

1. Сучасний маркетинг: навч. посіб. / І.В.Бондаренко., В.І.Дубницький.- Донецьк: ТОВ «Юго-Восток Лтд», 2002. – 326 с.

**УДК 351**

**О. Мосій, канд. екон. наук., доц., О. Драй, М. Козюк**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **УМОВИ УСПІШНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ В УКРАЇНІ**

**O. Mosiy, Ph.D., Assoc. Prof., O. Dray, M. Kozyuk**

### **CONDITIONS OF SUCCESSFUL IMPLEMENTATION OF PUBLIC MANAGEMENT IN UKRAINE**

Грунтовна публічна політика в Україні можлива лише на базі інтенсивного розвитку соціально орієнтованої ринкової економіки, громадянського суспільства, громадянської культури та солідарності, що має велике значення у приватному житті членів суспільства і при політичному волевиявленні громадян. Для демократичного впливу визначальним є метод дискурсивного формування суспільної думки та дискурсивного волевиявлення. Єдність цінностей та тотожність цілей суспільства та держави через необхідну адекватність публічної та державної політик обумовлюють неможливість навіть теоретично істотного поділу суспільства і держави. У суспільстві завжди існують такі області, в тому числі економічні, і такі спільні завдання, де без впливу держави обійтися практично не можливо. Втручання держави у справи суспільства відбувається у випадках порушення цінностей і раціонально визначених інститутів суспільства (тобто порушення правил, норм, механізмів у складових публічної сфери), тому воно відбувається, як правило, за потребою, найчастіше в неявному вигляді, оскільки суб'єкти змішаної формації відслідковують дотримання своїх інтересів і недопущення втручання органів публічної влади з позиції власних інтересів.

Освідчена, економічно незалежна людина; гарантована діяльність інститутів свободи, рівності та братерства людей, інституцій, організацій; усвідомлення та реалізація засад громадянського суспільства; демократична, правова, соціальна держава; змішана конкурентоздатна економіка; участь суб'єктів громадянського суспільства в управлінні економікою; мирні, демократичні, еволюційні засоби вирішення протиріч і проблем в процесі класової співпраці; економічно, політично та ідеологічно домінуючий середній клас виступають базисом прогресу сучасного суспільства. Його ідеологічною основою є доктрина демократії, що включає політичну, економічну та демосоціальну. Слід зазначити, що високоосвічене громадянське суспільство, ефективна економічна система, – це не передумови, а наслідки і супутники демократизації суспільств. У цьому контексті оновлення українського парламенту за рахунок нових політичних сил принесе Україні значні позитивні зрушення в демократизації публічної сфери та її складових. Формула успіху така: широка коаліція – демократизація – успішна економіка – добробут населення. Важливим джерелом і процесом вирішення соціальних протиріч і проблем у суспільствах виступає модернізація як еволюційна зміна суспільства. Фундаментальною її причиною модернізації є необхідність усунення протиріч між розвиненими потребами демосоціальної сфери та формацією суспільства. Модернізація базується на ідеї еволюційного вибору суспільством тієї чи іншої інституціональної альтернативи. Вона охоплює складові публічної сфери: економічну, соціальну, політичну та соціокультурну.

Слід зазначити, що реалізація державної політики забезпечується механізмом держави, визначальною складовою якого є інституції системи державного управління. При цьому державне управління поширюється на економічні, соціальні, політичні та духовні відносини в суспільстві. Регулююча роль держави з'явилася разом з

виникненням держави, заперечувати її не потрібно – ліквідувати її неможливо. Проблема полягає в іншому: регулююча роль держави не повинна обмежувати саморозвиток суспільства. Правда, цей теоретичний постулат реалізувати в повному обсязі практично неможливо, оскільки всяке регулювання зачіпає саморозвиток. Мова, мабуть, може йти лише про магістральний шляху саморозвитку. Публічне управління є одним із визначальних інститутів сучасного суспільства. За роки незалежності в Україні закладалися основи публічного управління як спеціальної наукової теорії, характерною особливістю якої є сучасний міждисциплінарний тип знань, притаманний інформаційному суспільству, суспільству знань.

Важливими є філософські засади, що виступають першим структурним компонентом спеціальної теорії, що характеризують онтологічні та гносеологічні аспекти. Саме він визначає суб'єкт, об'єкт, предмет публічного управління, його сфери, сутнісні протиріччя та зв'язки, основний понятійно-категоріальний апарату. Філософське обґрунтування публічного управління полягає у визначальних складових: вивчення природи управління в суспільстві, громаді, колективі та його генезису, сутності управління, пізнання об'єктивності управління справами суспільства, громади і колективу; природа та обсяг знань про управління справами суспільства; дослідження загальних передумов пізнання феномену публічного управління, виявлення умов його достовірності та істинності; аналіз проявів публічного управління як результату знання, що виражає реальний, дійсний стан публічного управління; пізнання об'єктивності відносин у системі суб'єкт – об'єкт публічного управління, фундаментальних основ управління суспільством і колективом, його принципи; формування та реалізація цінностей і цілей людського колективу, громади та суспільства як предмету публічного управління та визначальних факторів, що формують і визначають управлінський вплив; пізнання складових публічної сфери як взаємопов'язаних систем, що визначають управлінські впливи на суспільство, громаду; поведінка людини при реалізації публічного управління та формування публічно активного та відповідального члена колективу, громади, суспільства, зокрема співвідношення етики та реальної поведінки; відносини між особами, громадами, групами інтересів і суспільством у процесі управління справами колективу, громади, суспільства; прояв і забезпечення прав, свобод і відповідальності особи, органів публічного управління, їх співвідношення в процесі публічного управління, при вирішенні конфліктів інтересів особи, людського колективу, громади, держави, суспільства; сутність і співвідношення самоврядування, публічного управління, державного управління, функціонального, галузевого, регіонального та управління громадами, централізованого управління та самоврядування, централізації та децентралізації, концентрації та деконцентрації, організації та самоорганізації; естетика управлінської діяльності як мистецтво управління, що формує суспільну думку про результативність і ефективність публічного управління; логіка у публічному управлінні, що вивчає форми і закони мислення; філософія свідомості та відповідальності в публічному управлінні. Другий структурний компонент теорії публічного управління – понятійно-категоріальний апарат. Саме у поняттях і категоріях на рівні високої розумової діяльності людина пізнає дійсність, сутнісні характеристики соціального буття.

### **Література**

1. Грицяк І. А. Реформа публічного управління в Україні: виклики, стратегії, майбутнє: монограф. / відп. ред. І. А. Грицяк. – К.: К.І.С., 2009. – 240 с.
2. Тимків В. М. Понятійні аспекти становлення публічної служби в Україні / В. М. Тимків // Інвестиції: практика та досвід. – 2012. – № 3. – С. 70–73.

**УДК 339.137.2**

**Г. Нагорняк, канд. техн. наук., доц., І. Нагорняк**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ КАПІТАЛ ЯК НЕОБХІДНА УМОВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ВІТЧИЗНЯНИХ МАШИНОБУДІВНИХ  
ПІДПРИЄМСТВ**

**H. S. Nahorniak, Ph.D., Assoc. Prof., L. S. Nahorniak**

**INTELLECTUAL CAPITAL AS NECESSARY CONDITIONS TO PROVIDE  
COMPETITIVENESS DOMESTIC MACHINE-BUILDING ENTERPRISES**

В умовах вирішення задачі імпортозаміщення машинобудівна галузь повинна стати локомотивом розвитку всіх видів виробництв, забезпечуючи їх сучасною технікою і сприяючи вдосконаленню технологій і методів організації бізнес-процесів. В даний час машинобудування являє собою сукупність розрізнених підприємств, не об'єднаних в окремий комплекс. Розвиток машинобудівного виробництва неможливо уявити без впровадження програм з інноваційного оновлення та модернізації технологічного парку та випуску принципово нової продукції, реалізації інноваційних ідей забезпечення ефективного інвестиційного процесу, програм підвищення інвестиційної активності та привабливості машинобудівних підприємств. Машинобудування – це провідна галузь обробного виробництва, яка задовольняє потреби всіх галузей національної економіки. Специфіка машинобудування полягає у виробництві засобів виробництва. Для машинобудування характерна уніфікація, стандартизація та нормалізація окремих вузлів. Базою машинобудування є металооброблення. Рушійним фактором наукоємного виробництва є інновації. Інноваційна економіка України визначає його конкурентоспроможність.

У сучасних умовах, коли на порядок денний економічного розвитку виходить формування інформаційної економіки, в усій більшій мірою проявляється залежність соціально-економічних відносин від процесу трансформації знань в особливий вид капіталу – інтелектуальний. Найбільших успіхів сучасна наука досягла у вивченні інтелектуального капіталу на рівні підприємства. У ряді робіт вітчизняних та іноземних науковців інтелектуальний капітал розглядається як інтелектуальна діяльність людини у соціально-економічній системі. У цьому підході практично не проводиться межа між інтелектуальною діяльністю, яка приносить дохід і володіє економічним ефектом й іншими видами, та формами інтелектуальної діяльності. Вважаємо, основна цінність концепції інтелектуального капіталу полягає саме у виділенні особливого елемента соціально-економічних відносин, тобто аналізування інтелекту як чинника економічного розвитку. У цьому сенсі потрібно розуміти відмінність між інтелектуальним капіталом як знанням, здатним приносити дохід, й іншими видами знання, які мають, наприклад, виключно науково-технічне або культурно-історичне значення. У цьому сенсі інтелектуальний капітал представляє собою таку форму знань, яка використовується у виробничому процесі та приносить додатковий дохід. Звідси випливає суттєва відмінність між інтелектом й інтелектуальним капіталом. Інтелект представляє собою сукупність розумових здібностей людини та накопичених знань, а інтелектуальний капітал – таку частину інтелекту, яка здатна виступати джерелом отримання доходу. Таким чином, інтелектуальний капітал представляє собою особливу частину інтелекту.

Об'єктивною основою для збільшення інтелектуального капіталу є наступні характеристики людини: природні якості (здоров'я, психофізіологічна стійкість тощо); відповідне виховання, а також високий культурний рівень. Основними методами

збільшення інтелектуального капіталу особистості є підвищення рівня освіти та кваліфікаційно-професійної підготовки, що поєднується з невтомною роботою над його збільшенням і пошуком нових рішень. Паралельно з придбанням знань і розширенням кругозору людина змінює цілі, до яких вона прагне, разом з методами їх досягнень. У даний час використання високих технологій вимагає оновлення знань більшості фахівців один раз у 5-7 років. Усі ці методи у сукупності формують певний менталітет, який є невід'ємною рушійною частиною інтелектуального капіталу людини.

Інтелектуальний капітал підприємства, у свою чергу, представляє собою сукупність індивідуальних інтелектуальних капіталів, інтегруючим фактором яких виступає рівень підприємницьких здібностей підприємства, що дозволяє здійснювати його комбінацію як всередині нього, так і з іншими факторами виробництва. Це дозволяє погодитися з позицією Т. Стюарта, який визначає його як суму знань всіх працівників компанії, що забезпечує її конкурентоспроможність. Забезпечення технологічних й організаційних конкурентних переваг виступає основною функцією даного виду капіталу. Т. Стюарт та інші вчені вважають інтелектуальний капітал підприємства інтегрованим утворенням і пропонують виділити в ньому три складові частини: людський капітал, структурний капітал (інтелектуальна власність й інформаційні ресурси), споживчий або клієнтський капітал. Усі три компоненти інтелектуального капіталу знаходяться у постійній взаємодії один з одним. У зв'язку з цим, недостатнім є інвестувати в кожен з них, необхідний системний підхід до розвитку інтелектуального капіталу підприємства, що забезпечує взаємне стимулювання ними один одного. Так, один із класиків концепції інтелектуального капіталу Л. Едвінссон навіть запропонував розраховувати інтелектуальний капітал як ефект множення людського капіталу на структурний капітал. У той же час, кожен елемент відрізняється за якісними характеристиками від інших і детермінується різними факторами. Так, важливим показником людського капіталу підприємства, його здатності до нововведень стає питома вага нової продукції у загальному обсязі реалізації. При ефективному управлінні підприємством максимальна сума прибутку від інвестицій в людський капітал може у кілька разів перевищує прибуток від інвестицій в техніку. У свою чергу, людський інтелектуальний капітал представляє собою агрегований показник, який включає в себе два попередніх рівня, функцією якого виступає забезпечення суверенітету держави, інноваційної траєкторії його розвитку, а також стійкі темпи розвитку економіки. Звідси можна зробити висновок, що по мірі підвищення рівня категорія інтелектуального капіталу набуває все більш широкого значення. Так, якщо для окремого економічного суб'єкта інтелектуальний капітал постає як фактор виробництва, який виступає поряд з іншими факторами і в комбінації з ними, то для національної економіки це вже потенціал економічного розвитку, резерв підвищення якості життя.

### **Література**

1. Пархоменко, В.Д. Інтелектуальний капітал – основа розвитку підприємства [Електронний ресурс] / В.Д. Пархоменко, А.О. Пархоменко. – Режим доступу: <http://journals.urau.ua/index.php/2225-6407/article/viewFile/6248/5543>
2. Эдвинссон Л. Корпоративная долгота. Навигация в экономике, основанной на знаниях. М.: ИНФРА. 2005. С. 120-121.
3. Stewart T.A. Intellectual Capital. The New Wealth of Organizations. N.-Y.-L., 1997. P.7

**УДК 330.341.1**

**А. Оксентюк, канд. екон. наук., І. Будник, Я. Козій**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ОДИН З ВАЖЛИВИХ ФАКТОРІВ  
ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ТА ФІНАНСОВОЇ СТАБІЛЬНОСТІ  
ВІТЧИЗНЯНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

**A. Oxentyuk, Ph.D., I. Budnik, Ya. Koziy**

**INFORMATION TECHNOLOGIES AS ONE OF THE  
IMPORTANT FACTORS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT AND  
FINANCIAL STABILITY OF DOMESTIC ENTERPRISES**

Основним завданням для України на сьогодні повинне стати глибоке коригування економіки, шляхом забезпечення зростаючого рівня НТП в різних галузях промисловості, як головного фактору підвищення інноваційної активності вітчизняних підприємств, що забезпечить високі і стабільні темпи економічного зростання, вирішить певні соціальні та екологічні проблеми, забезпечить конкурентоспроможність національної економіки, підвищить експортний потенціал країни, гарантуватиме їй економічну безпеку та чільне місце в Європейському Союзі. Інноваційний шлях розвитку України полягає у створенні нових технологій, що відповідають світовому рівню, здійсненні їх ефективною комерціалізації, впровадженні нововведень і адаптації їх для повсякденного життя. Вибір даного шляху розвитку послужить збільшенню національного багатства та поліпшенню життя людей. Формування інноваційних ринків включає загальний елемент як у процесі створення технології, так і в забезпеченні трансформації технологічної продуктивності в ефективність діяльності системних організацій у цій сфері. Пошук такого елемента передбачає визначення його місця у загальному теоретичному змісті в системі виробничих сил і економічних відносин. У системі визначень “інформація – інновації” останні є трансформацією відтворюючого чинника економічних систем будь-якого рівня структурованості. Такий підхід дозволить розглядати інновації як цілісну економічну категорію та досліджувати на основі синтезу сутнісних її характеристик як економічного продукту і чинника розвитку.

У реаліях сучасної української дійсності, що характеризуються високим рівнем нестабільності зовнішнього та внутрішнього середовища, підприємства змушені будувати стратегію власного виживання, засновану на широкому застосуванні інформаційних технологій, які є одним із основних переваг економічно розвинутих держав. Інформаційні технології розширили коло можливостей підприємств, забезпечили прискорення процесів обміну та співпраці, відкрили доступ до більш ефективних методів управління, однак, одночасно, й створили умови для підризу власної економічної безпеки підприємств, зниження рівня стабільності їх фінансово-економічної діяльності. Інформація із фактору забезпечення ефективності виробництва перетворилася на один із засобів конкурентної боротьби, володіючи яким, підприємство здатне не тільки отримати реальний прибуток від її використання, але й забезпечити стабільність свого розвитку.

Для сучасного підприємства управління інноваційною діяльністю є невід’ємною частиною його роботи та однією з головних складових його розвитку і зміцнення позицій як на вітчизняному, так і на світовому ринку. З розвитком ринку та появою нових технологій ускладнюється виробничий процес та розвивається інноваційна діяльність, ускладнюється її організація та управління. Інноваційна активність промислових підприємств стає пріоритетом для тих країн, які прагнуть до лідерства, а

стимулювання інноваційної діяльності є одним з найважливіших важелів економічного розвитку країни в умовах глобалізації. Аналіз діяльності промислових підприємств показав, що основними чинниками, що перешкоджають або обмежують інноваційну активність, є наступні: низький рівень науково-технічного та технологічного потенціалу; відсутність власних коштів і фінансової підтримки держави; відсутність кваліфікованих кадрів і висока вартість нововведень. Впровадженню інновацій перешкоджають низький рівень взаємодії та кооперації при розробленні технологічних інновацій. До заходів, які спрямовані на вирішення цих проблем, можна віднести такі: створення єдиної функціонуючої національної інноваційної системи, яка формується на різних рівнях; формування загальнодержавної системи пошуку, збору, накопичення, обробки, зберігання, поширення та надання інформації у сфері інноваційного розвитку; забезпечення використання існуючого науково-технічного доробку з його інноваційним впровадженням.

Інформація набуває економічних характеристик відтворюючих чинників у певних специфічних формах: інноваційно-інформаційних технологій і інноваційних систем. Саме на стадії їх утворення відбувається трансформація сутнісних характеристик інформації в економічно реалізований продукт. Вказані форми “економізації” характеристик інформації є чинником формування продуктивних сил і реалізації економічних відносин. Визначення економічних параметрів комерціалізації інформаційних технологій і побудованих на цій основі технологічної продуктивності бізнес-процесів з позицій саме економічної ефективності функціонування системних організацій та їх елементів є джерелом формування і метою поєднання ресурсів виробництва у довгостроковій перспективі, ініціює й забезпечує фундаментальні дослідження перспективних у контексті розширення світового ринку напрямків науково-технічного прогресу. Нові якості інформації мають власні закономірності, які проявляються в економічних процесах нелінійною послідовною повторюваністю (циклічністю) трансформаційних перероджень – відтворення нової якості продуктивності, що супроводжується ефективністю реалізації інновацій в економічному обороті великого кола трансформації та мікроекономічного рівня аналогічних трансформацій. Трансформаційна динаміка інновацій реалізується у їх функціональній ефективності, “моментом” реалізації інноваційних чинників в економіко-математичних моделях “технологічного зсуву”, трансформації “якість – нова якість” є встановлення лінійної залежності аргументів регресійної функції високої якості моделей. Тому варто звернути увагу на синхронність динаміки ефективності і продуктивності інновацій в економічному середовищі (макрорівень) та на рівень підприємства (мікрорівень) і кореляційної моделі макроекономічної динаміки.

### **Література**

1. Бондаренко Н. М. Напрями підвищення інноваційної активності промислових підприємств [Текст] // Донбас-2020: перспективи розвитку очима молодих вчених: Матеріали V науково-практичної конференції. м. Донецьк, 25-27 травня 2010 р. – Донецьк, ДонНТУ, 2010. – 973 с.
2. Захарченко В. І. Інноваційний менеджмент: теорія і практика в умовах трансформації економіки: [навч. посіб.] / Захарченко В. І., Корсікова Н. М., Меркулов М. М. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 448 с.



## УДК 658

**І. Стойко, канд. техн. наук, доц.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

### АНТИБЮРОКРАТИЧНИЙ СТИЛЬ УПРАВЛІННЯ

**I. Stoyko, Ph.D., Assoc. Prof.**

#### ANTIBUREAUCRATIC STYLE OF MANAGEMENT

У даний час в областях високих технологій і в галузях, що швидко розвиваються, з'явилися організації, у яких є ознаки організації майбутнього. У науковій літературі ці організації отримали назву адхократичних, які засновані на знанні і компетентності, а не на позиції в ієрархії.

Адхократія (від лат. *ad hoc* «для цього [конкретного випадку]», англ. *adhoccracy*) – термін, що його запропонував у 1960 році знавець проблем лідерства Уоррен Бенніс, а потім популяризував футуролог Елвін Тоффлер у книзі «Шок майбутнього (Future Shock, 1970) а також Генрі Мінцбергом у книзі «Структурування організацій. Синтез досліджень» (1979).

За своєю суттю адхократія – протилежність бюрократії. Адхократія ігнорує класичні принципи менеджменту, згідно з якими в кожного є певна постійна роль, і відповідає гнучкому організаційному устрою, за якого індивідууми можуть вільно використовувати свої таланти залежно від потреб.

«Проектні організації широко поширені в авіакосмічній індустрії. Коли якому-небудь провідному виробникові вдається добути велике замовлення від Агентства національної авіонавтики і космосу, він збирає команду приблизно з сотні чоловік з різних функціональних підрозділів компанії. Проектна команда працює приблизно півтора року до офіційної заявки уряду, щоб зібрати дані і проаналізувати майбутню роботу. Коли настає час підготувати формальну заявку, що називається в індустрії «пропозицією», тоді команда, що працювала над його підготовкою, розпускається, а її учасники повертаються усвої функціональні підрозділи. Потім набирається нова група людей для того, щоб написати істинну «пропозицію». Команди для написання пропозиції працюють разом усього лише декілька тижнів. Як тільки пропозиція приймається, команда відразу ж розпускається. Коли відбувається підписання контракту (якщо воно відбувається), то послідовно створюються різні нові».

Ключовими факторами в адхократії є компетентність і груповий взаємозв'язок робіт. Адхократія – це одночасно й організаційна система управління (ОСУ) й управлінський стиль. Найважливіший параметр адхократії – компетентність. Навколо цього і будується вся діяльність: система стимулювання, високий ступінь волі в діях працівників, перевага горизонтальних зв'язків, переважно неформальний характер взаємодії персоналу (навіть по вертикалі) і т. ін. Звідси випливає, що ОСУ адхократичної організації часом жорстко не визначена, ієрархічна будова її може досить часто змінюватися, менеджери не завжди чітко прив'язані до певної сфери діяльності. ОСУ адхократичної організації звичайно асоціюють зі схемою концентричної форми.

У зв'язку з цим найбільшого поширення такі компанії набули в галузях із високою або складною технологією, що вимагають творчості, інноваційності й ефективної спільної роботи: науково-дослідної і дослідно-конструкторської, консультативно-впроваджувальної, комп'ютерно-електронної, медичної і т. ін. Безумовно, що такий тип організації не універсальний. Найбільш ефективний він для організацій, де переважає стохастичний характер діяльності: НДДКР, консультативно-впроваджувальна діяльність тощо.

Адхократія - найвищою мірою неформальна, органічна організація, в якій фахівці працюють в командах, координуючи свою діяльність за різними проектами. Це підрозділи, що займаються новими питаннями і є, як правило, тимчасовими. Можуть мати й інші назви: робочі, експертні, цільові групи, робочі центри, штаби, команди.

У сучасному світі, на відміну від часів Елвіна Тоффлера, вже нікого не дивує, що існує проектний менеджмент. Основи управління проектами тепер вивчають практично усі студенти, що вибрали менеджмент своєю спеціальністю.

Проект – це коли люди збираються разом, щоб вирішити цілком певні завдання, за певний проміжок часу. Відповідно, проектний менеджмент –це управління проектом і людьми, залученими в реалізацію цього проекту.

Істотна відмінність проектних команд від функціональних відомств і підрозділів традиційної бюрократичної організації полягає в тому, що перші, за своєю суттю, є тимчасовими, тоді як другі розраховані на постійне існування.

Адхократичній організації властивий високий ступінь волі в діях персоналу, але її найважливішим результатом є якісне виконання роботи й уміння вирішувати виникаючі проблеми. Ключовими елементами адхократії є наступні:

- робота в областях з високою або складною технологією, що вимагає творчості, інновативності й ефективної спільної роботи;
- фахівці є висококваліфікованими експертами у своїй справі, виконують складні виробничі операції й уміють контактувати один з одним високоефективним способом;
- структура має органічну основу й чітко не визначена, переважають неформальні й горизонтальні зв'язки. Ієрархічна побудова постійно змінюється. У багатьох менеджерів немає твердої прив'язки до однієї роботи;
- право прийняття рішень і влада засновані на експертних знаннях, фінансовий контроль здійснюється зверху;
- система винагороди будується на внеску фахівця, його компетенції й ступеню участі у загальній роботі, винагорода носить груповий характер;
- відносини по вертикалі й горизонталі переважно носять неформальний характер, нерідко відсутня схема структури такої організації.

Організаційна структура управління адхократичної компанії, як правило, зображується у вигляді кількох кіл, що відбивають послідовно від центра вище керівництво, штаб-квартиру компанії, менеджерів, фахівців і робітників. Тобто в організації такого типу є неначе точка відліку, від якої структура розходить колами в радіальних напрямках. Коло у цьому разі є символом того, що всі зусилля її працівників ведуть до одного – до успіху компанії.

Словник.UA пояснює значення адхократичної культури: «Адхократична культура – корпоративна культура компанії, в якій кожний співробітник є творцем, новатором; тут немає вимог чітко дотримуватися регламенту, але є неухильна вимога передбачати майбутнє і не боятися ризикувати для завоювання в ньому передових позицій».

### **Література.**

1. Елвін Тоффлер. Шок будущего, М., «Аст», 2002, с. 145-167.
2. Генрі Мітцберг. Структура в кулаку: створення ефективної організації. [Електронний ресурс]. <http://bigc.ru/theory/books/mhsf/>.
3. В.В. Сухонос. Адхократія як антибюрократична державна технологія: історико-правовий контекст. Правовий вісник Української академії банківської справи № 2(11). – 2014. – с. 3-7.

**УДК 330.3**

**І. Тернавський, О. Алонге, А. Раза**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ СТРАТЕГІЙ ЯК ЧИННИКІВ ІННОВАЦІЙНОЇ  
МОДЕЛІ ФУНКЦІОНУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНИХ ПРОМИСЛОВИХ  
ПІДПРИЄМСТВ У СУЧАСНИХ ПОСТКОНФЛІКТНИХ УМОВАХ**

**I. Ternavskiy, O. Alonge, A. Raza**

**DEFINING BASIC STRATEGIES AS FACTORS INNOVATION MODEL FOR  
NATIONAL FUNCTIONING INDUSTRIAL ENTERPRISES IN MODERN POST  
CONFLICT CONDITIONS**

У сучасних постконфліктних умовах функціонування промислових підприємств одним з актуальних питань для керівників є формування організаційно-економічного механізму управління, який ґрунтується на інноваціях, який спроможний забезпечити ефективне та стабільне функціонування та його конкурентоспроможність. Механізм інноваційного управління розглядають як складову частину загальної системи управління, що забезпечує дієвий вплив на фактори, стан яких обумовлює результат діяльності об'єкту управління. Досягнення успіху промислового підприємства через використання сильних якостей спеціалізації та зростання породжує у таких компаніях самовпевненість і догматичні правила та ритуали. Саме сильні сторони згодом можуть виявитися причиною загибелі таких підприємств. Варто визначити напрямки, в яких вітчизняні вчені здійснюватимуть розроблення, відповідно до міжнародних стандартів і тим самим забезпечуватимуть сильні позиції України на світовому ринку. Необхідно забезпечити фінансування фундаментальних досліджень, знайти додаткові джерела для фінансування, одним з яких є реформування податкової системи. Потрібне створення нових і розвиток існуючих технологічних парків, вільних економічних зон для залучення інвестицій в модернізацію виробництва. Вивчення зарубіжного досвіду економічного розвитку підприємств практично всіх галузей виробництва підтверджує, що успіх супроводжує ті підприємства, чії інноваційні стратегії спрямовані на активне використання їхнього внутрішнього потенціалу для змін зовнішнього оточення, а не простого пристосування до нього; ні розробка, ні здійснення ефективної стратегії, ні успішні організаційні зміни неможливі, якщо на підприємстві немає функціонуючого механізму навчання й управління знаннями, а через них – й інноваціями.

Стратегічний підхід в інноваційному менеджменті слугує основою забезпечення тривалої та стійкої діяльності підприємств. До базових стратегій підприємства відносяться корпоративні або ділові стратегії, які визначають стан загального бізнесу (його розвиток, стабілізацію або скорочення). Власне інноваційні стратегії забезпечують досягнення цілей базових стратегій. Досягнення підприємством лідируючого становища на ринку безпосередньо пов'язане з реалізацією різних стратегій наступального типу, орієнтованих на створення: нових продуктів, що задовольняють потреби, яких раніше не існувало, тобто створюють новий ринок; продуктів, що істотно відрізняються від наявних на ринку; нової технології, що дозволяє створювати продукти, які забезпечують краще задоволення потреб. Наступальні стратегії забезпечуються серйозними вкладеннями у розроблення продукту та технології, маркетингові дослідження, які пов'язані з підвищеним ризиком можливих невдач технічного або організаційного характеру. Проте у випадку успіху підприємство гарантує собі високий рівень прибутків. Застосування оборонних стратегій дозволяє підприємствам стабілізувати своє становище на ринку. Такі стратегії припускають відставання від лідерів в часі виходу на ринок нових продуктів і

дозволяють уникнути великих витрат, пов'язаних із підвищеним ризиком. Оборонні стратегії також спрямовані на пошук підприємствами своїх ніш на ринку і передбачають удосконалення товарів і виробів з урахуванням інтересів груп споживачів. Ефективна стратегія для підприємств, що не мають власного розробленого продукту, пов'язана із застосуванням імітаційної стратегії. Успішна реалізація стратегії заснована на вирішенні організаційних питань, передусім міри відособленості інноваційної діяльності. Тут можливі різні форми організації: резервації, наукові лабораторії, інкубатори, проектні групи тощо.

Як показує теорія та підтверджує досвід, порушення платоспроможності у сучасних умовах найчастіше є наслідком неадекватності інноваційної стратегії підприємства змінам зовнішнього середовища. У результаті така продукція та технології виявляються застарілими, ринки підприємства не забезпечують прибутковості, відбувається скорочення активів, втрачається платоспроможність. Фінансові складності у цьому випадку становлять лише видиму частину великої проблеми. Варто зауважити, що часто навіть за наявності коштів, ефективність їх інвестування в інноваційну діяльність є неефективною. А це, по суті, є наслідком відсутності чітких планів щодо реалізації інвестиційно-інноваційних проектів, їх розношеність, неврахування факторів впливу на їх результативність. Загалом можна відзначити, що стан промислового комплексу визначається такими негативними рисами: недостатня орієнтація на виробництво продукції кінцевого споживання; домінування видобувних і базових галузей з низьким ступенем переробки сировини; застарілі технології у більшості галузей (за наявності унікальних високотехнологічних виробництв), висока матеріало- та енергоємність виробництва при майже монопольній залежності від імпорту енергоресурсів; високий ступінь зношеності основних фондів; деформована структура виробництва; не конкурентоспроможність більшої частини вітчизняної продукції через низьку якість і моральну застарілість, що поглибилась у зв'язку із встановленням світових цін на енергоносії; відсутність реальних механізмів об'єднання наявних ресурсів, їх концентрації на найбільш значних та перспективних напрямках розвитку; інноваційна політика немає чіткої спрямованості у вирішенні конкретних економічних проблем регіонів, в їх реструктуризації з врахуванням ринкових чинників; відсутність залежності між збільшенням обсягу продажу приватними компаніями і зростання фінансування здійснюваних ними досліджень і розроблень.

### **Література**

1. Возняк Г. В. Інноваційна діяльність промислових підприємств та способи її фінансування в Україні: [монограф.] / Г. В. Возняк, А. Я. Кузнецова. – К.: УБС НБУ, 2007. – 183 с.
2. Геєць В. М. Стратегічні виклики XXI століття суспільству та економіці України / В. М. Геєць // Інноваційно-технологічний розвиток економіки. – К.: Фенікс, 2007. – Т. 2. – 564 с.
4. Горбатенко В. П. Інноваційний розвиток економіки: політико-правові аспекти : монографія / В.П. Горбатенко. – К.: ТОВ "Видавництво "Юридична думка", 2006. – 248 с.
5. Довідка щодо стану інституційного забезпечення інвестиційної та інноваційної діяльності в Україні. Державне агентство з питань науки, інновацій та інформатизації України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dknii.gov.ua>.

**УДК 339**

**І. Федішин, канд. екон. наук, Ж. Жарковська, О. Я. Кунинець**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ НАПРЯМКІВ СТИМУЛЮВАННЯ  
ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ВІТЧИЗНЯНИХ ПІДПРИЄМСТВУ СУЧАСНИХ  
УМОВАХ ТРАНСФОРМАЦІЙНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ**

**I. Fedyshin, Ph.D., Zh. Zharkovskaya, O. Kuninets**

**DETERMINATION OF MAIN PROBLEMS OF STIMULATION  
INNOVATIVE DEVELOPMENT OF DOMESTIC ENTERPRISES IN THE MODERN  
CONDITIONS OF TRANSFORMATION CONVERSIONS**

На сучасному етапі розвитку світової економіки інновації та новітні технології не тільки є визначальними для економічного зростання країн, але також виступають індикаторами рівня економічного добробуту суб'єктів світового господарства. Економічна сутність концепції переходу на інноваційний шлях розвитку полягає в тому, що, по-перше, знання та науково-технічний прогрес стають основними факторами розвитку економіки; по-друге, необхідно якомога швидше адаптувати стратегії інноваційного розвитку до особливостей конкретної країни; по-третє, для національної економіки дуже важливим є розвиток інфраструктури постіндустріального суспільства. Для економік всіх без винятку країн формування механізму інноваційного розвитку представляється першочерговим завданням, оскільки служить джерелом отримання додаткових конкурентних переваг на світовому ринку. Разом з тим, в останні десятиліття, в умовах бурхливого розвитку процесів глобалізації світової економіки та інтернаціоналізації господарського життя, трансформується сама система інноваційного розвитку країни. Система управління інноваційним розвитком підприємства є відкритою системою. Її основу складає організаційно-економічний механізм управління інноваційним розвитком підприємства. Головною особливістю системи управління інноваційним розвитком підприємства є те, що вона орієнтована не тільки на внутрішньодовільні відносини, але і на всебічне застосування існуючих і перспективних ринкових можливостей інноваційного розвитку з метою досягнення успіху, максимізації доходів для забезпечення стійкого розвитку. На інноваційний розвиток підприємства впливає безліч факторів, різних за своїм походженням і за сферами впливу (у просторі та у часі). Для кожного окремого суб'єкта важливо нівелювати вплив дестимулюючих факторів і максимально посилити дію чинників, що сприяють активізації інноваційної діяльності у залежності від життєвого циклу підприємства.

На сучасному етапі роль інновацій у розвитку світової економіки та національних економічних систем суттєво зростає, що пояснюється не тільки глобальними кризовими явищами та відповідним пошуком нових джерел підвищення конкурентоспроможності суб'єктів світового господарства. Третя науково-технічна революція (НТР) сприяє кардинальному переосмисленню ролі інновацій як чинника розвитку економічних систем, економічного зростання та нарощування конкурентних переваг господарюючих суб'єктів. Під впливом третьої НТР в останні три десятиліття були розроблені нові теорії - теорія постіндустріального та «нового індустріального суспільства» (Дж. Гелбрейт, П. Дракер, М. Кастельс), що ставлять знання в основу формування економіки.

Формування механізму управління інноваційною діяльністю направлене на орієнтацію діяльності підприємства на безперервний пошук та реалізацію ринкових можливостей інноваційного розвитку у нестабільних умовах зовнішнього середовища

функціонування. Інноваційний розвиток опирається на постійний пошук і використання нових способів і сфер реалізації потенціалу підприємства у межах його місії й обраної мотивації діяльності. Воно тісно пов'язане з модифікацією існуючих і формуванням нових ринків збуту. Діючий механізм управління інноваційною діяльністю підприємства, повинен формуватися на основі наступного комплексу принципів: системності як відкритої, адаптивної, динамічної системи імовірнісного характеру; комплексності як системи, яка функціонує у ринковому середовищі у межах, окреслених методами державного та регіонального регулювання; орієнтації на інновації, забезпечує тривале виживання та розвиток підприємства у нестабільному середовищі за рахунок постійного пошуку та використання нових способів і сфер реалізації його потенціалу; балансу інтересів суб'єктів інноваційної діяльності.

Модифікація економічної природи інновацій визначила й еволюцію зарубіжних досліджень в даній сфері, якими займається ряд авторитетних міжнародних організацій (наприклад, Керівництво Осло або ЮНКТАД) та які аналізують вплив інноваційного розвитку та інновацій на економічне зростання. Так, наприклад, Конференцією ООН з торгівлі та розвитку був розроблений індекс інноваційного потенціалу (англ. – Innovation Capability Index), під яким розуміється сукупність різних ресурсів, необхідних для ефективного інноваційного розвитку. Даний індекс, в свою чергу, включає індекс технологічної активності (англ. – Technological Activity Index) та індекс людського капіталу (Human Capital Index). У першому враховуються такі компоненти, як чисельність науководослідного персоналу, видані патенти та наукові публікації з розрахунку на один мільйон жителів країни; у другому – рівень грамотності, рівень охоплення населення середньою та вищою освітою. Також проблеми інноваційного розвитку досліджується і Всесвітнім економічним форумом (ВЕФ), експертами якого затверджується вплив інноваційного розвитку на конкурентоспроможність країни на конкретному світовому ринку, і це обґрунтовується тим, що зростання конкурентоспроможності неможливе без внутрішнього попиту. Міжнародною бізнес-школою INSEAD і Всесвітньою організацією інтелектуальної власності розроблено також Глобальний індекс інноваційного потенціалу (англ. - Global Innovation Index), що розраховується як зважена сума оцінок за двома групами показників: 1) умови і ресурси для інноваційного розвитку (англ. – Innovation Input), що включають людський капітал, інститути, дослідження, інфраструктуру, розвиток внутрішнього ринку та підприємництва; 2) результати інноваційної діяльності (англ. – Innovation Output) у вигляді розвитку технологій і формування економіки знань.

### **Література**

1. Аналітична доповідь центру Разумкова. Інноваційний розвиток в Україні: наявний потенціал і ключові проблеми його реалізації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.uceps.org/additional/analytical\\_report\\_NSD55\\_ukr.pdf](http://www.uceps.org/additional/analytical_report_NSD55_ukr.pdf).
2. Антохов А. А. Інноваційний розвиток економіки України через призму зарубіжного досвіду / А. А. Антохов // Науковий вісник МНУ ім. В.О. Сухомлинського: зб. наук. праць. – 2015. – № 2 (5). – С. 7.
3. Мешко, Н. П. Стратегія інноваційного розвитку країн світової економіки в умовах глобалізації [Текст]: автореферат... д-ра екон. наук, спец.: 08.00.02 – світ. госп-во і міжнарод. екон. відносини / Мешко Н. П. – Донецьк : Донецький нац. ун-т, 2009. – 39 с.

**УДК 330.352**

**Н. Юрик, канд. екон. наук., доц., С. Дмитрів, Г. Ю. Колесник**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ВПЛИВ МЕХАНІЗМУ ІНТЕНСИВНОГО РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА НА ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ВІТЧИЗНЯНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

**N. Yuryk, Ph.D., Assoc. Prof., S. Dmitryv, G. Kolesnyk**

**INFLUENCE OF MECHANISM OF INTENSIVE DEVELOPMENT OF PRODUCTION FOR INCREASE COMPETITIVENESS DOMESTIC ENTERPRISES**

Реформування економіки країни, що відбувається, перш за все, торкається зміни характеру організаційно-економічних відносин у процесі виробництва. Сучасні підходи до ринкового господарювання ставлять перед виробництвом конкретні цілі: випускати певні види продукції (надавати послуги) за номенклатурою, кількістю, якістю та ціною, які відповідають існуючому попиту чи прогнозу щодо нього. Тому завданнями управління та використання виробничих ресурсів є: систематичне підвищення рівня організації виробництва, гнучкості реагування на зміни попиту, мобільності проектування та освоєння нової продукції (послуг); підтримання оптимальності функціонування з найменшими витратами; забезпечення високої культури трудової діяльності персоналу, спрямованої на точне і своєчасне виконання замовлень належної якості та конкурентоспроможності. Ефективне виробництво та реалізація якісної продукції позитивно впливають на фінансовий стан підприємства. Збої у виробничому процесі, погіршення якості продукції, ускладнення з її реалізацією ведуть до зменшення надходження коштів на рахунки підприємства.

Пріоритетним завданням державної політики у сфері забезпечення науково-технологічної безпеки є розвиток національної інноваційної системи. Для здійснення цього завдання необхідно: визначити основні параметри інноваційної моделі розвитку та структурної перебудови національної економіки; здійснити оцінювання наявного виробничого потенціалу вітчизняного виробництва конкурентоспроможної високотехнологічної продукції, визначити заходи щодо його реалізації; здійснити комплексний аналіз та експертизу чинних стратегічних і програмних документів щодо їх інтенсивної спрямованості та внести в установленому порядку пропозиції щодо їх оптимізації. Динаміка розвитку ринку підтверджує, що потреба такого механізму все більше зростає, оскільки послаблення регулюючого впливу з боку держави посилює диспаритет відношень і на ринку, і в цілому в промисловості, що є однією з причин падіння обсягів промислового виробництва, погіршення соціального рівня населення, зниження його життєвого рівня. В силу цього сучасний промисловий ринок продовжують залишатися витратними та пасивними до навколишнього середовища. Таке положення диктує необхідність пошуку шляхів виходу з кризи та розроблення такого механізму інтенсифікації виробництва промисловості, який би забезпечував випуск конкурентоспроможної продукції як за якістю, так і за витратами.

Створення ефективного механізму інтенсифікації виробництва конкурентоспроможної продукції – постійний та визначальний фактор у прийнятті управлінських рішень щодо соціально-економічної проблеми розвитку та підвищення ефективності виробництва. Управління механізмом інтенсифікації виробництва конкурентоспроможної продукції має ґрунтуватися на глибокому та всебічному розумінні його елементів, принципів взаємодії всередині цього механізму окремих елементів, пізнанні його як єдиного цілого, взаємодії цього механізму з іншими

механізмами та підсистемами. Тому сьогодні виникає необхідність зосередити увагу на умовах, що зумовлюють дисфункціональність зазначеного механізму через неповну й непослідовну визначеність довгострокових політичних, організаційних, економічних, соціальних цілей, які мають вирішальне значення для суспільства.

Базуючись на забезпеченні діалектичного поєднання зовнішньої та внутрішньої ефективності управління, підприємству для ефективної діяльності необхідно постійно працювати у напрямку інтенсифікації виробництва конкурентоспроможної продукції і закріплення його позицій на ринку. При цьому внутрішня ефективність діяльності промислового підприємства може бути охарактеризована за допомогою показників економічної, фінансової, ресурсної ефективності, а також показників, що характеризують соціально-економічний та науково-технічний ефект управління підприємством, водночас зовнішня ефективність управління буде характеризуватись ступенем досягнення цілей та ступенем виконання планів діяльності підприємств промисловості. Побудова механізму інтенсифікації виробництва створює необхідні передумови для того, щоб менеджери промислового підприємства різних рівнів управління чітко уявляли майбутнє свого підприємства та розвивали його стратегічні можливості. При цьому можна прослідкувати взаємозв'язок та взаємодію організаційної та економічної складової механізму: економічна складова, насамперед, буде характеризуватися цільовою спрямованістю.

Успішна реалізація механізму інтенсифікації виробництва конкурентоспроможної продукції підприємств промисловості, на нашу думку, можлива за умови дотримання таких умов: наявність конкретної мети механізму: інтенсифікації виробництва конкурентоспроможної продукції підприємства промисловості; наявність базових правил, що визначають функції механізму – забезпечення і підтримання динаміки зростання ефективності управління виробничою діяльністю промислового підприємства; використання інструментів, що зберігають властивості механізму; наявність ресурсів, що забезпечують досягнення мети механізму; зацікавленість управлінців і виконавців у реалізації мети механізму. Упродовж дослідження сучасних ефективних моделей інтенсивного розвитку промислових підприємств було виявлено, що значна їх кількість складається з певного переліку схожих за змістом етапів, які мають зазвичай різну послідовність виконання, зокрема: повна діагностика підприємства, аналіз і розроблення концепції, програма інтенсивного розвитку та її реалізація. Доцільно подати процес інтенсифікації виробництва у вигляді таких послідовних етапів. комплексна діагностика підприємства; розроблення проекту інтенсифікації; впровадження проекту; оцінювання ефективності проведення інтенсифікації виробництва; внесення змін до проекту інтенсифікації.

### **Література**

1. Денисова Е. И. Механизм реструктуризации как способ адаптации предприятия к изменениям внешней среды / Вестник ОГУ. 2008. № 8. С. 81-86.
2. Жданов В. В. Предпосылки и экономический механизм реструктуризации предприятий / Известия Рос. гос. пед. ун-та им. А. И. Герцена. 2008. № 49. С. 52-55.
3. Шарко В. В. Инструменти механізму інтенсифікації виробництва промислового підприємства / Економічний часопис–XXI. 2012. № 9. С. 70-73.



**УДК 35.071**

**Н. Є. Юрик, канд. екон. наук., доц., В. Л. Липська, О. Т. Ференц**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **ВИЗНАЧАЛЬНІ СУБ'ЄКТИ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ**

**N. Yuryk, Ph.D., Assoc. Prof., V. Lipskaya, O. Ferentz**

### **DIFFERENT PUBLIC ADMINISTRATION SUBJECTS**

Модернізація та розвиток інститутів, механізмів і моделей публічного управління є актуальною науковою та практичною проблемою для країн світу, для країн перехідного періоду, зокрема для України, яка спрямовується до змішаної формації та солідаристичної цивілізації. Становлення України як повноцінного конкурентоспроможного партнера у світовому цивілізаційному та формаційному просторі потребує наукового обґрунтування засад публічного управління: Публічне управління – це управління, що здійснюється на основі волевиявлення громади (колективу людей) та реалізується суб'єктами, визначеними громадою, для задоволення потреб і досягнення цілей громади як об'єкту управління. Задоволення потреб і досягнення цілей громади фактично означає функціонування та розвиток колективу людей. Наукове формулювання категорії “публічне управління включає уточнення певних наукових понять, а саме: Публічне управління – здійснення сукупності раціональних (тобто запрограмованих і виокремлених за певними ознаками із можливих з урахуванням стану зовнішнього середовища) впливів на функціонування та розвиток колективу людей на основі програми управління та інформації про поведінку та стан об'єкта управління, спрямованих на підтримку, поліпшення та розвиток об'єкту управління для досягнення наперед визначеної сукупності цілей. Суб'єктом і одночасно об'єктом управління є колектив людей – громада: це громада села, селища, району, міста, країни, світове товариство, а також суб'єкти громадянського суспільства, у тому числі недержавні (у тому числі об'єднані спільними інтересами) організації, професійні, конфесійні, корпоративні та інші об'єднання.

Саме управлінською ланкою суб'єктів управління виступають органи публічного управління: інституції, обрані шляхом прямих виборів та їх виконавчі структури; посадові та службові особи, обрані через прямі вибори; посадові та службові особи, призначені інституціями та їх виконавчі структури. Визначальними серед суб'єктів публічного управління є населення країни та групи інтересів. В умовах солідаристичної цивілізації та змішаної формації саме вони визначають, стверджують, контролюють та оцінюють прямим або представницьким способами: цілі суб'єктів громадянського суспільства, у тому числі органів публічного управління, стратегічні програмні рішення з їх досягнення; шляхи задоволення потреб колективу та вирішення значущих для спільноти поточних проблем; результативність і ефективність публічного управління. Важливого наукового і практичного значення набуває розмежування понять публічне управління та публічне адміністрування. Можна запропонувати, що публічне адміністрування – керування діяльністю апарату управління підприємством, установою чи організацією неприватної форми власності, у тому числі органу державної влади, органу місцевого самоврядування, суб'єкту громадянського суспільства. Засади публічного управління адекватні основним положенням змішаної формації та солідаристичної цивілізації та базуються на цінностях громадянського суспільства та демократизації суспільних процесів. У сучасних умовах України, коли громадянське суспільство, публічна сфера, багато складових політичної системи ще не повною мірою сформувалися, саме публічна політика має стати єдиним виразником загальних інтересів усіх верств суспільства. Через формування публічної політики та її

впровадженням інституціональним середовищем (інституціями та інститутами) публічного управління має формуватися солідарність між суспільством країни та державою як системою відносин, спрямованих на реалізацію цінностей суспільства та досягнення цілей публічної політики.

Велике значення мають поняття системності та інституціональності публічного управління, тобто застосування положень системного аналізу та синтезу і сучасних теорій інституціоналізму в теорії та практиці публічного управління. Вони розширюють її концептуальну основу. Концептуальні ідеї складають основоположні засади теорії публічного управління: публічне управління спрямоване на забезпечення загального блага, суспільного цінностей, цілей, інтересів і потреб; публічне управління виступає як цілісність управлінського процесу від ідентифікації інтересу та/чи потреби особи до оцінки результату їх вирішення: тобто управлінських процесів: ідентифікації інтересу та/чи проблеми особи, формування інтересів та/чи потреб громади (територіальної, професійної тощо) та їх представлення у публічній політиці, перетворення публічної політики демократичним шляхом у державну політику, реалізація державної політики механізмом держави та оцінювання суб'єктами публічної сфери результатів впровадження державної політики; публічне управління має системний і інституціональний характер, де системоутворюючим фактором виступають цінності, цілі та потреби колективу, громади та суспільства, відношення між суб'єктами публічної сфери мають характер взаємодії та взаємосприяння та регулюються суспільно визнаними інститутами (правилами, нормами, традиціями тощо) та інституціями (органами публічного управління); публічне управління – засіб консолідації громади та суспільства навколо бачення майбутнього громади та суспільства, національної ідеї тощо, а також засіб забезпечення солідарності громад і суспільства та держави у визначенні цінностей і цілей розвитку суспільства і шляхів їх досягнення, збереження тощо; публічне управління надає сутності управлінської діяльності характер спрямованості на цінності, цілі та потреби громади, відкритості, солідарності, раціоналізму та безпосередньої причетності особи до вирішення проблем громади; забезпечує результативність і ефективність управлінського процесу за рахунок доцільного та своєчасного використання ресурсів на основі сучасних методів управління; суб'єкти публічної сфери є органічними складовими єдиного публічного управлінського механізму та орієнтовані на цінності (у тому числі й соціальна справедливість), цілі, потреби громади та її окремих членів як споживачів послуг адміністративних структур публічного управління; результати діяльності публічної сфери, її складових і матеріальних додатків механізму публічного управління є основою оцінювання результативності та ефективності функціонування системи публічного управління та її суб'єктів; управлінська ланка публічного управління має бути організована у публічну службу відповідальну як перед громадянами, яким служить, так і перед політичним керівництвом за реалізацію публічної політики.

### **Література**

1. Синявіна М. В. Публічне управління та публічна служба як результат демократизації державного управління / М. В. Синявіна // Публічне управління: теорія і практика. – Х.: зб. наук. пр. Асоціації докторів наук з державного управління, 2011. – № 3 (7). – С. 48–53.
2. Brunet P. La notion de service public / Pierre Brunet [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.france-jus.ru>.

**Секція: ГУМАНІТАРНІ ТА СОЦІАЛЬНІ НАУКИ**

**Голови:** проф. А. Довгань, проф. В. Ніконенко, проф. Я. Стоцький, проф. Н. Буняк, проф. М. Рудакевич, доц. В. Кухарська, доц. А. Криськов

**Вчений секретар:** доц. Н. Габрусєва

**УДК 796.37.037**

**О.М. Босюк, ст. викладач, Н.В. Вальчак, ст. викладач.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**ОСОБЛИВОСТІ ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ ПЛАВЦІВ НА ЕТАПАХ РІЧНОГО МАКРОЦИКЛУ**

**O. Bosyuk, teacher, N. Valchak, teacher.**

**PECULIARITIES OF PHYSICAL FITNESS OF SWIMMERS ON THE STAGES OF ANNUAL MACROCYCLE**

Високий рівень спортивних досягнень свідчить, що всяке подальше просування до завоювання першості в тому чи іншому виді спорту лежить через докладно продуману, науково обґрунтовану систему підготовки спортивного резерву [1].

Проблеми формування оптимальної структури підготовленості спортсменів, вимагають, щоб з одного боку, вони відповідали вимогам змагальної діяльності в конкретній дисципліні, з іншого боку, засновувалися на врахуванні індивідуальних особливостей спортсменів [2].

На цей час недостатньо інформації щодо визначення, та вивчення внутрішньогрупових особливостей фізичної працездатності плавців за переважним розвитком компонентів фізичної підготовленості [3].

**Мета дослідження** – визначити внутрішньогрупові особливості фізичної підготовленості плавців (I–III розрядів), за переважним розвитком компонентів фізичної підготовленості.

Нами передбачалося, що проведені дослідження допоможуть об'єктивно розподілити плавців на відносно самостійні групи, які відрізняються рівнем розвитку основних фізичних якостей, що в свою чергу допоможе диференціювати навчально-тренувальний процес.

З метою визначення основних груп спортсменів, що відрізняються типологічними особливостями фізичної підготовленості щодо модельних, нормованих величини досліджуваних показників були оброблені методом кластерного аналізу.

У підсумку багатомірного аналізу для кожного досліджуваного періоду було виявлено три основні типологічні групи плавців:

- із відносно рівномірним розвитком показників фізичної підготовленості;
- зі зниженим рівнем відносної сили основних м'язових груп;
- із підвищеним рівнем відносної сили основних м'язових груп.

Назви типологічних груп умовні і відбивають найбільш істотні розходження, що мають місце між ними.

Так, спортсмени, що складають групу з відносно рівномірним розвитком показників фізичної підготовленості, у підготовчому і змагальному періодах мають більш високі величини життєвої ємкості легень і швидкісної витривалості, що відповідають високому рівню розвитку.

Плавці зі зниженим рівнем відносної сили основних м'язових груп у підготовчому та змагальному періодах мають знижені показники життєвої ємкості легень і швидкісної витривалості (близькі до низького рівня). У перехідному періоді до

цього переліку додаються ще і показники загальної, спеціальної та силовій витривалості.

Підвищений рівень відносної сили основних м'язових груп у спортсменів третьої типологічної групи, із підвищеним рівнем відносної сили основних м'язових груп практично у всіх періодах річного циклу сполучається з невеликою масою тіла спортсменів (за даними ваго-ростового індексу), трохи зниженими показниками життєвої ємкості легень, але високими величинами загальної, спеціальної та силовій витривалості.

Представництво спортсменів у типологічних групах змінюється у різні періоди річного циклу.

Крім того, дуже цікавими виявилися результати вивчення представництва плавців із різними типами фізичної підготовленості у групах із неоднаковою віково-кваліфікаційною динамікою спортивної майстерності,

Результати вказують, що велика частина спортсменів (62%), спортивні результати яких відповідають кваліфікаційним вимогам вікової групи або випереджають їх, є представниками першої або третьої типологічної групи, тобто характеризуються рівномірним розвитком показників фізичної підготовленості чи мають підвищений рівень відносної сили ведучих м'язових груп. Інша частина плавців (38%) виконує розрядні нормативи, маючи знижений рівень відносної сили. Однак, така картина характерна переважно для юних спортсменів. Ймовірно, що у юних плавців недолік силовій підготовленості може компенсуватися добрим володінням технікою плавання, однак у юніорів можливості такої компенсації менші.

Що стосується спортсменів, чий спортивні результати відстають від кваліфікаційних вимог вікової групи, то тут ситуація прямо протилежна: тільки 27% плавців мають I чи III тип фізичної підготовленості. У переважній більшості (70%) спортсменів фізична підготовленість характеризується зниженим рівнем розвитку силових можливостей: із них 10% — старші юнаки і 60% — юніори.

**Висновки.** Таким чином, узагальнення представленого фактичного матеріалу дозволяє прийти до висновку, що навчально-тренувальний процес плавців не завжди забезпечує необхідний рівень розвитку найважливіших показників фізичної підготовленості і, насамперед, силових можливостей спортсменів. Безумовно, слабка силова підготовка — одна з основних причин, що знижує якість підготовки спортивного резерву в плаванні. У зв'язку з цим резонно припустити, що значне поліпшення спортивних результатів можливе лише за умови ліквідації існуючої прогалини в силовій підготовленості спортсменів, за допомогою спеціально організованого тренування на всіх етапах річного циклу і багаторічного спортивного вдосконалення.

### **Список літератури**

1. Ганчар И.Л. Плавание: теория и методика преподавания: Учеб.- Мн.: "Четыре четверти", "Экоперспектива", 1998.— 352 с., ил.
2. Спортивное плавание / Под. ред. Булгаковой Н. Ж. — М.: ФОН, 1996. — 430с.
3. Плавание: Учебн. для вузов физ. культуры / Под ред. В. Н. Платонова. — Киев: Олимпийская литература, 2000.— 495 с.

**УДК: 796. 863.084**

**Н. Вальчак, ст. викладач, О. Босюк, ст. викладач.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ПЛАВАННЯ – ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ ДО НЕСПРИЯТЛИВИХ ВПЛИВІВ ПОГОДИ**

**N. Valchak, teacher, O. Bosyuk, teacher.**

### **SWIMMING IS AN EFFECTIVE MEANS OF INCREASING RESISTANCE OF HUMAN ORGANISM TO UNFAVORABLE EFFECTS OF WEATHER**

Відомо, що дія погодних чинників змінює резистентність здорового, а особливо хворого організму, порушує гомеостатичні функції, адаптаційно-компенсаторні процеси, знижує працездатність. А, якщо, ще й врахувати вплив підвищених психоемоційних навантажень на сучасну людину у поєднанні з низькою руховою активністю, то проблема ще більше загострюється.

Вивчали показники фізичної працездатності та аеробної продуктивності організму в 35-ти практично здорових студентів, чоловіки віком від 18 до 23 років, які займаються плаванням у басейні навчального спортивно-оздоровчого центру "Політехнік" ТНТУ ім. І. Пулюя.

Дослідження проводили в першій половині дня, за погодних умов (медико-метеорологічних ситуаціях) I та III типів.

Застосований нами степ-тест PWC<sub>170</sub> показав, що у всіх досліджуваних групах плавців, незалежно від їх кваліфікації, в умовах метеоситуації III типу відносні показники фізичної працездатності та аеробної продуктивності організму суттєво менші, ніж відповідні показники при метеоумовах I типу.

У плавців групи оздоровчого плавання (ГОП) відносні показники фізичної працездатності та максимального споживання кисню (МСК) в умовах метеоситуації III типу достовірно менші відповідно на 7,8 % ( $P < 0,05$ ) та на 7,4 % ( $P < 0,05$ ), ніж аналогічні при метеоумовах I типу. Відносний показник фізичної працездатності знизився в 89,0 % осіб цієї досліджуваної групи.

Подібні, хоча і менш виражені, зміни фізичної працездатності ми спостерігали і у плавців-розрядників. Встановлено, що відносні показники фізичної працездатності за погодних умов III типу, у порівнянні з I, вірогідно менші відповідно: у плавців 3-го розряду на 6,2 % ( $P < 0,05$ ) та 2-го – на 5,8 % ( $P < 0,05$ ). Відносні показники МСК за метеоумов III типу у них також знизились, відповідно: у плавців 3-го розряду на 6,1 % ( $P < 0,05$ ) та у плавців 2-го – на 5,7 % ( $P < 0,05$ ). Несприятлива метеоситуація призвела до зниження показників фізичної працездатності в 76,6 % плавців 3-го та у 70,3 % плавців 2-го спортивних розрядів.

Зниження атмосферного тиску і відповідно вмісту кисню у повітрі, що є характерним для погоди III типу призводить до зменшення насичення киснем артеріальної крові, зниження тиску кисню і відповідно до сповільнення процесу переходу його в тканини [1]. Таким чином, при невідповідності між збагаченням киснем крові і потребами органів і тканин у ньому, розвивається помірна гіпоксія,

внаслідок якої порушується енергетичний обмін та створюється недостатня кількість АТФ. Крім цього, зміни погоди зумовлюють мобілізацію додаткових механізмів, які компенсують недостатність базових процесів [2]. Вмикання цих механізмів супроводжується переходом на інертний режим функціонування органів і систем, що призводить до значних витрат функціональних резервів [3]. Тому, можна вважати, що причиною зниження працездатності у досліджуваних групах плавців є несприятливі погодні умови III типу.

При зіставленні результатів проведених нами досліджень встановлено, що при метеоситуації III типу, у порівнянні з I, в осіб з більшою інтенсивністю занять плаванням, показники фізичної працездатності та аеробної продуктивності зазнали меншого негативного впливу погоди, ніж у плавців з меншою інтенсивністю занять. Це пояснюється тим, що систематичні фізичні тренування сприяють розвитку адаптації до періодичної гіпоксії. У результаті цього в організмі формується стійкість до гіпоксії шляхом формування структурного сліду [4,5]. Суть останнього полягає у збільшенні потужності і економічності функціонування системи захвату і транспорту кисню, в збільшенні стійкості до стресових пошкоджень, розвитку антигіпертензивного ефекту і корекції імунних порушень.

Результати проведених нами тестувань покращують розуміння механізмів впливу погоди на людей та переконують в тому, що регулярні фізичні навантаження у водному середовищі є ефективним засобом підвищення стійкості організму людини до несприятливих впливів погоди.

1. Duffi R. The Weather and Health. // Environ.–Vien, 2003.– V.6, N2.– P. 110-116.

2. E.Fox, R.Bowers, M.Foss. The physiological basis for exercise and sport. WCB. Wm.C. Brown Communications, Inc., 2002.– P. 710.

3. Карпман Б.Л. Тестирование в спортивной медицине / Карпман Б.Л., Белоцерковский З. Б., Гудков И.Л. – М. Физкультура и спорт, 1996.– 208 с.

4. Анохин П.К. Узловые вопросы теории функциональной системы / Анохин П.К. – М.: Наука, 1980.– 197 с.

5. Курко Я.В. Психофізіологічні особливості осіб, які займаються плаванням за різних типів погоди : автореф. дис. на здобуття наук ступеня канд. мед. наук : спец. 14.03.03. "Нормальна фізіологія" / Курко Ярослав Віталійович; Львівський нац. мед. ун-т ім. Данила Галицького. – Львів, 2007. – 22 с.

**УДК 351**

**Ю. Гумен, доцент, канд. істор. наук**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**ПЕРСПЕКТИВИ ТА МОЖЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕРНЕТ  
ВРЯДУВАННЯ ОРГАНАМИ МІСЦЕВОГО САМОВРЯДУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Y. Humen, Ph.D., Assoc. Prof.**

**PROSPECTS AND OPPORTUNITIES OF INTERNET GOVERNANCE  
IMPLEMENTATION BY LOCAL SELF-GOVERNMENT BODIES OF UKRAINE**

На сучасному етапі Україна потребує нагальних політичних, економічних, соціальних і, зрештою, світоглядних змін в державному управлінні та місцевому самоврядуванні. Останні події – Майдан Гідності 2013-2014 років, депресивний постмайданівський період свідчать про нагальну потребу кардинальних змін у державних управлінських процесах. Найефективнішою моделлю подолання сучасних викликів в суспільному, державному та приватному секторах є перехід від сучасного змісту державного управління до встановлених у всьому цивілізаційному світі стандартів врядування.

Врядування, на відміну від класичного державного управління, є набагато ширшим та ефективнішим процесом, бо охоплює не лише відносини в середовищі держслужбовців, а взаємини з інститутами громадянського суспільства та групами приватного сектору. Адже прийняття усіх важливих рішень проходить у чіткій взаємодії державного, приватного та суспільного секторів. Усі проблеми державного управління в Україні – корупція, неефективність та непрозорість органів влади та управління, відсутність належного контролю з боку недержавних громадських організацій та інші відійдуть на другий план у разі застосування сучасних стандартів врядування.

Намагання вищого державного керівництва реформувати систему державного управління в Україні зводяться до чергових гасел, разових, малоефективних, профілактичних, антикорупційних заходів та спроб здійснити децентралізацію органів державної влади та управління. Неефективність та безперспективність таких заходів виправдовується відсутністю коштів на проведення реформ або небажання активних учасників політичного процесу проводити необхідні перетворення. Поступовий перехід від системи традиційного держуправління до врядування не передбачає використання значних коштів, не залежить від волі політичної еліти і навіть не є індикатором активності та зрілості громадянського суспільства.

Врядування можна ефективно здійснювати навіть в сучасних політичних та економічних реаліях України. Найефективнішим етапом переходу від традиційного державного управління до стандартів врядування є нагальна необхідність впровадження в державній службі та місцевому самоврядуванні одного з підвидів врядування – інтернет врядування.

Інтернет врядування це процес спільного прийняття політичних, економічних, соціальних, регіональних та загальнодержавних, місцевих та глобальних рішень органів державної влади, приватного сектору і громадянського суспільства засобами мережі

інтернет.

Інтернет врядування (internet governance) є різновидом врядування, який активно застосовуються в країнах Західної Європи та США. Суть цього процесу зводиться до використання соціальних мереж в якості визначення потреб і пріоритетів громадян на загальнодержавному та регіональному рівнях. Чинники та представники територіальних громад при реалізації своїх повноважень, у першу чергу, використовують дані з глобальної мережі про нагальні потреби та пріоритети громадян, і, таким чином, унеможлиблюється підозри щодо їх корупційності, закритості та малоефективності. [1, С. 3]

Інтернет врядування не є ідентичним електронному урядуванню. Концепція розвитку електронного урядування в державному управлінні України була затверджена ще 13 грудня 2010 року і визначила сутність електронного урядування як форми організації державного управління, яка сприяє підвищенню ефективності, відкритості та прозорості органів державної влади та органів місцевого самоврядування з використанням інформаційно-телекомунікаційних технологій для формування нового типу держави орієнтованої на задоволення потреб громадян. Головною складовою електронного урядування є електронний уряд – єдина інфраструктура міжвідомчої, автоматизованої, інформаційної взаємодії органів державної влади та органів місцевого самоврядування між собою з громадянами і суб'єктами господарювання. [3]

За час впровадження даної концепції електронне урядування в Україні зводиться до обов'язкової наявності інтернет ресурсів (сайтів) органів державної влади та органів місцевого самоврядування, що інформують про завдання, структуру та напрямки їх роботи. В кращому випадку громадяни можуть отримати «продукти» діяльності міністерств, відомств та органів місцевого самоврядування у вигляді електронних версій законів, постанов, рішень, наказів та розпоряджень. В окремих випадках громадянин може звернутися до органу влади та управління і отримати електронну версію певної адміністративної послуги.

Електронне урядування на відміну від інтернет врядування показує результат роботи влади, але в ніякому разі не допускає громадянина в процес прийняття рішень та контролю. Інтернет врядування не вимагає залучення значних фінансових капіталовкладень, зміни законодавства, не порушує жоден чинний Закон України чи Постанову Кабінету Міністрів. Для його впровадження потрібно лише воля влади та бажання органів місцевого самоврядування. Технічні можливості сучасного інтернет простору України, поява 3D інтернет технологій та активна участь переважної більшості населення нашої держави в інтернет просторі створюють необхідні передумови для реального впровадження. Більше того, на сьогодні, інтернет мережа вже задовольняє широке коло потреб населення (комунікація, електронні платежі, електронний ринок, соціальні мережі, офіційні сайти державних установ та інше).

Першочерговим етапом для впровадження інтернет врядування, на нашу думку, є його застосування органами місцевого самоврядування. Закон про місцеве самоврядування в Україні надає для цього усі права, можливості та джерела фінансування. Найефективнішим механізмом є створення соціальних мереж в межах офіційних сайтів органів місцевого самоврядування з можливістю індивідуальної реєстрації кожного члена громади. Далі створюється власний електронний кабінет для



кожного зареєстрованого члена територіальної громади з власним логіном і паролем, де відповідальні працівники органу місцевого самоврядування виставляють проекти рішень, що виносяться на обговорення депутатам рад, ознайомлюють з учасниками тендерних процедур, пропонують методики застосування тарифів, платежів. Ефективним механізмом роботи електронного кабінету є проведення опитувань членів територіальної громади про ставлення населення до вирішення актуальних проблем громади, обґрунтування реалізації бюджетних коштів та контролю за їх використанням, вивчення думки громадян щодо результативності роботи підрозділів виконавчих органів та інше.

Врахування позицій та побажань членів мешканців при прийнятті рішень дозволить уникнути звинувачень в корупційності та непрозорості діяльності органів місцевої влади. Реалізація інтернет врядування органами місцевого самоврядування не потребує до чинного законодавства. Так, Закон України «Про місцеве самоврядування в Україні» у статті 2 визначає місцеве самоврядування, як гарантоване державою право та реальну здатність жителів територіальної громади вирішувати питання місцевого значення, у статті 3 гарантує громадянам, які належать до відповідної територіальної громади відсутність обмежень в реалізації даного права, а стаття 9 регулює порядок прийняття та реалізації інтернет врядування в якості місцевої ініціативи. [2]

Таким чином, впровадження інтернет врядування на рівні місцевих територіальних громад є нагальним, доступним та ефективним кроком для: становлення реального народовладдя, підвищення ефективності роботи представницьких та виконавчих органів місцевого самоврядування, контролю за їх роботою, унеможливлення проявів корупції та конфлікту інтересів відповідальних посадовців і поступовий перехід до світових стандартів врядування.

#### **Список використаних джерел**

1. Akash Kapur Internet Governance A Primer. United Nations Development Programme–Asia-Pacific Development Information Programme (UNDP-APDIP) - 2005. - 49 p., P. 3
2. Закон України Про місцеве самоврядування в Україні [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/280/97-%D0%B2%D1%80>
3. [Про схвалення Концепції розвитку електронного урядування в Україні](#). Кабінет Міністрів України; Розпорядження, Концепція від 13.12.2010 № 2250-р/ [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2250-2010-%D1%80>

**УДК 101(075.8)**

**А. Довгань, д-р. філос. наук, професор, О. Туревич**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**УКРАЇНСЬКА МИТНИЦЯ ОЧИМА УКРАЇНСЬКИХ ТУРИСТІВ  
(ПОГЛЯД З МИНУЛОГО)**

**A Dovhan, Dr. Prof., O. Turevuch**

**UKRAINIAN CUSTOMS THROUGH THE EYES OF UKRAINIAN  
TOURISTS (A VIEW FROM THE PAST)**

Українці їздили завжди за межі власної індивідуальної домівки чи суспільної території своєї країни, окресленої державним кордоном. В сучасних умовах безвізового режиму проїзду українських туристів у країни Євросоюзу юридично спрощується фізичний перетин кордонів тих українських громадян, які прагнуть відпочити на теренах європейської рекреаційної зони відпочинку та збагатити себе новими пізнавальними враженнями від побаченого, почутого, і з переосмисленими думками вернутися на батьківщину.

Змінилися і функції нашої вітчизняної митниці відповідно до нормативних документів Євросоюзу, не потрібно потайки вночі, скрадаючись, рачкуючи чи бігти швидкістю лісової косулі, щоб потрапити в соціальний рекреаційний євроедем. Тому в третьому тисячолітті не один мешканець Галичини із задоволенням констатує «Жити стало легше, жити стало краще, жити стало цікавіше, жити стало...» а далі вже домислюйте самі, бо вже не тільки поодинокі «фольксвагени» гарцюють нашими колоритними дорогами. Але так було не завжди у вільній, незалежній, суверенній Україні.

Більше тридцяти років тому туристична поїздка за кордон пересічному українцю (не уточнюємо, чому він їхав у Європу ХХ століття) спричиняла неймовірно складні труднощі на шляху до омріяного десятиліттями тисячами галичан європейського відпочинку після напруженої праці на рідній землі-неньці.

Не останню роль у навіюванні нашим землякам їх туристичної «нікчемності» грала наша рідна українська митна служба. Тому студенти ефективно працюючого в той час першого приватного педагогічного інституту в Україні (ТЕІПО), в якому мав честь працювати один із авторів цього допису, а інший автор навчатися за спеціальністю «психолог», вирішили методом анкетного опитування в'яснити, чи досконала була робота тодішньої митниці, і чи задовольняла вона всі туристичні наміри наших земляків. Тема соціологічного дослідження «Українська митниця очима українських туристів». У вибірку ввійшли 45 осіб віком 25-50 років чоловічої та жіночої статі різних професій м.Тернополя, які протягом 1997 року їздили за кордон.

Анкета-питальник складалася із 15 запитань, в якій переважали закриті питання поряд із відкритими, відносно яких кожен турист міг висловити свою суб'єктивну думку щодо ефективності, професійної компетентності та моральної вивершеності поведінки кожного працівника митниці при перетині державного кордону тим чи іншим українським туристом. Результати отримані наступні: по-перше виникали у 46 туристів бюрократичні проблеми з оформленням туристичних документів, тому 84 туристи від усіх опитаних вважали недосконалою організацію туристичних поїздок. З переїздом через кордон у 62 туристів виникали конфліктні проблеми із працівниками митної служби. Ображало наших туристів те, що до них митники ставилися з погордою та зневажливо, тобто як до людей «другого сорту». Лише 14 опитаних туристів відчували до себе повагу і справедливість митників при виконанні ними своїх професійних обов'язків. Тому на відкрите запитання анкети: «Якою Ви хочете бачити українську митницю?» відповіді респондентів визначились так: чесною і справедливою - 31; цивілізованою - 16; щоб ставлення працівників митниці до туристів було гуманніше, людяніше, 6 - культурною, 10 - безхабарною, такою яка є у європейських країнах; 2 - щоб митниця ефективніше працювала у сфері послуг; 4 - щоб менше було формальностей при перетині кордону, тобто менше бюрократизму.

В підсумку туристи висловились впевнено, що працівники митниці недотримуються законів України в спілкуванні з українськими громадянами-туристами, які перетинають кордон України в приватних поїздках до країн Євросоюзу. Цікаво, як працює українська митниця сьогодні, тобто в ХХІ столітті, що думаєте Ви, шановні земляки-туристи про ставлення працівників митниці до українського туриста.

## **Література**

1. Конституція України. К.:Преса України, 1997 р.- 80с.
2. Державна митна служба України //Словник фінансово-правових термінів /за заг. ред. д. ю.н., проф. Л.К. Воронової. – 2-евид., переробл. і доповн. – К.: Алерта, 2011 – 558 с.

**УДК 796. 376**

**І. Казмірчук, З. Кульчицький**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ЗДОРОВИЙ СПОСІБ ЖИТТЯ СТУДЕНТІВ ТНТУ**

**I. Kazmirchuk, Z. Kulthickiy**

### **HEALTHY LIFE STUDENT TNTU**

Сучасна освіта України створює сприятливі умови для розвитку особистості, задоволення її освітніх потреб та інтересів. У зв'язку з цим успішне засвоєння вимог системи виховання здорового способу життя залежить не лише від бажання й здібностей людей, а й від стану їх здоров'я.

Міжгалузева комплексна програма «Здоров'я нації» спрямована на задоволення потреб населення в охороні його здоров'я, передбачає збільшення та відновлення резервів здоров'я через формування науково обгрунтованої системи здорового способу життя. Особливо це стосується молодого покоління як майбутнього нашої держави.

Аналіз публікацій показав, що здоровий спосіб життя кожної людини повинен бути спрямований насамперед на зміцнення і відновлення здоров'я, первинну профілактику захворювань, формування активного трудового довголіття.

За даними статистики в Україні приблизно 70% дорослого населення має низький та нижчий за середній рівні фізичного здоров'я. 22,6 % учнів загальноосвітніх шкіл України мають середній рівень фізичного здоров'я, 33,5 % - низький. І лише 6,7 % мають рівень фізичного здоров'я вище за середній і 0,8 % - високий.

Мета нашого дослідження довести, що фізична культура є невід'ємною складовою процесу виховання здорового способу життя у студентів, що, в свою чергу сприятиме підвищенню працездатності, зміцненню та збереженню здоров'я, адаптації організму до різних суспільних ситуацій.

Механізм виховання здорового способу життя у студентів повинен складатися з використанням певних підходів: індивідуально-особистісний підхід, створення атмосфери співпраці, співтворчості і взаємонавчання; орієнтації на самовиховання, здійснення навчально-виховного процесу на засадах інтегрованого підходу на всіх етапах процесу виховання, форм навчання: ранкової гімнастики, спортивних годин, секцій, туризму, спортивних заходів, змагань.

Водночас, використання фізичних вправ з предметами і без предметів, гімнастичних та силових, легкоатлетичних та ігрових допоможе з найменшою затратою часу ефективно виховувати здоровий спосіб життя у студентів.

Як показали результати анкетування студентів, було виділено три групи студентів за рівнем засвоєння знань та умінь виховування здорового способу життя.

Першу групу 24% становили студенти з високим рівнем знань щодо виховання здорового способу життя. До другої, найчисленнішої групи 41% — середній рівень знань, відносились студенти, які хочуть щоб їм підказували шляхи виховання здорового способу життя. До третьої групи 35% — низький рівень знань, належать молоді люди, які не навчилися використовувати засоби фізичної культури для виховання здорового способу життя.

Результати дослідження показують, що у більшості студентів знання та уміння виховувати здоровий спосіб життя сформовані недостатньо.

Використання педагогічного механізму виховання здорового способу життя у студентів є інструментом фізичної культури для вирішення певної педагогічної проблеми.

## **УДК 94 (477)**

**А. Криськов, д-р. істор. наук, доц.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

### **ІНОЗЕМЦІ-ОФІЦЕРИ В УКРАЇНСЬКІЙ ГАЛИЦЬКІЙ АРМІЇ (1918-1920 рр.)**

**A. Kryskov, Dr., Assoc. Prof.**

#### **FOREIGNERS OFFICERS IN UKRAINIAN GALICIAN ARMY (1918-1920)**

Вже в перші тижні існування Західноукраїнської Народної Республіки (ЗУНР) чисельність українського війська почала стрімко зростати. Але якщо рядового складу більш-менш вистачало, то офіцерів гостро бракувало. Станом на 21 листопада 1918 р. армія налічувала 4517 стрільців та 161 старшину, тобто на одного офіцера припадало 28 солдатів. Особливо гостро відчувалася потреба в командирах середньої і вищої командної ланки. Наприклад, організатором захоплення влади у Львові 1 листопада 1918 р. була Українська генеральна команда, серед членів якої найвище військове звання мав офіцер легіону Українських січових стрільців майор Сень Горук. Хоча серед австро-угорських офіцерів у листопаді 1918 р. було троє генералів (комдив М. Лавровський, комбриги С. Кобилянський та О. Доброволя-Вітошинський) українського походження, проте ментально вони виявилися далекими від ідей української державності і жодної допомоги в організації війська не надали.

Тому у цій ситуації керівництво ЗУНР змушене було запросити на службу іноземних офіцерів. Вербували найчастіше колишніх офіцерів австро-угорської та німецької армій, рідше – російської. Серед них було особливо багато тих, кого завершення I Світової війни застало на теренах Східної Галичини, або які служили в частинах, тут укомплектованих. У 1918 р. від них вимагалася лише письмова заява і складання присяги. Зазначимо, що це була поширена практика в Центрально-Східній Європі, де процес створення національних держав переплітався з проявами громадянських воєн. Відтак попит на військових професіоналів був високим.

З листопада 1918 до кінця 1919 р. до Української Галицької Армії (УГА) вдалося залучити понад 400 офіцерів-іноземців. За національною приналежністю серед них було 67 австрійців, 60 німців, 62 галицьких і 36 буковинських німців. Також були чехи, італійці, поляки, угорці, хорвати, росіяни, румуни, бельгійці, канадці та серби. Високий професіоналізм та брак власних кадрів сприяв тому, що іноземці часто посідали найвищі посади у війську: серед 9 головнокомандувачів УГА у 1919-1920 рр. було 7 українців (Д. Вітовський, Г. Коссака, Г. Стефанів, М. Омелянович-Павленко, М. Тарнавський, О. Микитка, А. Вітошинський), німець (А. Шаманек) і росіянин (О. Греков), серед 8 начальників Генштабу – 4 українці (М. Маринович, С. Горук, Є. Мишківський, В. Курманович), німець (А. Шаманек), угорець (Г. Ціріц) і хорват (К. Штіпшиц-Тернава). Організаційно УГА складалася з трьох корпусів по 4-6 бригад у кожному. Командирами корпусів і начальниками штабів у різний час були німці А. Шаманек, Р. Вурмбранд, В. Зезгорш, Й. Куніш, Ф. Льонер, А. Ерле, Г. Кох, А. Вольф, А. Кравс, Р. Якверт, В. Льобковіц, росіянин В. Генбачов, угорець Й. Папп де Яноші, чех К. Долєжаль.

Вступ до лав УГА офіцерів-іноземців дещо полегшив нестачу у професійних кадрах. Так, станом на березень 1919 р. в УГА служили 1260 офіцерів і 42110 солдатів, у квітні – відповідно 1754 і 55000, у травні – 1762 і 57000, у серпні – 1888 і 50000. Така диспропорція негативно впливала на загальну боєздатність армії, керованість окремими її підрозділами та їхню взаємодію зі штабами різних рівнів.

Підсумовуючи, зазначимо, що наявність упродовж 1918-1920 рр. у рядах УГА офіцерів-іноземців справила на становлення галицького війська позитивний вплив. Офіцерів-українців було більше у фронтових частинах та на командних посадах нижчої ланки, а іноземних – у штабах і серед командирів середнього і вищого ешелону.

УДК 613.16-06:612.821:797.212

З. Кульчицький, І. Казмірчук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

### ПОКАЗНИКИ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ДИХАЛЬНИХ ПРОБ ПЛАВЦІВ ПРИ РІЗНИХ ТИПАХ ПОГОДИ

Z. Kulthickiy, I. Kazmirchuk

#### INDICATORS OF THE RESPIRATORY FUNCTION TESTS OF SWIMMERS DURING DIFFERENT TYPES OF WEATHER

Фізіологічні функції та резервні можливості організму людини в значній мірі залежать від умов та способу життя індивіда (Амосов Н.М., 1989). Застосовані нами функціональні проби показали, що у всіх досліджуваних групах плавців, незалежно від їх кваліфікації, в умовах метеорологічної ситуації III типу показники дихальних проб суттєво нижчі за відповідні показники при метеоумовах I типу (табл. 1).

Таблиця 1

Час затримки дихання у плавців при метеоумовах I і III типів

Група плавання	Дихальна проба	n	Час затримки дихання с, $M \pm m$		P
			Метеоумови I типу	Метеоумови III типу	
Плавці ГОП	Штанге	54	$49,71 \pm 0,54$	$44,64 \pm 0,59$	$< 0,05$
	Генчі	54	$30,89 \pm 0,57$	$27,92 \pm 0,59$	$< 0,05$
Плавці 3-го розряду	Штанге	23	$60,91 \pm 0,99$	$57,64 \pm 0,97$	$< 0,05$
	Генчі	23	$36,93 \pm 0,65$	$34,58 \pm 0,62$	$< 0,05$
Плавці 2-го розряду	Штанге	16	$69,91 \pm 0,82$	$67,29 \pm 0,79$	$< 0,05$
	Генчі	16	$40,96 \pm 0,62$	$38,92 \pm 0,66$	$< 0,05$

У плавців групи оздоровчого плавання (ГОП) при метеорологічній ситуації III типу, у порівнянні з I типом, час затримки дихання (проба Штанге) достовірно зменшився на 10,2 % ( $P < 0,05$ ), час затримки дихання при пробі Генчі зменшився на 9,6 % ( $P < 0,05$ ). За умов погоди III типу зменшення тривалості перебування під водою плавців ГОП при функціональній пробі Штанге відмічалось у 86,3 % обстежених, а при пробі Генчі ця величина зменшувалась у 89,0 % осіб.

Подібні, хоча менш виражені, зміни показників функціональних дихальних проб за різних метеоумов виявлені нами і у тренуваних плавців-розрядників. Так, у плавців 3-го і 2-го спортивного розрядів при метеоумовах III типу, порівнюючи з метеоумовами I, час затримки дихання після вдиху достовірно зменшився відповідно на 7,6 % ( $P < 0,05$ ) і на 6,8 % ( $P < 0,05$ ); час затримки дихання після видиху у плавців 3-го розряду вірогідно зменшився на 7,4 % ( $P < 0,05$ ) та у плавців 2-го спортивного розряду на 7,2 % ( $P < 0,05$ ).

При несприятливих погодних умовах зменшення тривалості перебування під водою плавців 3-го розряду при функціональній пробі Штанге виявлено у 80,0 % обстежених, а при пробі Генчі ця величина зменшувалася у 82,0 % осіб. У плавців 2-го спортивного розряду за метеоумов III типу зменшення часу перебування під водою після вдиху виявлено в 75,0 % та після видиху в 82,4 % досліджуваних.

При нормальному ході атмосферних процесів відмінності у парціальному тиску кисню в альвеолярному повітрі відносно невеликі. Проте, вони стають значно більшими при контрастних коливаннях атмосферного тиску. Зниження парціального тиску кисню в альвеолярному повітрі (гіпоксичний ефект атмосфери) призводить до зменшення насичення киснем артеріальної крові, що, в свою чергу, прискорює подразнення дихального центру і, відповідно, призводить до зменшення часу затримки дихання. Також встановлено, що при зниженні атмосферного тиску газу, які знаходяться в шлунково-кишковому тракті розширюються, і пов'язане з цим високе стояння діафрагми може призвести до зменшення об'єму вдихуваного повітря.

Проведені обстеження узгоджуються з даними інших дослідників, де автори доводять, що несприятливі погодні умови призводять до зниження функціонального стану дихальної системи у молодих здорових осіб.

**Висновки.** Отже, тип погоди (медико-метеорологічної ситуації) є вагомим чинником навколишнього середовища і великою мірою визначає рівень функції дихальної системи організму як нетренованих, так і тренуваних осіб. Виходячи з цього, вплив погоди на організм спортсменів-плавців слід обов'язково враховувати у корегуванні ступеня навантажень при проведенні занять і тренувань, у профілактиці спортивного травматизму і захворюваності.

**УДК 613.16-06:612.821:797.212**

**Я. Курко, кандидат медичних наук, доцент.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **АДАПТАЦІЯ ПЛАВЦІВ ДО ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ**

**Ya. Kurko, Ph.D., Assoc. Prof.**

### **ADAPTATION OF SWIMMERS TO THE PHYSICAL ACTIVITY**

Адекватна рухова активність, сприяє розвитку фізичного здоров'я, розширює функціональні можливості організму. Фізіологічні функції та резервні можливості організму людини в значній мірі залежать від умов та способу життя індивіда (Амосов Н.М., 1989). Застосовані нами функціональні проби показали, що у всіх досліджуваних групах плавців, незалежно від їх кваліфікації, в умовах метеорологічної ситуації III типу показники дихальних проб суттєво нижчі за відповідні показники при метеоумовах I типу. У плавців групи оздоровчого плавання (ГОП) при метеоумовах III типу, у порівнянні з I, час затримки дихання (проба Штанге) достовірно зменшився на 10,2 % ( $P < 0,05$ ), час затримки дихання при пробі Генчі зменшився на 9,6 % ( $P < 0,05$ ). За умов погоди III типу зменшення тривалості перебування під водою плавців ГОП при функціональній пробі Штанге відмічалось у 86,3 % обстежених, а при пробі Генчі ця величина зменшувалась у 89,0 % осіб. Подібні, хоча менш виражені, зміни показників функціональних дихальних проб за різних метеоумов виявлені нами і у тренуваних плавців-розрядників. Так, у плавців 3-го і 2-го спортивного розрядів при метеоумовах III типу, порівнюючи з метеоумовами I, час затримки дихання після вдиху достовірно зменшився відповідно на 7,6 % ( $P < 0,05$ ) і на 6,8 % ( $P < 0,05$ ); час затримки дихання після видиху у плавців 3-го розряду вірогідно зменшився на 7,4 % ( $P < 0,05$ ) та у плавців 2-го спортивного розряду на 7,2 % ( $P < 0,05$ ). При несприятливих погодних умовах зменшення тривалості перебування під водою плавців 3-го розряду при функціональній пробі Штанге виявлено у 80,0 % обстежених, а при пробі Генчі ця величина зменшувалась у 82,0 % осіб. У плавців 2-го спортивного розряду за метеоумов III типу зменшення часу перебування під водою після вдиху виявлено в 75,0 % та після видиху в 82,4 % досліджуваних. При нормальному ході атмосферних процесів відмінності у парціальному тиску кисню в альвеолярному повітрі відносно невеликі. Проте, вони стають значно більшими при контрастних коливаннях атмосферного тиску. Зниження парціального тиску кисню в альвеолярному повітрі (гіпоксичний ефект атмосфери) призводить до зменшення насичення киснем артеріальної крові, що, в свою чергу, прискорює подразнення дихального центру і, відповідно, призводить до зменшення часу затримки дихання. Також встановлено, що при зниженні атмосферного тиску газу, які знаходяться в шлунково-кишковому тракті розширюються, і пов'язане з цим високе стояння діафрагми може призвести до зменшення об'єму вдихуваного повітря. Проведені обстеження узгоджуються з даними інших дослідників, де автори доводять, що несприятливі погодні умови призводять до зниження функціонального стану дихальної системи у молодих здорових осіб.

**Висновки.** Отже, тип медико-метеорологічної ситуації (погоди) є вагомим чинником навколишнього середовища і великою мірою визначає рівень функції дихальної системи організму як нетренованих, так і тренуваних осіб. Виходячи з цього, вплив погоди на організм плавців слід обов'язково враховувати у корегуванні ступеня навантажень при проведенні занять і тренувань, у профілактиці спортивного травматизму і захворюваності.



**УДК 613.16-06:612.821:797.212**

**Я. Курко, кандидат медичних наук, доцент.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ОСОБЛИВОСТІ СТАРТОВОЇ РЕАКЦІЇ ПЛАВЦІВ ЗА РІЗНИХ ТИПІВ ПОГОДИ**

**Ya. Kurko, Ph.D., Assoc. Prof.**

### **FEATURES OF THE PRIMARY REACTION OF PLOWS FOR DIFFERENT TYPES OF WEATHER**

Відомо, що визначення швидкості простої сенсомоторної реакції може використовуватися в якості інтегрального показника ступеня пристосованості людини до різних впливів, а також як один з інформативних і поширених прийомів діагностики втоми.

Вивчали швидкість реакції на звуковий подразник у 65-ти практично здорових студентів, чоловіки віком від 18 до 24 роки, за погодних умов I та III типів. Плавці були поділені на три групи. До першої групи увійшли плавці групи оздоровчого плавання (ГОП). До другої групи увійшли плавці, які на момент дослідження, виконали норматив 3-го спортивного розряду, до третьої – плавці 2-го розряду.

Швидкість простої слухової сенсомоторної реакції (ПССМР) досліджували за допомогою розробленої нами діагностичної комп'ютерної програми (Reaction-Test 2) [1].

Результати проведеного нами дослідження швидкості реакції на звуковий подразник показали, що у всіх тестованих групах плавців спостерігалась тенденція до зниження швидкості простої слухової сенсомоторної реакції (ПССМР) ведучої руки (ВР) та ведучої ноги (ВН) із погіршенням погодних умов, особливо тоді, коли тестовані приймали стартове положення, нахилившись до низу.

Найнижчі показники швидкості ПССМР при відповідних типах погоди спостерігалися в обстежуваних осіб групи оздоровчого плавання. У них, при метеоситуації III типу, порівнюючи з I, час простої слухової сенсомоторної реакції ведучої руки та ведучої ноги у вертикальному положенні тіла достовірно збільшувався відповідно на 16,64 мс (7,6 %) і 20,15 мс (8,7 %) та у стартовому відповідно на 17,86 мс (7,3 %) і 22,84 мс (8,3 %). У плавців 3-го розряду спостерігалась аналогічна картина. У цієї досліджуваної групи, у вертикальному положенні тіла час ПССМР ВР та ВН при метеоумовах III типу, у порівнянні I типом, достовірно збільшувався відповідно на 15,31 мс (7,3 %) і 17,31 мс (7,5 %) та у стартовому положенні відповідно на 17,68 мс (7,7 %) і 20,16 мс (7,9 %). Було виявлено достовірний зв'язок між швидкістю ПССМР та метеоумовами у плавців 2-го спортивного розряду. У цієї групи плавців при метеоумовах III типу, у порівнянні з I типом, час ПССМР рук та ніг у вертикальному положенні

тіла збільшувався відповідно на 15,16 мс (7,1 %) і 17,17 мс (7,2 %) та у стартовому відповідно на 16,53 мс (7,1 %) і 19,88 мс (7,9 %).

Слід відзначити, що за однакових типів погоди, чим вищою була тренованість плавців (розряд), тим меншим був час ПССМР і збільшення середньої тривалості реакцій-відповідей за метеоумов III типу в плавців 3-го та 2-го розрядів було меншим, ніж у нетренованих. Звідси випливає, що несприятливі погодні умови III типу викликають погіршення ефективності рефлекторної діяльності в осіб з низькою тренованістю, а систематичні фізичні навантаження частково покращують її.

Наші результати знаходять підтвердження у літературі, в якій наводяться подібні дані [2,3]. Автор виявив зниження швидкості простої сенсомоторної реакції на зоровий подразник при несприятливій погоді у здорових, але метеочутливих людей.

Відомо, що час простої рухової реакції вимірюється інтервалом між появою сигналу і початком виконання дії у відповідь. Він залежить від швидкості збудження рецептора і посилення імпульсу у відповідний чутливий центр, швидкості переробки сигналу в центральній нервовій системі (перекодування, розпізнання); швидкості прийняття людиною рішення, швидкості посилення сигналу до початку виконання дії по аферентних (рухових) волокнах, швидкістю розвитку збудження в м'язі і подоланні інерції спокою тіла. Тому, на нашу думку, імовірно збільшення часу реакції плавців при погоді III типу, у порівнянні з I, можна пояснити переважним розвитком гальмівного процесу в корі головного мозку, зниженням чутливості рецепторів і здатності м'язової тканини відповідати збудженням на нервовий імпульс[2,3].

#### Література.

1. Комп'ютерна програма "Вимірювання простої слухомоторної реакції (Reaction-test 2)": А.с. № 23683 від 24.10.2007. МОН України, Державний департамент інтелектуальної власності / Курко Я.В; Заявл. 22.05.07; Опубл. 12.11.07; Офіційний бюлетень № 9, серія КД № 6338.– С. 110-111.

2. Воронова В.І. Психологія спорту: навч. посібник [для студ., аспір., тренер. ВНЗ галузі фізичної культури та спорту] / В.І. Воронова.– К.: Олімп. л-ра, 2014.– 293 с.

3. Курко Я.В. Психофізіологічні особливості осіб, які займаються плаванням за різних типів погоди : автореф. дис. на здобуття наук ступеня канд. мед. наук : спец. 14.03.03. "Нормальна фізіологія" / Курко Ярослав Віталійович; Львівський нац. мед. ун-т ім. Данила Галицького. – Львів, 2007. – 22 с.

## **УДК 32.001**

**В Ніконенко, канд. філ. наук, проф., О. Потіха, канд. істор. наук**  
Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя, Україна

### **МІСЦЕ І РОЛЬ ПАРТІЙ В ПОЛІТИЧНІЙ СИСТЕМІ**

**V. Nikonenko, PhD., Prof., O. Potiha, PhD., Prof.**

#### **LOCATION AND THE ROLE OF PARTIES IN THE POLITICAL SYSTEM**

Закономірним наслідком зростаючої диференціації суспільства і поглиблення соціальних протиріч, залучення до політичної діяльності широких мас людей стало зростання ролі партій як важливих суб'єктів політики. Саме в партіях, як показує історичний досвід, відбувається згуртування однодумців, що зорієнтовані на певні ідеї і цінності, виробляються організаційні принципи і відбувається вибір форм і методів боротьби за реалізацію інтересів тих чи інших соціальних груп. В сучасних умовах політичні партії розрізняються одна від одної такими ознаками: класовою суттю, цілями та ідеологією, соціальною базою, структурою, методами діяльності та місцем і роллю в політичній системі.

Тривалий час політична система як в нашій країні, так і в інших країнах так званого “реального соціалізму” була однопартійною, що в значній мірі зумовило деформації в різних сферах суспільного життя. Звичайно, сама по собі багатопартійність ще не є гарантом демократії. Нині в світі є немало країн з багатопартійними системами, але політичні режими в них все рівно залишаються диктаторськими. І все ж, як свідчить досвід, саме однопартійність створює найбільш сприятливі умови для беззаконня і деградації суспільства.

В умовах реальної багатопартійності жодна партія не може розраховувати на статус постійно правлячої сили, оскільки такою партія може стати тільки в результаті народної підтримки на виборах в умовах чесної і відкритої конкуренції з іншими партіями. При необхідності партії можуть об'єднуватися в коаліції з метою формування уряду та вирішення тих чи інших проблем. Причому в блоки або коаліції можуть також об'єднуватись і ті партії, що перебувають в опозиції.

Боротьба політичних партій за владу є органічною їх властивістю, оскільки саме влада створює можливість реалізувати їм їх програмні цілі. Саме тому будь-яка партія не може не прагнути прийти до політичної влади. Нормальним є і те, що, прагнучи прийти до влади, політичні партії вступають між собою в боротьбу. Саме тому основною функцією політичних партій є вироблення стратегії і тактики їх діяльності по завоюванню і здійсненню влади. Важливою є також ідеологічна функція, яка покликана формувати в суспільстві відповідну громадську думку і відповідати основним постулатам партійної доктрини. Не менш важливою є програмна функція, яка повинна передбачати як конкретні заходи у розв'язання назрілих проблем суспільства, так і обґрунтовані проекти розвитку суспільства на перспективу. Кадрова функція передбачає формування і відбір еліт та лідерів для різних ланок державних органів і громадських інституцій, що мають істотне соціальне значення. Функція соціалізації повинна забезпечувати вироблення у громадян вміння та навичок участі в політичному житті, постійно інформувати населення про різні аспекти життя суспільства та залучати його до активної участі у виборчих кампаніях як до органів місцевого самоврядування, так і до органів державної влади. В умовах демократії політичні партії виконують також комунікативну функцію, виступаючи з'єднуючою ланкою між державою і громадянським суспільством.

**УДК 321**

**О. Потіха, канд. істор. наук, В. Ніконенко, канд. філос. наук, проф.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **ОСНОВНІ ШЛЯХИ ФОРМУВАННЯ ПОЛІТИЧНОЇ КУЛЬТУРИ СТУДЕНТІВ**

**O. Potikha, Ph.D., V. Nikonenko, Ph.D., Prof.**

### **MAIN WAYS OF FORMING POLITICAL CULTURE OF STUDENTS**

Становлення громадянського суспільства і правової держави в Україні вимагає створення необхідних політичних засад для формування політичної культури сучасної студентської молоді.

Підвищення рівня політичної культури, знання та вміння використовувати політику, як засіб пізнання і перетворення світу дасть можливість молодому поколінню звільнити політичну свідомість від стереотипів та догматичного мислення. Кардинальні зміни і перебудова у політичній сфері нашого суспільства неможливі без змін політичної культури громадян, насамперед студентської молоді, котрі здатні свідомо мислити, діяти і приймати відповідні рішення.

Політична культура виступає одним з найважливіших елементів політичної системи суспільства. Рівень її розвитку свідчить власне про розвиненість цієї системи. Політична культура, відображаючи політичну і юридичну компетентність громадян, громадських і політичних діячів та їх політичну поведінку, значно впливає на формування і функціонування політичних і державних інститутів, визначає характер взаємозв'язку держави і громадянського суспільства.

У сучасній політичній науці існує багато визначень політичної культури. Узнявши їх до уваги, можна стверджувати, що політична культура – це явище соціальне і являє собою рівень, характер і зміст політичних знань і навичок громадян, їхньої політичної поведінки і участі у суспільно-політичному житті, а також рівень розвитку власне політичних відносин, політичного життя, системи демократії і політичної освіти в суспільстві.

Політична культура виступає частиною загальнолюдської культури, вона визначає ставлення індивіда до політики, до його участі в політичному житті. Політична культура виступає у нерозривному зв'язку з політичною владою і є засобом її досягнення. Розвиток політичної культури студентської молоді набуває особливої актуальності сьогодні. Це зумовлено необхідністю виховувати нові кадри інтелігенції, котрі здатні стати на чолі держави і здійснювати оновлення політичного життя в Україні. Очільниками держави повинні бути освічені, талановиті, політично свідомі молоді люди. Низький рівень, або й, взагалі, відсутність у значної їх частини політичної культури негативно позначається на державному житті нашої країни.

У політичному процесі діє ціла низка інститутів, а з політичною системою суспільства взаємодіють різні сфери громадського життя, що певною мірою беруть участь у формуванні політичної культури студентської молоді, визначають основні

напрямки цього процесу. Зокрема, це духовно-ідеологічна діяльність держави, політичних партій, засобів масової інформації, освітньо-просвітницька діяльність вищих закладів освіти, вплив науки, бізнесу, трудового колективу, сім'ї.

Одним з найважливіших шляхів формування політичної культури молоді виступає навчальний і виховний процес у вищих закладах освіти. Адже саме тут здійснюється значна частина політичного виховання, метою якого є насамперед докладне інформування студентства про політичний процес, політичну систему суспільства та її норми. Саме навчальні заклади зобов'язані наповнювати навчальні плани дисциплінами, що сприяють утвердженню патріотичних цінностей та вихованню політично свідомих громадян своєї держави. Зокрема, це вивчення політології, політичної історії, основ демократії європейських країн, що дасть змогу враховувати помилки минулих поколінь та користати з величезного соціокультурного досвіду, нагромадженого у демократичних країнах.

Важливою умовою формування політичної культури студентів також є їх залучення до політичного процесу, до практичної участі у різних формах політичної діяльності, їх взаємодія з політичною реальністю. Адже на власному політичному досвіді виробляються практичні навички, форми та методи політичної діяльності.

Студентська молодь завжди виступала рушійною силою політичних змін у країні. Сьогодні українське студентство виступає реальною політичною силою, яка повинна впливати на вибір політичних рішень і дій державної влади в Україні. Однак відсутність у молодих українців необхідної політичної підготовки, низький рівень політичної культури, аполітичність призводять до непродуманих рішень і непоправних помилок у процесі становлення українського громадянського суспільства та правової держави. Надзвичайно важливим і актуальним сьогодні є підтримка студентської молоді і допомога у становленні власних світоглядних позицій щодо вибору правильних політичних орієнтацій та у ставленні до влади.

Таким чином, навчання та освітній процес разом із практичною участю у суспільно-політичному житті виступають чи не найважливішими чинниками формування політичної свідомості та політичної культури нинішнього українського студентства.

**УДК 316**

**П. Сівчук**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **МАНІПУЛЯЦІЇ ГРОМАДСЬКОЮ ДУМКОЮ ЯК ФАКТОР ПОЛІТИКИ**

**P. Sivchuk**

### **MANIPULATION OF PUBLIC VIEWS AS A POLITICAL FACTOR**

Характерною особливістю сучасної політичної ситуації в Україні є масове використання політичних маніпуляцій громадською думкою як в повсякденному політичному житті, так і під час виборчого політичного процесу. Політична маніпуляція як системі засобів духовно-психологічного впливу на поведінку і масову свідомість широких верств населення з метою досягнення певних цілей, це не є щось надто специфічне і використовується досить широко в різних країнах, як розвинутих, так і тих що розвиваються.

Реалії вітчизняної політичної ситуації в тому, що маніпуляції влади стали чи не найважливішим фактором політики, її функціонування і збереження. Низький рівень політичної культури суспільства і його громадян, криза політичної влади і політичних еліт, відсутність позитивних результатів діяльності влади в інших сферах суспільного життя, крім політики, соціальна аномія тощо постійно підштовхували владу здійснювати маніпулятивні заходи з метою забезпечення хоча б мінімальної електоральної підтримки.

Технологічно легко впливати на громадян, якщо в суспільстві склалися такі обставини як низький рівень життя людей, відсутність реального народовладдя, диференціація і відсутність єдності, нав'язана штучна система цінностей та ідеалів, нестабільність, криза, війна, страх, невпевненість у майбутньому.

В таких умовах досить легко нав'язувати свої ідеї, бачення, ідеали і цінності, здійснювати ідеологічний, психологічний і технологічний вплив на свідомість і поведінку людей, спекулюючи в тому числі і на проблемах, що виникли в результаті власної політики. Маніпуляції в політиці – це спекуляції на людських емоціях, переживаннях, почуттях, уподобаннях і страхах. Такі важливі проблеми суспільного життя як конфлікт і військові дії на Сході України, міжнаціональні і міжрелігійні стосунки і конфлікти, питання статусу і функціонування мови, соціальні проблеми і протиріччя, зовнішньополітичні пріоритети стали об'єктом політичних маніпуляцій, впровадженню у свідомість громадян, під виглядом об'єктивної інформації спотворених, викривлених суджень, що породжували страх, ненависть, тривогу, агресію. З іншої сторони замовчувались проблеми корупції, деіндустріалізації, соціального захисту, низького рівня життя, стану освіти, культури, медичного обслуговування.

Політичні маніпуляції, спекуляції і демагогія найбільш ефективні в соціально-економічно нестабільних суспільствах. Свідомо чи несвідомо розрахунок політичної влади і старих еліт був спрямований на підтримання перманентної нестабільності шляхом повільного вирішення існуючих проблем і продукування нових з метою досягнення максимального електорального ефекту напередодні виборів. На шляху до виборчих перегонів був підготовлений вагомий арсенал політичного маніпулювання.

Науковцям в сфері політології, соціології та політичної психології необхідно буде докласти ще багато зусиль, щоб пояснити вітчизняний парадокс феномену результату виборчого процесу. На виборах президента країни переміг кандидат, який взагалі нічого конкретно не говорив, не висловив ясного бачення шляхів розвитку суспільства, не проводив в сучасному розумінні виборчої компанії, уникав дискусій та обіцянок, а виборці йому повірили і віддали переважну більшість своїх голосів за нього.

З однієї сторони стало зрозуміло, що суспільство дало негативну оцінку демагогії, маніпуляціям і спекуляціям, з іншої сторони перемога дісталася кандидату, виборча кампанія якого була реалізацією певного політтехнологічного плану, стратегії, і тієї ж маніпуляції, тільки більш витонченої і непередбачуваної.

**УДК 7.037.3**

**Т. Чоп**

Тернопільський національний університет ім.І.Пулюя, Україна

## **МИТЕЦЬ ЯК ПОДІЯ В УКРАЇНСЬКОМУ АВАНГАРДІ ПОЧАТКУ ХХ СТОЛІТТЯ**

**T. Chop**

### **THE ARTIST AS A HAPPENING IN THE UKRAINIAN AVANT-GARDE OF THE EARLY TWENTIETH CENTURY**

Особлива роль провідників неklasичного мистецтва, серед яких лідери українського авангарду, зокрема футуризму: М. Бурлюк та М. Семенко, визначається не лише спроможністю об'єднати навколо себе потужний гурт митців-новаторів та створювати нові концептуальні моделі творчості. Їхній потужний енергетичний запал сам по собі є мистецьким проектом, який давав життя напрямку. «Головні проводирі авангардистських груп — бунтарі за своєю природою, які мусять створювати й декларувати стан кризи; водночас ці люди - професійні «рекламні агенти», які докладають чималих зусиль для популяризації руху.» [1,77]

Скандал був рисою, притаманною як італійському, так і українському футуризму. Проте творче відношення до цього виду девіантної поведінки, на відміну від побутового, переводить його з сфери соціального в сферу естетичного, випробовуючи неетичну стратегію в якості елемента своєї мистецької реалізації. Провокативна поведінка лідерів руху – це перформанс та, водночас, декларація власної позиції, що кидає виклик мейнстриму.

Провокативна, неоднозначна поведінка футуристів, з точки зору Д. Бурлюка, допомогла їм досягти якщо не розуміння, то прийняття футуристичних творів як частини мистецького процесу, а тому він наполягав продовжувати «біснуватись, проповідувати, гримати кулаком в лоб слухачам», оскільки це означало «ломитись у відкритий хід», продовжувати доносити значення футуристичної творчості до широкого загалу.

Митці авангарду були тим резонансом, який втілював в собі феноменологічний потік реальності, його невизначеність та кризу, характерну для суспільства початку та середини ХХ століття. Ця онтологічна невизначеність породила естетику нового кшталту, з новим, нечуваним відчуттям свободи від канонів, фігуративності, антропоморфності. Свобода, що її пропагували своєю поведінкою авангардисти, кричала нестабільністю, девіативністю та абсурдом, проте, як стверджує Пітер Кенінг, ця творча свобода – «це самостійно винайдена «самостійна рівновага» людського пристосування <...>, яка, відкриваючи реальну порожнечу людської сутності, обертає цю нестачу та «моральну кризу» в нагоду погратися з цією порожнечою й утвердити її хаотичну силу. Самостійно творена свобода уявляти нові відносини та сполучення, альтернативні плани майбутнього <...> на протигагу політичному імперативу визнати наявність реальної тривоги, спричиненої онтологічною непевністю» [2,284]

Позиціонування митця-авангардиста видається штучним і надуманим, проте ця «театральність» може сприйматись як сміливий намір поєднати два виміри: реальний та творчий. Грайлива поза художника чи поета стає засобом входження творчості в життя, довільного змішування різних цінностей та реальностей, де ця поведінкова форма починає виконувати роль тексту, естетичної події. В цьому є величезна заслуга авангардистських напрямків: саме вони розширили, перетворили, деконструювали класичні межі естетичного, роблячи його суб'єктами «річ», «поведінку» чи «ніщо».

Література: 1. Рябчук С. М. Український авангард: між деструкцією та «самозванством» / С. М. Рябчук // Магістеріум. – К., 2007. – Вип. 29. – С. 75–82; 2. "Енциклопедія постмодернізму". - К.:Вид-во Соломії Павличко "Основи", 2003. - 503с.

## ЗМІСТ

<b>Секція: МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА МЕХАНІКА.....</b>	<b>5</b>
<b>Г. Козбур, О. Шкодзінський, канд. техн. наук, доц. ....</b>	<b>5</b>
РОЗРАХУНОК СТАЛИХ ІНТЕГРУВАННЯ ДЛЯ УМОВ ВТРАТИ СТІЙКОСТІ ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ ТОНКОСТІННИХ ОСЕСИМЕТРИЧНИХ ОБОЛОНОК В УМОВАХ СНС.....	5
<b>С. Федак, канд. техн. наук, доц., О. Ясній, д-р. техн. наук, проф.....</b>	<b>7</b>
НАПРУЖЕННЯ ІНІЦІАЦІЇ ПЕРЕРИВЧАСТОЇ ТЕКУЧОСТІ СПЛАВУ АМГ6 .....	7
<b>Секція: МАШИНОЗНАВСТВО ТА МАШИНОБУДУВАННЯ .....</b>	<b>8</b>
<b>А. Бабій, канд. техн. наук, доц. ....</b>	<b>8</b>
ВИБІР КРИТЕРІЇВ ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБПРИСКУВАЧА .....	8
<b>В. Васильків, д-р. техн. наук, проф., Л. Данильченко, канд. техн. наук, доц. ....</b>	<b>9</b>
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ВІДПРУЖИНЕННЯ ПРИ ФОРМУВАННІ ДЕТАЛЕЙ З ЛИСТОВОГО МАТЕРІАЛУ .....	9
<b>Т. Вітенько, д-р. техн. наук., проф., В. Шанайда, канд. техн. наук, доц., В. Лазарюк, канд. техн. наук, доц. ....</b>	<b>11</b>
РОЛЬ ІНОВАЦІЙНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ FАВLAV В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЗА НАПРЯМАМИ "ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ" ТА "ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА" .....	11
<b>Л. Данильченко, канд. техн. наук, доц., Д. Радик, канд. техн. наук, доц. ....</b>	<b>13</b>
ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ В ПРОЦЕСАХ РІЗАННЯ МЕТАЛІВ .....	13
<b>Т. Довбуш, канд. техн. наук, ст. викл.; Н. Хомик, канд. техн. наук, доц., Б. Дунець.....</b>	<b>15</b>
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИКЛІЧНОЇ ТРИЩИНОТРИВКОСТІ КОНСТРУКТИВНОЇ СИСТЕМИ .....	15
<b>А. Дячун, канд. техн. наук, доц., М. Дичковський, канд. техн. наук, доц., Р. Котик .....</b>	<b>17</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ЗМІШУВАННЯ КОРМОВИХ СУМІШЕЙ ГВИНТОВИМ КОНВЕЄРОМ-ЗМІШУВАЧЕМ.....	17
<b>А. Дячун, канд. техн. наук, доц., В. Михайлюк, В. Гандзій.....</b>	<b>18</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДПРУЖИНЕННЯ КОМБІНОВАНОЇ ГВИНТОВОЇ ЗАГОТОВКИ .....	18
<b>Р. Комар, канд. техн. наук., доц. ....</b>	<b>19</b>
УМОВА РІВНОВАГИ ПАР КОНТАКТУ ЗАПОБІЖНОЇ МУФТИ.....	19



<b>П. Кривий, канд. техн. наук, доц., М. Михайлишин, канд. фіз.-мат. наук, доц., А. Сеник, канд. техн. наук. ....</b>	<b>20</b>
ІМОВІРНІСНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНИ ЗАГОТОВКИ КАЛБРОВАНИХ ЗГОРТНИХ ВТУЛОК.....	20
<b>В. Лазарюк, канд. техн. наук, доц., В. Шанайда, канд. техн. наук, доц., Т. Вітенько, д-р. техн. наук, проф. ....</b>	<b>22</b>
РОЗВИТОК ТВОРЧИХ ЛАБОРАТОРІЙ ФАБЛАБ ЯК УЧАСНИКІВ ІННОВАЦІЙНОЇ ЕКОСИСТЕМИ.....	22
<b>І. Луців, д-р. техн. наук., проф., Ю Наконечний, І. Ярема, канд. техн. наук., доц. .....</b>	<b>24</b>
ВИЗНАЧЕННЯ ВЛАСНОЇ ЧАСТОТИ КРУТНИХ КОЛИВАНЬ ПЛАСТМАСОВИХ ЛОПАТОК ПУСКОВИХ ТУРБОДЕТАНДЕРІВ.....	24
<b>М. Пилипець, д-р. техн. наук, проф., Л. Данильченко, канд. техн. наук, доц. ....</b>	<b>26</b>
ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ПРОЕКТУВАННІ ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЛИСТОВОГО МАТЕРІАЛУ .....	26
<b>М. Пилипець, д-р. техн. наук, проф., О. Лясота, канд. техн. наук, доц., Ю.П. Ковальчук, .....</b>	<b>28</b>
ЗМІЦНЕННЯ СПІРАЛЕЙ ШНЕКІВ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МЕТОДАМИ .....	28
<b>Ч. Пулька д-р. техн. наук, проф., М. Михайлишин канд. фіз. мат. наук, проф., В. Сенчишин, М. Шарик, В. Гаврилюк .....</b>	<b>30</b>
КЕРУВАННЯ ЗАЛИШКОВИМИ ПЕРЕМІЩЕННЯМИ ПРИ ІНДУКЦІЙНОМУ НАПЛАВЛЕННІ ТОНКИХ СТАЛЕВИХ ДИСКІВ .....	30
<b>Р. Рогатинський, д-р. техн. наук., проф., О. Дмитрів, канд. техн. наук, доц., Д. Дмитрів, канд. техн. наук, доц., М. Грубенюк .....</b>	<b>32</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТОКУ ВАНТАЖУ В ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРАХ .....	32
<b>Р.Склярів, канд. техн. наук, доц., А. Гагалюк, канд. техн. наук.....</b>	<b>34</b>
ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ .....	34
<b>Г. Цьонь, В. Барановський, д-р. техн. наук, проф. ....</b>	<b>35</b>
АНАЛІЗ ТЕОРЕТИЧНО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГИЧКОЗБИРАЛЬНИХ МОДУЛІВ.....	35
<b>Секція: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ .....</b>	<b>37</b>
<b>М. Бабій, канд. техн. наук.....</b>	<b>37</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ .....	37
<b>П. Босюк, В. Гупка, Р. Пишний, В. Рижак .....</b>	<b>39</b>
ВИГОТОВЛЕННЯ ФАСОНИК КУТОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ СПАЛЬНИКІВ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ .....	39
<b>Г.М. Данилишин, канд. техн. наук, доц. ....</b>	<b>40</b>
ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ОБЕРТОВОГО МОМЕНТУ ГІДРОРЕАКТИВНИМИ ТРАНСФОРМАТОРАМИ .....	40

<b>М. Левкович, канд. техн. наук, доц., М. Сіправська, Ю. Нікітюк .....</b>	<b>41</b>
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СПАЛЬНИКІВ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ .....	41
<b>В. Муж, канд. юрид. наук, О. Цьонь, канд. техн. наук, доц .....</b>	<b>42</b>
ПРАВОВІ МЕХАНІЗМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ .....	42
<b>М. Сташків, канд. техн. наук, доц., О. Цьонь, канд. техн. наук., доц., І. Бортник .</b>	<b>44</b>
СКІНЧЕНО - ЕЛЕМЕНТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КУТОВОЇ ТРІЩИНИ ПРИ ЗГІНІ ТОНКОСТІННОГО СТЕРЖНЯ КОРОБЧАТОГО ПРОФІЛЮ.....	44
<b>Секція: ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ.....</b>	<b>46</b>
<b>І. Боднарчук, канд. тех. наук, О. Харченко, канд. тех. наук, доц., Б. Хоміцький, Г. Шимчук .....</b>	<b>46</b>
ПРОЕКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ В ПРОЕКТАХ З ГНУЧКИМИ МЕТОДАМИ УПРАВЛІННЯ.....	46
<b>А. Бріль.....</b>	<b>49</b>
СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ РОЗПІЗНАВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ .....	49
<b>В. Вайман .....</b>	<b>50</b>
РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ ОБЛІКУ РОБОЧОГО ЧАСУ .....	50
<b>М. Гладій, І. Бойко, канд. фіз.-мат. наук, доц.....</b>	<b>51</b>
РОЗРОБКА СЕРЕДОВИЩА ГРАФІЧНОГО ВІЗУАЛІЗАТОРА MIDI-ФАЙЛІВ ...	51
<b>Ю. Грицина, Я. Кінах, канд. техн. наук, доц.....</b>	<b>53</b>
РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО РОЗШИРЕННЯ ВЕБ-БРАУЗЕРІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ КРОСПЛАТФОРМЛЕНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	53
<b>М. Карпінський, д-р., техн. наук, проф., Я. Кінах, канд. техн. наук, доц., У. Яциковська, канд. техн. наук, В. Паславський, Л. Стратійчук.....</b>	<b>54</b>
ПРОГРАМНИЙ МОНІТОРИНГ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ОСВІТНІХ СИСТЕМ .....	54
<b>О. Кареліна, канд. пед. наук, доц.....</b>	<b>55</b>
ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ RFID В ERP-СИСТЕМАХ .....	55
<b>В. Кіфер .....</b>	<b>56</b>
ШУМИ У СИГНАЛАХ ЕКГ ТА ЇХ УСУНЕННЯ З ДОПОМОГОЮ ДИСКРЕТНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ВЕЙВЛЕТАМИ .....	56
<b>Г. Козбур, канд. техн. наук О. Назаревич, М. Коваль.....</b>	<b>57</b>
ОГЛЯД ІНСТРУМЕНТІВ DATA MINING ДЛЯ ЕКОМОНІТОРИНГУ ТЕПЛИЦЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ІОТ .....	57
<b>О. Крамар, канд. фіз.-мат. наук, доц., Р. Козак, канд. техн. наук., доц., Т. Крамар, І. Воробець .....</b>	<b>59</b>
РОЗРОБКА КОНЦЕПТУ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ З ДОПОВНЕНОЮ РЕАЛЬНОСТЮ ДЛЯ ПОТРЕБ АГРОТЕХНІЧНОГО СЕКТОРУ.....	59

<b>Ю. Кухарук, І. Бойко, канд. фіз.-мат. наук, доц.</b> .....	<b>60</b>
УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПРОДАЖАМИ В МАГАЗИНАХ .....	60
<b>В. Левицький, канд. тех. наук, А. Станько, А.А. Микитишин</b> .....	<b>61</b>
АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗПАРОЛЬНОЇ АУТЕНТИФІКАЦІЇ ЯК МЕТОД ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ .....	61
<b>О. Мохнацька, Я. Кінах, канд. техн. наук, доц</b> .....	<b>62</b>
УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ КОНТЕНТОМ ТИПУ WORDPRESS .....	62
<b>О. Назаревич, канд. техн. наук, А. Маслянюк</b> .....	<b>63</b>
МІКРОСЕРВІСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ СМАРТ-ТЕПЛИЦЕЮ .....	63
<b>О. Назаревич, канд. техн. наук, В. Мельник</b> .....	<b>65</b>
ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ЕКОМОНІТОРИНГУ ФЕРМИ ДЛЯ ПРОРОЩУВАННЯ МІКРОЗЕЛЕНИ НА ОСНОВІ ПЛАТФОРМИ RASPBERRY PI3 З ВИКОРИСТАННЯМ ІОТ .....	65
<b>О. Палка</b> .....	<b>67</b>
АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ РОЗУМНОСТІ МІСТА.....	67
<b>О. Петрук, О. Пастух, д-р. техн. наук, проф.</b> .....	<b>68</b>
РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕСТУВАННЯ ІНТЕРНЕТ РЕСУРСУ .....	68
<b>Н. Сороцька, Я. Кінах, канд. техн. наук, доц.</b> .....	<b>69</b>
ПРОГРАМНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ КОНТЕНТОМ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ ASP.NET WEB API .....	69
<b>Н. Стадник, Я. Кінах, канд. техн. наук, доц.</b> .....	<b>70</b>
УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ АДМІНІСТРУВАННЯ БІБЛІОТЕЧНИХ ДАНИХ.....	70
<b>І. Струтинська, канд. екон. наук, Л. Дмитроца</b> .....	<b>71</b>
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ BIG DATA ТА BUSINESS INTELLIGENCE МАЛИМ ТА СЕРЕДНІМ БІЗНЕСОМ В УКРАЇНІ .....	71
<b>І. Струтинська, канд. екон. наук, Г. Козбур</b> .....	<b>73</b>
ОСНОВНІ СТИМУЛИ ЦИФРОВИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ УКРАЇНИ .....	73
<b>В. Топоровський, Я. Кінах, канд. техн. наук, доц.</b> .....	<b>75</b>
ПРОГРАМНА СИСТЕМА ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ АВТОМОБІЛІВ .....	75
<b>М. Черевко, О. Назаревич</b> .....	<b>76</b>
ЕКОМОНІТОРИНГ CO2 ДЛЯ МІСТ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗАСОБІВ ІоТ .....	76
<b>О. Шкодзінський, канд. техн. наук, доц., М. Луцків</b> .....	<b>78</b>
ІНТЕГРАЦІЯ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ У СИСТЕМУ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАННЯ ATUTOR .....	78

<b>А. Шум'як, О. Палка, М. Потикевич .....</b>	<b>79</b>
АНАЛІЗ ТЕРМІНУ SMART CITY .....	79
<b>К. Юрченко, І. Бойко, канд. фіз.-мат. наук, доц.....</b>	<b>81</b>
РОЗРОБКА РОЗПОДІЛЕНОГО СЕРВЕРНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ КОРИСТУВАЦЬКИХ ОНЛАЙН ПРОЕКТІВ.....	81
<b>Секція: АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ, ІМОВІРНІСНІ МОДЕЛІ БІОФІЗИЧНИХ СИГНАЛІВ І ПОЛІВ.....</b>	<b>83</b>
<b>Д.Вакулєнко<sup>1</sup>, А. Сверстюк<sup>1</sup>, А. Семенець<sup>1</sup>, Ю. Кравчик<sup>2</sup>.....</b>	<b>83</b>
АНАЛІЗ ФРАКТАЛЬНОЇ РОЗМІРНОСТІ РЕОЕНЦЕФАЛОГРАМ ТА ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМ ПРИ ШИЙНОМУ ОСТЕОХОНДРОЗІ .....	83
<b>Н. Кравець<sup>1</sup>, Н. Климук<sup>1</sup>, О. Кучвара<sup>1</sup>, Ю. Кравчик<sup>2</sup>.....</b>	<b>85</b>
МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ .....	85
<b>М. Кравчук .....</b>	<b>86</b>
АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА.....	86
<b>А. Курко канд. техн. наук, доц., М. Каретін .....</b>	<b>87</b>
КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИЙ СТЕНД ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ІНЕРЦІЙНОГО ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО ТРАНСФОРМАТОРА МОМЕНТУ .....	87
<b>В. Марценюк<sup>1</sup>, А. Сверстюк<sup>2</sup>, Я. Литвиненко<sup>3</sup>, Н. Козодій<sup>3</sup>.....</b>	<b>88</b>
ВИКОРИСТАННЯ ПАКЕТУ R ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ІМУНОСЕНСОРНОЇ СИСТЕМИ НА ГЕКСАГОНАЛЬНІЙ РЕШІТЦІ .....	88
<b>В. Савків, канд. тех. наук, доц., Р. Михайлишин, канд. тех. наук, І. Козбур, А.А. Микитишин .....</b>	<b>89</b>
АНАЛІЗ ВАНТАЖОПІДІЙМАЛЬНОСТІ СТРУМИННОГО ЕЖЕКЦІЙНОГО ЗАХОПЛЮВАЧА ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА ПРИ МАНІПУЛЮВАННІ ОБ'ЄКТАМИ З ОТВОРАМИ.....	89
<b>А. Сверстюк.....</b>	<b>91</b>
КІБЕРФІЗИЧНА ІМУНОСЕНСОРНА СИСТЕМА НА ГЕКСАГОНАЛЬНІЙ РЕШІТЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕШІТЧАСТИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ІЗ ЗАПІЗНЕННЯМ .....	91
<b>І. Федорів.....</b>	<b>92</b>
АНАЛІЗ КОНДУКТОМЕТРИЧНИХ ДАВАЧІВ.....	92
<b>П. Федорів .....</b>	<b>94</b>
СРУМЕНЕВІ ПРИВОДИ ШАРНІРНО-ВАЖІЛЬНИХ ЗАТИСКНИХ ПРИСТРОЇВ .....	94
<b>О. Шовкун, І. Козбур .....</b>	<b>96</b>
ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ ВІБРАЦІЙНИЙ ПРИВОД ЖИВИЛЬНИКА З ФАЗОВИМ ПІДЛАШТУВАННЯМ ЧАСТОТИ ЗБУДЖЕННЯ .....	96

<b>Секція: МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО, МІЦНІСТЬ МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ, БУДІВНИЦТВО.....</b>	<b>98</b>
<b>П. Гузик, П. Романишин, Ю. Микитів.....</b>	<b>98</b>
ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ 3D ДРУКУ .....	98
<b>О. Гурик, канд. техн. наук, доцент, О. Король, В. Сенчишин .....</b>	<b>99</b>
ДО ПИТАННЯ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ .....	99
<b>С. Данильченко.....</b>	<b>100</b>
ОЛЕКСАНДР ІНОКЕНТІЙОВИЧ НЕРОВЕЦЬКИЙ – ЗАСНОВНИК ШКОЛИ ПОТОКОВОГО ШВИДКІСНОГО БУДІВНИЦТВА.....	100
<b>Р. Золотий, канд. техн. наук., І. Ярема, канд. техн. наук., доц., В. Наумов.....</b>	<b>101</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ РУЙНІВНОГО НАПРУЖЕННЯ ПРИ ЗГИНАННІ ФЕРИТОНАПОВНЕНИХ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ .....	101
<b>В. Ігнатєва, канд. техн. наук, доц. ....</b>	<b>102</b>
ПОСИЛЕННЯ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ФІБРОАРМОВАНИМИ СИСТЕМАМИ ТА СТАЛЕВИМИ КОНСТРУКЦІЯМИ.....	102
<b>В. Каспрук, канд. техн. наук, доц. ....</b>	<b>105</b>
ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ РУХУ ЗАПИЛЕНОГО ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ У ВИХРОВОМУ ПИЛОВЛОВЛЮВАЧІ .....	105
<b>В. Каспрук, к.т.н., доц., А.Березяк .....</b>	<b>106</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК, ПІДСИЛЕНИХ ВУГЛЕПЛАСТИКАМИ, ЗА БАГАТОРАЗОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ .....	106
<b>Я. Ковальчук, канд. техн. наук, доц., Н. Шингера, канд. техн. наук, доц.....</b>	<b>107</b>
МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНЬ В ЕЛЕМЕНТАХ ЗВАРНОЇ ФЕРМИ ПРИ НАГРІВАННІ.....	107
<b>В. Ковбашин<sup>1</sup>, канд. хім. наук, доц., І. Бочар<sup>2</sup>, канд. тех. наук, доц. ....</b>	<b>108</b>
СПОСІБ ОБРОБКИ РЕАКЦІЙНО-СПЕЧЕНИХ ВИРОБІВ НА ОСНОВІ КАРБІДУ КРЕМНІЮ ТА ДИСИЛІЦИДУ МОЛБДЕНУ .....	108
<b>О. Король, Б. Береженко, О. Гурик к.т.н., доцент .....</b>	<b>110</b>
ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОСТИГАННЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ДЕТАЛІ ПІСЛЯ ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВАННЯ .....	110
<b>М. Підгурський, д-р. техн. наук, проф., І. Підурський, А. Макар, В. Ляхов .....</b>	<b>112</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ КІН ДЛЯ ПОВЕРХНЕВИХ ПІВЕЛПТИЧНИХ ТРИЩИН У ЗОНАХ КОНСТРУКТИВНИХ КОНЦЕНТРАТОРІВ НАПРУЖЕНЬ.....	112
<b>П. Стухляк, д-р. техн. наук, проф., О. Тотосько, канд. техн. наук., Р. Золотий, канд. техн. наук. ....</b>	<b>113</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ КІЛЬКОСТІ МАТЕРІАЛУ У СТАНІ ЗОВНІШНІХ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ ДЛЯ ФЕРИТОНАПОВНЕНИХ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ .....	113

<b>І. Чихіра канд. техн. наук, доц., А. Микитишин, канд. техн. наук, доц., В. Креховецька.....</b>	<b>114</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ АДГЕЗИЙНОЇ МІЦНОСТІ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ У АГРЕСИВНОМУ СЕРЕДОВИЩІ .....	114
<b>Секція: ЕЛЕКТРОТЕХНІКА І СВІЛОТЕХНІКА, ЕЛЕКТРОНІКА</b>	<b>115</b>
<b>В. Бурмака, М. Тарасенко, д-р. техн. наук, проф. ....</b>	<b>115</b>
ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНОГО СВІТЛА В ОФІСНИХ ПРИМІЩЕННЯХ .....	115
<b>М. Зінь, канд.техн.наук, доц., Ю. Підгайний .....</b>	<b>117</b>
ПУСКОНАЛАГОДЖУВАЛЬНІ РОБОТИ НА МІКРОГЕС В С. МИШКОВИЧІ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО РАЙОНУ .....	117
<b>А. Лупенко, д-р. техн. наук, Т. Чомко .....</b>	<b>119</b>
РЕГУЛЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ БАГАТОСЕКЦІЙНИХ РЕЗОНАНСНИХ ІНВЕРТОРІВ.....	119
<b>В. Медвідь, І. Бесякова, В. Пісьціо .....</b>	<b>121</b>
ОГЛЯД І АНАЛІЗ ПРОГРАМ ДЛЯ РОЗМІЩЕННЯ СВІЛОДІОДНИХ МОДУЛІВ В КОНСТРУКЦІЯХ ЗОВНІШНЬОЇ РЕКЛАМИ.....	121
<b>В. Медвідь, І. Бесякова, В. Пісьціо .....</b>	<b>123</b>
МЕТОДИКА ОПТИМІЗАЦІЇ П'ЄЗОТРАНСФОРМАТОРІВ .....	123
<b>В. Медвідь, І. Бесякова, В. Пісьціо .....</b>	<b>126</b>
ОЦІНКА ГАРМОНІК НАПРУГИ ПРИ ПСЕВДО-ВИПАДКОВОМУ ЖИВЛЕННІ ГАЗОРОЗРЯДНИХ ЛАМП ВИСОКОГО ТИСКУ .....	126
<b>М. Тарасенко, д-р. техн. наук, проф., Р. Гаврилишин .....</b>	<b>127</b>
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ АКУМУЛЮВАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ПРИВАТНОМУ СЕКТОРІ .....	127
<b>М. Тарасенко, д-р. техн. наук, проф., В. Паращук.....</b>	<b>129</b>
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДВИГУНІВ СТРІЛІНГА З КОНЦЕНТРАТОРАМИ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.....	129
<b>Секція: МАТЕМАТИКА ТА ФІЗИКА .....</b>	<b>131</b>
<b>Г. Габрусєв, канд. фіз.-мат. наук, доц., І. Габрусєва, канд. техн. наук .....</b>	<b>131</b>
МЕТОДИКА ПОБУДОВИ РОЗВ'ЯЗКУ ІНТЕГРАЛЬНИХ РІВНЯНЬ В КОНТАКТНИХ ЗАДАЧАХ МЕХАНІКИ ДЕФОРМІВНОГО ТВЕРДОГО ТІЛА. ....	131
<b>В. Мочарський, канд. техн. наук, Б. Ковалюк, канд. фіз.-мат. наук, доц. ....</b>	<b>133</b>
СТВОРЕННЯ ПЕРІОДИЧНИХ СТРУКТУР НА ЗВОРОТНІЙ ПОВЕРХНІ МІДНОЇ ФОЛЬГИ ПІСЛЯ ЛАЗЕРНОЇ УДАРНО-ХВИЛЬОВОЇ ОБРОБКИ НАНОПОРОШКІВ.....	133
<b>Л. Романюк, канд. техн. наук, доц. ....</b>	<b>134</b>
МОДЕЛЮВАННЯ ТУРБУЛЕНТНИХ ПРИМЕЖЕВИХ ТЕЧІЙ З УРАХУВАННЯМ КРИВИЗНИ ПОВЕРХНІ.....	134

<b>О. Самборська, канд. фіз.– мат. наук, доц.....</b>	<b>135</b>
ЗАСТОСУВАННЯ РЯДІВ ФУР'Є З ЦИЛІНДРИЧНИМИ ФУНКЦІЯМИ В ЗАДАЧАХ ПРО ВТРАТУ СТІЙКОСТІ ВОЛОКНИСТИХ КОМПОЗИТІВ .....	135
<b>О. Сіткар, канд.техн. наук, Б. Ковалюк, канд. фіз-мат. наук, доцент.....</b>	<b>136</b>
ЛАЗЕРНА УДАРНИ ХВИЛІ МАЛОЇ АМПЛІТУДИ.....	136
<b>Ю. Скоренький, Т. Береженко , О. Данильців , Г. Шимчук.....</b>	<b>137</b>
МЕТОДИКА КАЛІБРУВАННЯ ДАВАЧІВ ДНТ22 ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ.....	137
<b>Б. Шелестовський, канд. фіз. – мат. наук, доц., В. Михайлишин .....</b>	<b>138</b>
РОЗВ'ЯЗОК РІВНЯННЯ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ДЛЯ СИСТЕМИ ТІЛ ЦИЛІНДР- ПІВПРОСТІР .....	138
<b>Секція: ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ, ХІМІЧНИХ ТА ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ВИРОБНИЦТВ .....</b>	<b>140</b>
<b>Н. Зварич, канд. техн. наук, доц., О. Лясота, канд. техн. наук, доц.....</b>	<b>140</b>
ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В УКРАЇНІ.....	140
<b>Л. Криськова .....</b>	<b>141</b>
РИНОК КОНДИТЕРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА В УКРАЇНІ.....	141
<b>О. Лясота, канд. техн. наук, доц., Д. Лозіцький .....</b>	<b>143</b>
ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ГВИНТОВОГО ТРАНСПОРТЕРА-ЗМІШУВАЧА .....	143
<b>В. Стручок, Д. Мудра.....</b>	<b>145</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЕКТУ НАЦІОНАЛЬНОГО ПЛАНУ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ ДО 2030 РОКУ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ІНФРАСТРУКТУРНИХ ЗАХОДІВ З ПЕРЕРОБЛЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ.....	145
<b>Секція: УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ, ЕКОНОМІКА ...</b>	<b>148</b>
<b>Y. Arutyunyan .....</b>	<b>148</b>
ECONOMIC AND STRATEGIC ANALYSIS IN THE GLOBAL OIL MARKET ...	148
<b>І. Атаманов, Ю. Бишук, О. Борух .....</b>	<b>150</b>
ВПЛИВ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ НА ПІДВИЩЕННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ АКТИВНОСТІ ВІТЧИЗНЯНИХ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ .....	150
<b>О. Гарматюк, канд. екон. наук., доц., Н. Головчук , С. Сорока .....</b>	<b>152</b>
ВПЛИВ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ НА ФЕКТИВНІСТЬ УПРАВЛІННЯ ВІТЧИЗНЯНИМИ ПРОМИСЛОВИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ .....	152
<b>В. Гой, І. Химич, канд. екон. наук, доц. ....</b>	<b>154</b>
ЕКОНОМІЧНІ ЗЛОЧИНИ ЯК ФОРМА ЗАГРОЗИ ЕКОНОМІЧНІЙ БЕЗПЕЦІ УКРАЇНИ .....	154

<b>С. Захарчук, В. Желізний, В. М. Дуда.....</b>	<b>156</b>
ОСНОВНІ НАПРЯМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ АКТИВНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ ЕКОНОМІКИ .....	156
<b>Т. Королюк, канд. економ. наук, доц.....</b>	<b>158</b>
ІНСТРУМЕНТИ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ НА ПІДПРИЄМСТВАХ.....	158
<b>Т. Лібусь, Н. Кирич, д-р. екон. наук, проф. ....</b>	<b>159</b>
ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ПРОМИСЛОВИМ ПІДПРИЄМСТВОМ.....	159
<b>Л. Малюта, докт.економ.наук., доц., Г. Нагорняк, канд.техн.наук., доц., Т. Кузь. 160</b>	<b>160</b>
МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ПІДХОДІВ В ОРГАНІЗАЦІЇ РЕСТОРАННОГО БІЗНЕСУ .....	160
<b>О. Міщук .....</b>	<b>162</b>
ПРОБЛЕМИ ВИВЕДЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ПРОДУКТІВ НА РИНОК .....	162
<b>О. Мосій, канд. екон. наук., доц., О. Драй, М. Козюк.....</b>	<b>163</b>
УМОВИ УСПІШНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ В УКРАЇНІ..	163
<b>Г. Нагорняк, канд. техн. наук., доц., І. Нагорняк .....</b>	<b>165</b>
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ КАПІТАЛ ЯК НЕОБХІДНА УМОВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ВІТЧИЗНЯНИХ МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВ .....	165
<b>А. Оксентюк, канд. екон. наук., І. Будник, Я. Козій.....</b>	<b>167</b>
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ОДИН З ВАЖЛИВИХ ФАКТОРІВ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ТА ФІНАНСОВОЇ СТАБІЛЬНОСТІ ВІТЧИЗНЯНИХ ПІДПРИЄМСТВ.....	167
<b>І. Стойко, канд. техн. наук, доц. ....</b>	<b>169</b>
АНТИБЮРОКРАТИЧНИЙ СТИЛЬ УПРАВЛІННЯ.....	169
<b>І. Тернавський, О. Алонге, А. Раза .....</b>	<b>171</b>
ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ СТРАТЕГІЙ ЯК ЧИННИКІВ ІННОВАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ФУНКЦІОНУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНИХ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ У СУЧАСНИХ ПОСТКОНФЛІКТНИХ УМОВАХ.....	171
<b>І. Федішин, канд. екон. наук, Ж. Жарковська, О. Я. Кунинець .....</b>	<b>173</b>
ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ НАПРЯМКІВ СТИМУЛЮВАННЯ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ВІТЧИЗНЯНИХ ПІДПРИЄМСТВУ СУЧАСНИХ УМОВАХ ТРАНСФОРМАЦІЙНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ.....	173
<b>Н. Юрик, канд. екон. наук., доц., С. Дмитрів, Г. Ю. Колесник.....</b>	<b>175</b>
ВПЛИВ МЕХАНІЗМУ ІНТЕНСИВНОГО РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА НА ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ВІТЧИЗНЯНИХ ПІДПРИЄМСТВ .....	175
<b>Н. Є. Юрик, канд. екон. наук., доц., В. Л. Ліпська, О. Т. Ференц.....</b>	<b>177</b>
ВИЗНАЧАЛЬНІ СУБ'ЄКТИ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ .....	177



<b>Секція: ГУМАНІТАРНІ ТА СОЦІАЛЬНІ НАУКИ.....</b>	<b>179</b>
<b>О.М. Босюк, ст. викладач, Н.В. Вальчак, ст. викладач.....</b>	<b>179</b>
ОСОБЛИВОСТІ ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ ПЛАВЦІВ НА ЕТАПАХ РІЧНОГО МАКРОЦИКЛУ .....	179
<b>Н. Вальчак, ст. викладач, О. Босюк, ст. викладач. ....</b>	<b>181</b>
ПЛАВАННЯ – ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ ДО НЕСПРИЯТЛИВИХ ВПЛИВІВ ПОГОДИ .....	181
<b>Ю. Гумен, доцент, канд. істор. наук .....</b>	<b>183</b>
ПЕРСПЕКТИВИ ТА МОЖЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕРНЕТ ВРЯДУВАННЯ ОРГАНАМИ МІСЦЕВОГО САМОВРЯДУВАННЯ УКРАЇНИ..	183
<b>А. Довгань, д-р. філос. наук, професор, О. Туревич .....</b>	<b>186</b>
УКРАЇНСЬКА МИТНИЦЯ ОЧИМА УКРАЇНСЬКИХ ТУРИСТІВ (ПОГЛЯД З МИНУЛОГО) .....	186
<b>І. Казмірчук, З. Кульчицький .....</b>	<b>188</b>
ЗДОРОВИЙ СПОСІБ ЖИТТЯ СТУДЕНТІВ ТНТУ .....	188
<b>А. Криськов, д-р. істор. наук, доц.....</b>	<b>189</b>
ІНОЗЕМЦІ-ОФЦЕРИ В УКРАЇНСЬКІЙ ГАЛИЦЬКІЙ АРМІЇ (1918-1920 рр.)...	189
<b>З. Кульчицький, І. Казмірчук .....</b>	<b>190</b>
ПОКАЗНИКИ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ДИХАЛЬНИХ ПРОБ ПЛАВЦІВ ПРИ РІЗНИХ ТИПАХ ПОГОДИ .....	190
<b>Я. Курко, кандидат медичних наук, доцент. ....</b>	<b>192</b>
АДАПТАЦІЯ ПЛАВЦІВ ДО ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ .....	192
<b>Я. Курко, кандидат медичних наук, доцент. ....</b>	<b>193</b>
ОСОБЛИВОСТІ СТАРТОВОЇ РЕАКЦІЇ ПЛАВЦІВ ЗА РІЗНИХ ТИПІВ ПОГОДИ .....	193
<b>В Ніконенко, канд. філ. наук, проф., О. Потіха, канд. істор. наук.....</b>	<b>195</b>
МІСЦЕ І РОЛЬ ПАРТІЙ В ПОЛІТИЧНІЙ СИСТЕМІ .....	195
<b>О. Потіха, канд. істор. наук, В. Ніконенко, канд. філос. наук, проф.....</b>	<b>196</b>
ОСНОВНІ ШЛЯХИ ФОРМУВАННЯ ПОЛІТИЧНОЇ КУЛЬТУРИ СТУДЕНТІВ.	196
<b>П. Сівчук .....</b>	<b>198</b>
МАНІПУЛЯЦІЇ ГРОМАДСЬКОЮ ДУМКОЮ ЯК ФАКТОР ПОЛІТИКИ .....	198
<b>Т. Чоп .....</b>	<b>199</b>
МИТЕЦЬ ЯК ПОДІЯ В УКРАЇНСЬКОМУ АВАНГАРДІ ПОЧАТКУ ХХ СТОЛІТТЯ .....	199





*Наукове видання*

**Матеріали наукової конференції**

**Тернопільського національного технічного  
університету імені Івана Пулюя**

**16-17 травня 2019 року**

**Збірник тез доповідей**

Підписано до друку 17.05.2019 р. Формат 29,7×42¼.  
Папір офсетний. Ум. друк. арк. 13,71. Наклад 100 прим.