

**PROCEEDINGS  
OF XIII INTERNATIONAL CONFERENCE  
ON SCIENCE AND EDUCATION**

*January 4–13, 2019,  
Hajduszoboszlo (Hungary)*



**НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ**

Сборник трудов  
XIII Международной научной конференции

*4–13 января 2019 г.,  
Хайдусобосло (Венгрия)*

National Council of Ukraine for Mechanism and Machine Science  
(Member Organization of the International Federation  
for Promotion of Mechanism and Machine Science)

Council of Scientific and Engineer Union in Khmelnytskyi Region

Khmelnytskyi National University

# SCIENCE AND EDUCATION

XIII International Conference

*January 4–13, 2019,  
Hajduszoboszlo (Hungary)*



# НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ

Сборник трудов  
XIII Международной научной конференции

*4–13 января 2019 г.,  
Хайдусобосло (Венгрия)*

УДК 001+378

ББК 72:74

Н56

*Утверждено к печати на совместном заседании исполкомов  
Хмельницкой областной организации СНИО Украины  
и Украинского Национального комитета ИФТОММ,  
протокол № 4 от 07.12.2018*

Включены материалы конференции «Наука и образование», проведенной в г. Хайдусобосло (Венгрия) в январе 2019 г.

Рассмотрены проблемы строительства, материаловедения и нанотехнологий, моделирования, медицины, экономики, а также вопросы образования. Представленные тезисы докладов участников конференции, опубликованны в авторской редакции.

Для ученых, аспирантов и сотрудников, работающих в этих областях знаний.

#### **Редакционная коллегия:**

д.т.н. **Ройзман В. П.** (Украина); д.т.н. **Бубулис А.** (Литва);  
д.т.н. **Горошко А. В.** (Украина); д.э.н. **Костин Ю. Д.** (Украина);  
д.т.н. **Костюк Г. И.** (Украина); д.т.н. **Натриашвили Т. М.** (Грузия);  
д.т.н. **Петрашик Я.** (Польша); д-р **Прейгерман Л. М.** (Израиль)

Н56

**Наука и образование** : сб. тр. XIII Междунар. науч. конф.,  
4–13 января 2019 г., г. Хайдусобосло (Венгрия). – Хмель-  
ницкий : ХНУ, 2018. – 141 с. (укр., рус., англ.).

ISBN 978-966-330-331-4

Рассмотрены проблемы строительства и архитектуры, материаловедения и нанотехнологий, специальные проблемы, а также экономические и управленческие аспекты этих вопросов, проблемы образования в высшей школе.

Рассчитано на научных и инженерных работников, специализирующихся в области изучения этих задач.

---

Розглянуто проблеми будівництва і архітектури, матеріалознавства та нанотехнологій, спеціальні проблеми, а також економічні та управлінські аспекти цих питань, проблеми освіти у вищій школі.

Розраховано на науковців та інженерних працівників, які спеціалізуються в області вивчення цих задач.

**УДК 001+378**

**ББК 72:74**

ISBN 978-966-330-331-4

© Авторы статей, 2018

© ХНУ, оригинал-макет, 2018

## Секция проблем строительства и архитектуры

### **ПРО МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ В УМОВАХ ДІЇ ВИСОКОШВИДКІСНОГО УДАРУ**

*Афанасьєва Л. В.*

*Київський національний університет будівництва і архітектури  
E-mail: afanasieva2709@gmail.com*

Будівництво фортифікаційних споруд неможливо без урахування реакції конструктивних елементів будівлі на динамічні навантаження, в тому числі на дію високошвидкісного удару. Але процес пробивання твердими тілами залізобетонних конструкцій потребує масштабного дослідження.

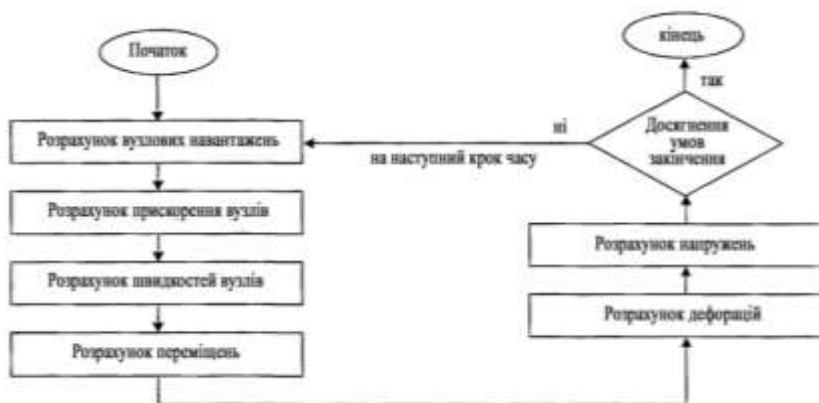
Метою чисельних досліджень є вивчення процесів деформування та руйнування залізобетонних елементів з різними типами армування під дією високошвидкісного удару, а також розробка рекомендацій до їх конструювання і впровадження в практику будівництва.

Об'єктами дослідження є особливості механічного стану матеріалів при високошвидкісній взаємодії системи твердих тіл – «ударник–плита», тобто двох тіл, перше з яких має суттєво меншу площу перерізу і проникає в середину іншого («ударник»), а друге – тіло, що перешкоджає проникненню в середину себе іншого тіла («плита»).

Явище взаємодії ударника і плити відноситься до нелінійних задач, вирішення якої потребує використання чисельних методів розрахунку і моделювання. В проведених дослідженнях використовувався програмний комплекс ANSYS. Зазначений комплекс реалізує систему математичних рівнянь, що описує рух і стан ударника, а також плити при їх взаємодії. Застосування сітки Лагранжа, схема якої передбачає відповідність вузлів сітки точкам матеріального середовища, при моделюванні дії високошвидкісного удару досягається сумісне деформування матеріалів ударника й плити з матеріалом середовища [1]. Схема інтегрування системи рівнянь за часом при використанні Лагранжевої сітки включає операції, що наведені на рис. 1.

Для побудови структурованої сітки прийнятий тип кінцевого елемента у вигляді гексаедра (призма, тетраедр, октаедр), що дозво-

лило моделювати фазові перетворення слоїв матеріалів в умовах високих швидкостей (вплив температури, стисненість і т. ін.).



**Рис. 1. Схема інтегрування за часом системи рівнянь при Лагранжевій сітці**

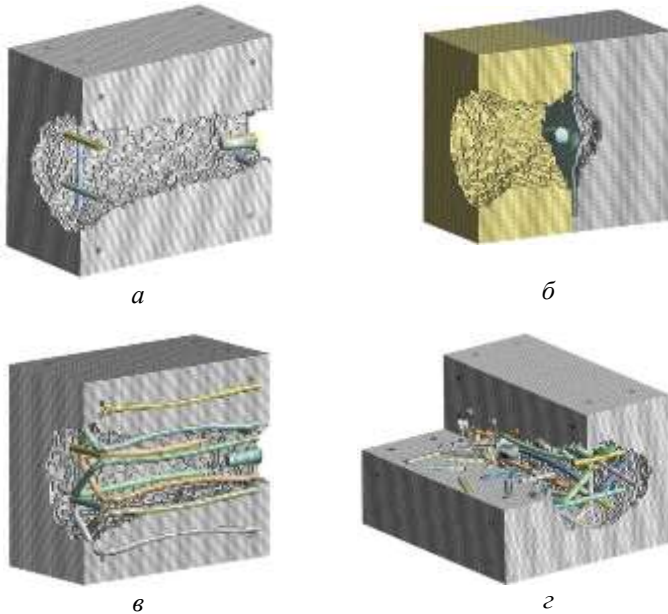
За результатами виконаних розрахунків з використанням програмного комплексу ANSYS визначені особливості проникнення ударника в залізобетонну плиту. Армування дослідної плити здійснювалось двома сітками, суцільним металевим листом, а також подвійною сіткою з поперечною арматурою. Особливості проникнення ударника в залізобетонну плиту з різними типами армування наведені на рис. 2.

За результатами розрахунків досліджено характер руйнування конструкцій на підставі отриманих значень остаточної швидкості ударника в тілі плити залежно від типу армування останньої. Зазначена швидкість становить: бетонна плита – 24,382 м/с; армована двома сітками – 24,252 м/с; розділена суцільним металевим листом – 3,868 м/с; армована поперечною арматурою з подвійною сіткою – 26,179 м/с; армована поперечною арматурою і подвійною сіткою з фіброю – 17,178 м/с.

Залишки неушкоджених зразків становлять 44 мм та 152 мм відповідно плит з подвійною поперечною арматурою і фіброю, а також з суцільним металевим листом. Всі інші дослідні зразки плит мали наскрізне руйнування під дією пробойника.

Аналіз проведених чисельних досліджень свідчить, що прийняті передумови розрахунку в роботі [2], а саме заміна шару армованого бетону пружнопластичним середовищем – гомогенною двофазною сумішню матеріалів – не відповідає результатам розрахунку. Результати розрахунків свідчать, що прийнятні особливості поведінки в

умовах високошвидкісного удару притаманні плитам, що армовані суцільним листом, а також подвійною сіткою з поперечною арматурою і фіброю. Зазначені дослідні плити відрізняються залишковими неушкодженнями і найменшою остаточною швидкістю ударника (17,178 м/с).



**Рис. 2. Особливості характеру проникнення ударника в залізобетонну плиту:**  
**а) з подвійною сіткою; б) з суцільним металевим листом;**  
**в) з подвійною сіткою і поперечною арматурою;**  
**г) з поперечною арматурою і подвійною сіткою з фіброю**

Необхідно зазначити, що використання суцільного металевого листа для армування плити супроводжується розшаруванням плити вздовж металевого листа по обидві його сторони. Це потребує особливих конструктивних і технологічних рішень. Останнє ускладнює можливість використання таких плит в спорудах, що експлуатуються в умовах високошвидкісного удару.

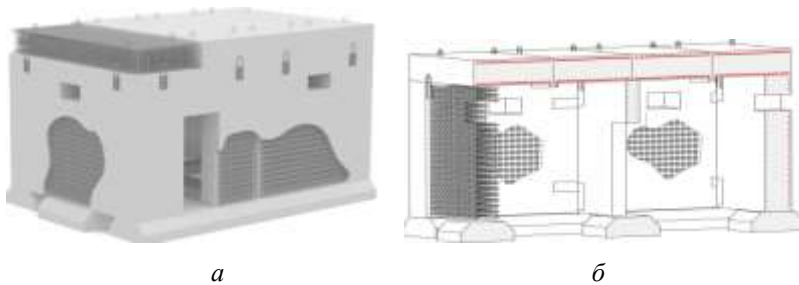
Таким чином, на підставі проведених чисельних досліджень для використання у фортифікаційних спорудах рекомендуються залізобетонні плити, що армовані подвійною сіткою з поперечною арматурою і фіброю.

Фортифікаційні споруди доцільно виконувати зі збірного залізобетону з урахуванням умов, що не ускладнюють виконання буді-

вельно-монтажних робіт. До складу фортифікаційного об'єкта входять такі монтажні елементи:

- фундаментні блоки – крайні і середні вагою 1,15 т та 0,55 т, відповідно;
- стінові панелі – фронтальні і торцеві вагою 5,785 т; вхідні – вагою 4,721 т; середні – вагою 2,08 т;
- панелі перекриття вагою 4,463 т.

Зазначена вага конструкцій не ускладнює технологічний процес монтажу – монтаж елементів здійснюється одним вантажопідйомним пристроєм з одного місця стоянки. Загальний вигляд об'єкта (а), а також схема його армування (б) наведені на рис. 3.



**Рис. 3.** Запропанована конструкція фортифікаційної споруди: а) загальний вигляд; б) схема армування елементів споруди

Запропонована конструкція дозволяє встановлювати фортифікаційну споруду на різну глибину з урахуванням умов будівництва та призначенням споруди.

Конструкція вантажопідйомних петель розроблена на підставі аналізу величини і розподілу напружень в бетоні складових елементів споруди. Максимальне напруження в бетоні становить 24,5 МПа. Приклад конструктивного рішення стропувальних петель фронтальної панелі наведено на рис. 4.



**Рис. 4.** Влаштування вантажопідйомних петель конструктивних елементів споруди

Результати виконаних чисельних досліджень дозволили рекомендувати використання в практиці фортифікаційного будівництва залізобетонні конструкції, що придатні до експлуатації в умовах високошвидкісного удару.

### Література

1. Клованич С. Ф. Метод конечных элементов в нелинейных задачах инженерной механики / С. Ф. Клованич. – Запорожье : Світ геотехніки, 2009. – 400 с.

2. Белов Н. Н. Расчет прочности конструкций из бетонных и железобетонных плит при высокоскоростном ударе / Н. Н. Белов, Н. Т. Югов. – М. – 36 с.

3. Hakan Hansson, Peter Skoglund. SWEDISH DEFENCE RESEARCH AGENCY. Weapons and Protection. Simulation of Concrete Penetration in 2D and 3D with the RHT Material Model. November 200.

## СПЕЦИФІЧНІ МОДЕЛІ РОБОТОЗДАТНОСТІ ТА ПАРАМЕТРИЧНОЇ НАДІЙНОСТІ ГІДРОПРИВОДІВ МАШИН

Лесько В. І.<sup>1</sup>, Безклубенко І. С.<sup>2</sup>, Клименко М. О.<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>Київський національний університет будівництва та архітектури

03680, м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31

E-mail: <sup>1</sup>vitlesu@ukr.net, <sup>2</sup>i.bezklubenko@gmail.com, <sup>3</sup>klymenko.2012@gmail.com

Вирішення технічних задач по забезпеченню роботоздатності машин значною мірою визначається ефективністю теоретичних і прикладних розробок в області оцінок і прогнозування показників їх надійності. Мета роботи полягає в розробці моделей роботоздатності та параметричної надійності, які змогли би враховувати специфіку устрою та функціонування гідроприводів (ГП) будівельних машин.

Специфічними в плані формування параметричних відмов є такі послідовно з'єднані між собою з точки зору компоновання гідроеlementи, як робочі секції гідророзподільників та гідроциліндри, які входять до підсистем ГП і утворюють так звані функціональні дільниці (ФД). Досягнення граничного стану ФД  $\eta_{\dot{\alpha}_{\text{ГРАН}}}$  є сумісним результатом об'єднаного випадкового процесу зміни об'ємних ККД ( $\eta_{\dot{\alpha}}, \eta_{\ddot{\alpha}}$ ) цих елементів, а технічний стан ФД оцінюється узагальненим ОККД, що дорівнює добутку ОККД послідовно з'єднаних елементів:



$$\phi_{\dot{\Delta}\ddot{A}} = \eta_{\ddot{a}\ddot{b}} \cdot \eta_{\ddot{a}\ddot{b}} - \eta_{\dot{\Delta}\ddot{A}\ddot{a}\ddot{a}\ddot{i}} > 0, \quad (1)$$

У такому випадку імовірність збереження роботоздатності ФД буде:

$$P = P\left\{\phi(\eta_{\ddot{a}\ddot{b}} \cdot \eta_{\ddot{a}\ddot{b}}) - \eta_{\dot{\Delta}\ddot{A}\ddot{a}\ddot{a}\ddot{i}} > 0\right\}. \quad (2)$$

ФД представимо як систему двох випадкових величин із сумісною щільністю розподілу  $f(\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}, \eta_{\ddot{a}\ddot{b}})$ . Тоді функція та щільність розподілу добутку випадкових величин  $\eta_{\dot{\Delta}\ddot{A}} = \eta_{\ddot{a}\ddot{b}} \cdot \eta_{\ddot{a}\ddot{b}}$  має вигляд [1]:

$$\begin{aligned} F_{\eta_{\dot{\Delta}\ddot{A}}}(y) &= \iint_{\eta_{\ddot{a}\ddot{b}} \cdot \eta_{\ddot{a}\ddot{b}} < y} dF_{\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}}(\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}) \cdot dF_{\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}}(\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}) = \\ &= \int_{-\infty}^0 dF_{\ddot{a}\ddot{b}}(\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}) \cdot \int_{y/\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}}^{\infty} dF_{\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}}(\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}) + \int_0^{y/\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}} dF_{\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}}(\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}) \cdot \int_{-\infty}^{y/\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}} dF_{\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}}(\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}) = \\ &= \int_{-\infty}^0 \left[1 - F_{\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}}\left(\frac{y}{\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}}\right)\right] dF_{\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}}(\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}) + \int_0^{y/\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}} F_{\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}}\left(\frac{y}{\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}}\right) dF_{\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}}(\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}). \quad (3) \end{aligned}$$

$$f_{\eta_{\dot{\Delta}\ddot{A}}}(y) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{|\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}|} f_{\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}}\left(\frac{y}{\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}}\right) \cdot f_{\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}}(\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}) d\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}. \quad (4)$$

Обробка діагностичної інформації та дослідження надійності ГП в реальних умовах їх експлуатації показали, що розподіл ОККД гідроелементів із достатньою мірою узгодженості може бути описаний за декількома теоретичними законами. Розглянемо один із можливих випадків, коли ОККД секції гідророзподільника та гідроциліндра розподілені за *гамма-розподілом* зі щільністю:

$$f_{\eta_{\ddot{a}\ddot{b}}}(y) = \frac{\beta_1^{\alpha_1}}{\tilde{A}(\alpha_1)} y^{\alpha_1-1} e^{-\beta_1 y} \quad (y > 0); \quad f_{\ddot{a}\ddot{b}}(y) = \frac{\beta_2^{\alpha_2}}{\tilde{A}(\alpha_2)} y^{\alpha_2-1} e^{-\beta_2 y} \quad (y > 0) \quad (5)$$

де  $\alpha_1, \beta_1$  та  $\alpha_2, \beta_2$  – параметри закону розподілу об'ємного ККД гідророзподільника  $\eta_{zp}$  та гідроциліндра  $\eta_{zr}$ , відповідно.

За формулою (3) визначимо щільність розподілу загального об'ємного ККД функціональної дільниці:

$$\begin{aligned}
 f_{\eta_{\delta\bar{A}}}(y) &= \int_0^{\infty} \frac{1}{\eta_{\bar{a}\bar{b}}} f_{\eta_{\bar{a}\bar{b}}}\left(\frac{y}{\eta_{\bar{a}\bar{b}}}\right) f_{\eta_{\bar{a}\bar{b}}}(\eta_{\bar{a}\bar{b}}) d\eta_{\bar{a}\bar{b}} = \\
 &= \frac{\beta_1^{\alpha_1}}{\Gamma(\alpha_1)} \frac{\beta_2^{\alpha_2}}{\Gamma(\alpha_2)} \int_0^{+\infty} \frac{1}{\eta_{\bar{a}\bar{b}}}\left(\frac{y}{\eta_{\bar{a}\bar{b}}}\right) \exp\left\{-\frac{\beta_1 y}{\eta_{\bar{a}\bar{b}}}\right\} \eta_{\bar{a}\bar{b}}^{\alpha_2-1} e^{-\beta_2 \eta_{\bar{a}\bar{b}}} d\eta_{\bar{a}\bar{b}} = \\
 &= \frac{\beta_1^{\alpha_1}}{\Gamma(\alpha_1)} \frac{\beta_2^{\alpha_2}}{\Gamma(\alpha_2)} y^{\alpha_1-1} \cdot \int_0^{+\infty} \frac{1}{y} \frac{1}{y^{\alpha_1-1}} \cdot y^{\alpha_2-1} \exp\left\{-\frac{\beta_1 y}{\eta_{\bar{a}\bar{b}}} - \beta_2 \eta_{\bar{a}\bar{b}}\right\} d\eta_{\bar{a}\bar{b}} = \\
 &= \frac{\beta_1^{\alpha_1}}{\Gamma(\alpha_1)} \frac{\beta_2^{\alpha_2}}{\Gamma(\alpha_2)} y^{\alpha_1-1} \int_0^{+\infty} \eta^{\alpha_2-\alpha_1-1} \cdot \exp\left\{-\frac{\beta_1 y}{\eta} - \beta_2 \eta\right\} d\eta = \\
 &= \frac{\beta_1^{\alpha_1}}{\Gamma(\alpha_1)} \frac{\beta_2^{\alpha_2}}{\Gamma(\alpha_2)} y^{\alpha_1-1} \cdot 2 \cdot \left(\frac{\beta_1 y}{\beta_2}\right)^{\frac{\alpha_2-\alpha_1}{2}} K_{\alpha_2-\alpha_1}(2\sqrt{\beta_1 \beta_2 y}) = \\
 &= 2 \cdot \frac{(\beta_1 \beta_2)^{\frac{\alpha_1+\alpha_2}{2}} y^{\frac{\alpha_1+\alpha_2-1}{2}}}{\bar{A}(\alpha_1) \bar{A}(\alpha_2)} K_{\alpha_2-\alpha_1}(2\sqrt{\beta_1 \beta_2 y}), \quad (6)
 \end{aligned}$$

де  $K_{\alpha_2-\alpha_1}(\cdot)$  – модифікована функція Бесселя 2-го роду порядку  $(\alpha_2-\alpha_1)$ , яку запозичуємо із теорії спеціальних функцій [2]:

$$\int_0^{+\infty} x^{\nu-1} \exp\left[-\frac{\beta}{x} - \gamma x\right] dx = 2 \left(\frac{\beta}{\gamma}\right)^{\frac{\nu}{2}} K_{\nu}(2\sqrt{\beta \gamma}), \quad (7)$$

( $\text{Re}\beta > 0, \text{Re}\gamma > 0$ ).

Інтегруючи вираз (6), отримуємо модель імовірності збереження роботоздатності функціональної ділянки при заданому граничному значенні ООКД  $y = \eta_{\delta\bar{A}\bar{a}\bar{b}\bar{a}\bar{i}}$ :

$$\begin{aligned}
 P_{\eta_{\delta\bar{A}}}(y) &= P(\eta_{\bar{a}\bar{b}} \cdot \eta_{\bar{a}\bar{b}} > y = \eta_{\delta\bar{A}\bar{a}\bar{b}\bar{a}\bar{i}}) = \\
 &= \int_{y=\eta_{\delta\bar{A}\bar{a}\bar{b}\bar{a}\bar{i}}}^1 2 \frac{(\beta_1 \beta_2)^{\frac{\alpha_1+\alpha_2}{2}} y^{\frac{\alpha_1+\alpha_2-1}{2}}}{\Gamma(\alpha_1) \Gamma(\alpha_2)} K_{\alpha_2-\alpha_1}(2\sqrt{\beta_1 \beta_2 y}) dy, \quad (8)
 \end{aligned}$$

В іншому випадку, нехай діагностичні параметри  $\eta_{\bar{a}\bar{b}}$  та  $\eta_{\bar{a}\bar{b}}$  розподілені за **експоненціальним** законом із параметрами  $\lambda_1$  та  $\lambda_2$ ,

відповідно. За формулами (4) та (3) знаходимо щільність та функцію розподілу:

$$f_{\eta_{\delta\bar{A}}}(y) = \int_0^{\infty} \frac{1}{\eta_{\bar{a}\bar{b}}} f_{\eta_{\bar{a}\bar{b}}}\left(\frac{y}{\eta_{\bar{a}\bar{b}}}\right) f_{\eta_{\bar{a}\bar{b}}}(\eta_{\bar{a}\bar{b}}) d\eta_{\bar{a}\bar{b}} = \int_0^{\infty} \frac{1}{\eta_{\bar{a}\bar{b}}} \lambda_1 e^{-\lambda_1 \frac{y}{\eta_{\bar{a}\bar{b}}}} \cdot \lambda_2 \bar{a}^{-\lambda_2 \eta_{\bar{a}\bar{b}}} d\eta_{\bar{a}\bar{b}} =$$

$$= \lambda_1 \lambda_2 \cdot \int_0^{\infty} \frac{1}{\eta_{\bar{a}\bar{b}}} \exp\left\{\frac{-\lambda_1 y}{\eta_{\bar{a}\bar{b}}} - \lambda_2 \eta_{\bar{a}\bar{b}}\right\} d\eta_{\bar{a}\bar{b}} = 2\lambda_1 \lambda_2 \cdot K_0\left(2\sqrt{\lambda_1 \lambda_2 \cdot y}\right), \quad (9)$$

де  $K_0(\cdot)$  – модифікована функція Бесселя 2-го роду нульового порядку.

$$F_{\eta_{\delta\bar{A}}}(y) = P\{\eta_{\bar{a}\bar{b}} \cdot \eta_{\bar{a}\bar{b}} < y\} = \int_0^{\infty} F_{\eta_{\bar{a}\bar{b}}}\left(\frac{y}{\eta_{\bar{a}\bar{b}}}\right) dF_{\eta_{\bar{a}\bar{b}}}(\eta_{\bar{a}\bar{b}}) =$$

$$= \int_0^{+\infty} \left[1 - \bar{a}^{-\lambda_1 \frac{y}{\eta_{\bar{a}\bar{b}}}}\right] \cdot \lambda_2 \cdot \bar{a}^{-\lambda_2 \eta_{\bar{a}\bar{b}}} d\eta_{\bar{a}\bar{b}} = \int_0^{+\infty} \lambda_2 \bar{a}^{-\lambda_2 \eta_{\bar{a}\bar{b}}} d\eta_{\bar{a}\bar{b}} -$$

$$- \int_0^{+\infty} \lambda_2 \exp\left\{-\left(\frac{\lambda_1 y}{\eta_{\bar{a}\bar{b}}} + \lambda_2 \eta_{\bar{a}\bar{b}}\right)\right\} d\eta_{\bar{a}\bar{b}} = 1 - \lambda_2 \int_0^{+\infty} \bar{a}^{-\lambda_2 \eta_{\bar{a}\bar{b}}} \exp\left\{-\left(\frac{\lambda_1 y}{\eta_{\bar{a}\bar{b}}} + \lambda_2 \eta_{\bar{a}\bar{b}}\right)\right\} d\eta_{\bar{a}\bar{b}} =$$

$$= 1 - 2\lambda_2 \left(\frac{\lambda_1 y}{\lambda_2}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot K_1\left(2 \cdot \sqrt{\lambda_1 \lambda_2 y}\right) = 1 - 2\sqrt{\lambda_1 \lambda_2 y} \cdot K_1\left(2 \cdot \sqrt{\lambda_1 \lambda_2 y}\right); \quad (10)$$

Виходячи із виразу (10), одержимо шукану формулу імовірності збереження робоздатності функціональної ділянки гідроприводу:

$$P_{\eta_{\delta\bar{A}}}(y) = P_{\eta_{\delta\bar{A}}}\{\eta_{\bar{a}\bar{b}} \cdot \eta_{\bar{a}\bar{b}} > y = \eta_{\delta\bar{A}\bar{a}\bar{b}\bar{a}\bar{i}}\} = 2\sqrt{\lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot y} \cdot K_1\left(2\sqrt{\lambda_1 \lambda_2 \cdot y}\right) =$$

$$= 2\sqrt{\lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \eta_{\delta\bar{A}\bar{a}\bar{b}\bar{a}\bar{i}}} \cdot K_1\left(\sqrt{\lambda_1 \lambda_2 \cdot \eta_{\delta\bar{A}\bar{a}\bar{b}\bar{a}\bar{i}}}\right) \quad (11)$$

Використання запропонованого в роботі загального методологічного підходу до аналізу відмов та побудови моделей робоздатності і безвідмовності надає можливість отримання більш адекватних моделей надійності гідроприводів машин, так як вони в більш повній мірі враховують специфіку устрою та функціонування елементів гідроприводу, їх взаємозв'язок та особливості формування параметричних відмов. А це дасть змогу отримувати більш реальні і точ-

ніші результати оцінки показників надійності гідроприводів як будівельних, так і інших гідрофікованих машин. Вони не вичерпують всіх можливих варіантів моделей, які можуть мати місце при аналізі надійності гідроприводів машин, але в той же час вони в певній мірі розширюють та уточнюють коло вже відомих моделей надійності.

### Література

1. Вентцель Е. С. Теория вероятности и ее инженерные приложения / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. – М. : Наука, 1988. – 480 с.
2. Градштейн И. С. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений / И. С. Градштейн, И. М. Рыжик. – М. : Наука, 1971. – 1108 с.

## РАСЧЕТ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ МОСТОВЫХ ОПОР

*Кузьмич А. И.*

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры  
Воздухофлотский проспект 31, kuzok@ukr.net, <https://orsid.org/0000-0003-1762-6344>*

Для установки мостовых опор проектируют специальные геодезические сети. Одним из видов таких сетей является мостовая триангуляция. При расчете точности мостовой триангуляции очень важным является ошибка положения конечной точки ряда. Как известно, она состоит из продольного и поперечного сдвига (рис. 1).

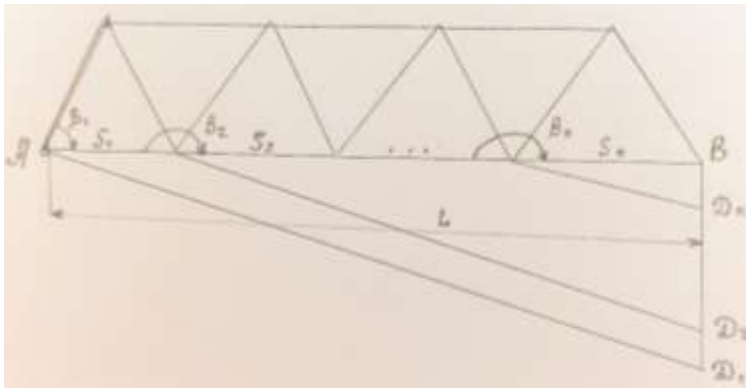


Рис. 1. Схема сети мостовой триангуляции

Вопрос определения ошибки продольного сдвига рассматривался в работе [1], поэтому мы рассмотрим расчет точности определения поперечного сдвига.

На точность поперечного сдвига влияет расстояние сторон сети и точность измерения углов.

Для расчета поперечного сдвига используют классические формулы [3]:

1) при четном числе треугольников в ряде:

$$m_g = \frac{L}{\rho} \sqrt{\frac{2}{15} m_{\beta}^2 \frac{n^2 + n + 3}{n}}; \quad (1)$$

2) при нечетном числе треугольников в ряде:

$$m_g = \frac{L}{\rho} \sqrt{\frac{m_{\beta}^2}{15} \frac{2n^2 + 5n + 5}{15}}. \quad (2)$$

Расчитывают поперечный сдвиг в ряде мостовой триангуляции также по классической формуле:

$$m_g = L \sqrt{\frac{m_{\beta}^2 (n+1) + (2n+1)}{\rho^2 6n}}. \quad (3)$$

Если считать, что углы измеряются со средней квадратической погрешностью  $m_{\beta_1} = m_{\beta_2} = \dots = m_{\beta_n}$ , то можно принять, что для данной сети средняя квадратическая погрешность измерения угла равняется  $m_{\beta}$ , где  $n$  – число сторон в диагонали  $L$ .

Рассмотрим пример расчета точности поперечного сдвига сети показанной на (см. рис. 1) по классическим формулам.

Примем, что:  $S_1 = 300$  м,  $S_2 = 320$  м,  $S_3 = 325$  м,  $S_4 = 311$  м,  $S_5 = 315$  м.

Средне квадратическая погрешность измерения углов  $m_{\beta} = 1,5''$ .

Рассчитаем поперечный сдвиг по классической формуле (2):

$$m_g = \frac{L}{\rho} \sqrt{\frac{m_{\beta}^2}{15} \frac{2n^2 + 5n + 5}{n}} = 11,8 \text{ мм}. \quad (4)$$

По формуле (3):

$$m_g = L \sqrt{\frac{m_\beta^2 (n+1) + (2n+1)}{\rho^2}} = 16 \text{ мм.} \quad (5)$$

Однако для более точных расчетов, на наш взгляд, следует применять развернутую формулу, так как возможность вычислительной техники в настоящее время позволяет это делать [2].

Рассмотрим более детальный подход определения поперечного сдвига. Для получения развернутой формулы необходимо составить функцию определения поперечного сдвига. Согласно (см. рис. 1) поперечный сдвиг  $BD$  будет состоять из составляющих  $BD_n, BD_{n-1}, \dots, BD_2, BD_1$ .

Если считать, что углы измерялись со средней квадратической погрешностью  $m_{\beta_1} = m_{\beta_2} = \dots = m_{\beta_n} = m_\beta$ .

$$m_g^2 = S_1^2 \frac{m_\beta^2}{\rho^2} + S_2^2 \frac{m_\beta^2}{\rho^2} + \dots + S_n^2 \frac{m_\beta^2}{\rho^2}. \quad (4)$$

Учитывая, что для данной сети величина  $m_\beta^2 / \rho^2$  будет постоянной, то формулу (4) можно записать как:

$$m_g^2 = (S_1^2 + S_2^2 + \dots + S_n^2) \frac{m_\beta^2}{\rho^2}. \quad (5)$$

Определим поперечный сдвиг по полученной формуле:

$$m_g = \sqrt{(S_1^2 + S_2^2 + \dots + S_n^2) \frac{m_\beta^2}{\rho^2}}. \quad (6)$$

Используем исходные данные по которым рассчитывался продольный сдвиг с использованием классических формул:

$$m_g = \sqrt{300^2 + 320^2 + 325^2 + 311^2 + 315^2} \frac{1,5^2}{206265^2} =$$

$$\sqrt{493971 \cdot \frac{2,25}{42545250225}} = 5,1 \text{ мм.}$$

Как видно из расчетов, при развернутом определении поперечного сдвига величина предполагаемой ошибки получается меньшей

в 2–3 раза. Следовательно, для мостовых сетей необходимо ошибки продольного и поперечного сдвигов рассчитывать по развернутым формулам, а не по сокращенным, которые применяются для расчета точности триангуляционных сетей.

### **Література**

1. Кузьмич О. Й. Точність визначення подовженого зсуву мостових опор / О. Й. Кузьмич // Містобудування та територіальне планування, 2018. – Київ : КНУБА. – № 67. – С. 221–227.
2. Математичне оброблення геодезичних вимірів : підручник / С. П. Войтенко, Р. В. Шульц, О. Й. Кузьмич, Ю. В. Кравченко ; за ред. С. П. Войтенка. – Київ : Знання, 2015. – 654 с.
3. Практикум по высшей геодезии / под ред. Н. В. Яковлева. – М. : Недра, 1982. – 368 с.

### **ВИМОГИ ДО ПОКАЗНИКІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ В УКРАЇНІ**

*Гетун Г. В.<sup>1</sup>, Соломін А. В.<sup>2</sup>, Лесько І. М.<sup>3</sup>, Кошева В. О.<sup>4</sup>, Кузнецов Д. С.<sup>5</sup>*

<sup>1-5</sup>*Київський національний університет будівництва і архітектури  
м. Київ, Україна, Повітрофлотський проспект, 31*

<sup>1</sup>*galinagetun@gmail.com, ID orcid.org /0000-0002-3317-3456*

<sup>3</sup>*lesko.ua@gmail.com, orcid.org/0000-0003-2515-5220*

<sup>4</sup>*vikk-ko@yandex.ua, ID orcid.org/0000-0001-99548-9999*

<sup>5</sup>*Kuznetsovdmitry94@gmail.com*

<sup>2</sup>*НТУ України «Київський політехнічний інститут імені Сікорського»  
andr-sol@i.ua, ID orcid.org/0000-0002-5226-8813*

Енергоефективність будівлі – це властивість її теплоізоляційної оболонки та інженерного обладнання забезпечувати протягом очікуваного життєвого циклу будівлі побутові потреби людини та оптимальні мікрокліматичні умови для її перебування та/або проживання у приміщеннях при нормативно допустимому (оптимальному) рівні витрат енергетичних ресурсів на опалення, освітлення, вентиляцію, кондиціонування повітря, гаряче водопостачання з урахуванням місцевих кліматичних умов за ДБН В.2.6-31:2016 «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель» [3].

Оптимальні конструктивні рішення теплоізоляційної оболонки будівлі повинні сприяти раціональному використанню енергетичних ресурсів на обігрівання, охолодження та гаряче водопостачання, підтриманню допустимих санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату при-

мішень та нормативній довговічності її експлуатації. Показником енергетичної довговічності будівлі є питомі витрати теплової енергії на створення оптимальних теплових умов мікроклімату в приміщеннях на одиницю її опалювальної площі або об'єму. За показником енергетичної ефективності (інтервалом значень питомої витрати теплової енергії) визначають рівень енергетичної ефективності будівлі. Базовими в енергоефективності будівель є теплотехнічні закони передачі тепла, вологи і руху повітря через огорожувальні конструкції. Особливого значення вимоги щодо енергоефективності будівлі набувають під час проектування або термомодернізації теплоізоляційної оболонки будівлі (огорожувальних конструкцій підвалів, зовнішніх стін, конструкцій покриття) та забезпечення її відповідності чинним вимогам за ДБН В.2.6-31:2016 [3].

Положення ДБН В.2.6-31:2016 [3] встановлюють загальні вимоги до забезпечення енергоефективності будівель з урахуванням: місцевих кліматичних умов; функціонального призначення, типу, архітектурно-планувального і конструктивного рішення; геометричних, теплотехнічних і питомих енергопотреб; нормативних санітарно-гігієнічних і мікрокліматичних умов приміщень; довговічності та надійності теплоізолювальної оболонки (огорожувальних конструкцій) під час експлуатації.

Під час проектування огорожувальних конструкцій енергоефективних будівель для задоволення побутових потреб людини і створення оптимальних мікрокліматичних умов в приміщеннях для її проживання і перебування положення ДБН В.2.6-31:2016 [3] встановлюють мінімальні вимоги до теплотехнічних показників конструкцій теплоізоляційної оболонки і до енергетичних характеристик будівель, які визначаються на підставі економічно обґрунтованого рівня їх енергетичної ефективності з урахуванням очікуваного життєвого циклу. При застосуванні системного принципу проектування за вимогами до енергетичної ефективності будівлі необхідно обов'язково перевіряти показники мінімально допустимої температури внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій, величини перепаду між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, волого-тепловий режим експлуатації, повітропроникність і показники теплостійкості огорожувальної конструкції.

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель, що опалюються та охолоджуються, і внутрішніх конструкцій, що розділяють приміщення, температура повітря в яких відрізняється на 4 °С та більше, обов'язкове виконання умов:



$$R_{\Sigma np} \geq R_{q \min}, \quad (1)$$

$$\Delta T_{np} \leq \Delta T_{cz}, \quad (2)$$

$$T_{e \min} > T_{\min}, \quad (3)$$

де  $R_{\Sigma np}$  – приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної частини (для термічно однорідних огорожувальних конструкцій визначається опір теплопередачі), приведений опір теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ;

$R_{q \min}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, мінімальне значення опору теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ;

$\Delta T_{np}$  – температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\Delta T_{cz}$  – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$T_{e \min}$  – мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах теплопровідних включень в огорожувальній конструкції,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$T_{\min}$  – мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні при розрахункових значеннях температур внутрішнього і зовнішнього повітря,  $^{\circ}\text{C}$ .

Мінімально допустимі значення опору теплопередачі непрозорих і світлопрозорих огорожувальних конструкцій та дверей будівель наведені у таблиці 1. Вони залежать від температурної зони експлуатації будівлі, яка приймається за рис. 1 ДБН В.2.6-31:2016 [3] та ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія» [6]. Розподіл на зони на карті-схемі температурних зон (див. рис. 1) прийнятий по ізолінії 3500 градусо-днів опалювального періоду, а сама границя суміщена з межами областей України.

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції  $\Delta T_{cz}$ ,  $^{\circ}\text{C}$ , для будівель встановлюється залежно від виду огорожувальної конструкції:

- 4,0  $^{\circ}\text{C}$  – для зовнішніх і внутрішніх стін;
- 3,0  $^{\circ}\text{C}$  – для покриття і перекриття горищ;
- 2,0  $^{\circ}\text{C}$  – для перекриття над проїздами і підвалами.



них вікон і zenітних ліхтарів при розрахунковому значенні температури зовнішнього повітря для I температурної зони  $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а для II – «мінус»  $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ , повинна бути не менша, ніж температура точки роси  $t_p$  за розрахунковими значеннями температури й відносної вологості внутрішнього повітря житлових будинків відповідно  $t_e = +20\text{ }^{\circ}\text{C}$  і  $\phi_e = 55\text{ \%}$ .

Мінімальна температура на внутрішній поверхні  $T_{\min}$ , світлопрозорих огорожувальних конструкцій житлових будинків при розрахункових значеннях температур зовнішнього і внутрішнього повітря та відносної вологості внутрішнього повітря вказаних вище, повинна бути: для коробок, рам і штапиків віконних і дверних блоків, а також світлопрозорих зон, включаючи зони дистанційних рамок – не менше, ніж  $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а для непрозорих зон і елементів, включаючи стулки та імпости віконних і дверних блоків, стійки й ригелі світлопрозорих фасадів, непрозоре заповнення балконних дверей тощо – не менше, ніж температура точки роси  $t_p$ .

***Визначення опору теплопередачі непрозорого огородження.***

У холодний період року для створення комфортних умов перебування людей в приміщеннях до будівель подається деяка кількість теплоти, яка є продуктом використання різних видів палива і постійно зростає за ціною. Для збереження теплоти на опалення будівель на етапі проектування розробляють теплоізоляційну болонку у вигляді огорожувальних конструкцій підвалів, зовнішніх стін і покриттів будівель. Різниця температур всередині та ззовні будівлі або між різними її частинами сприяє переходу тепла від нагрітих до холодних місць. Стіни, підлоги і покриття, що розділяють такі місця, чинять деякий опір переходу тепла, але повністю не запобігають йому. Метою теплоізоляції огорожувальних конструкцій будівлі є зменшення кількості тепла, яка передається через неї.

Задача проектування зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель вирішується методами будівельної теплотехніки, які базуються на загальній теорії теплообмінних і масообмінних процесів у матеріальних середовищах. При цьому зовнішні огорожувальні конструкції розглядаються у термодинамічному процесі як відкриті системи, які обмінюються із зовнішнім середовищем енергією шляхом тепло-, волого- та повітрообміну.

В основу розрахунків будівельної теплотехніки покладені методи розрахунку за граничними станами опору теплопередачі та теплостійкості огорожувальних конструкцій будівель. Це означає, що під час проектування будівель розробляють одно- або багатошарову огорожувальну конструкцію, розраховують опори теплопередачі за форму-

лами наведеними на рис. 2 та 3, які порівнюють з відповідними мінімально допустимими величинами, наведеними в таблиці 1. У разі невиконання вимог корегують конструктивне рішення огорожувальної конструкції.

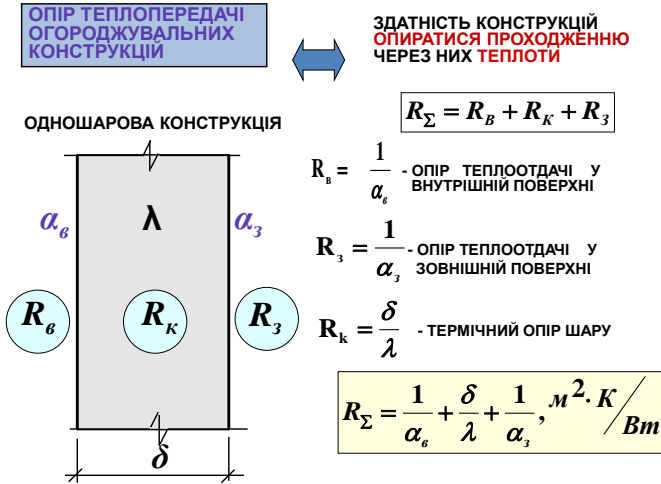


Рис. 2. Розрахунок опору теплопередачі одношарової огорожувальної конструкції

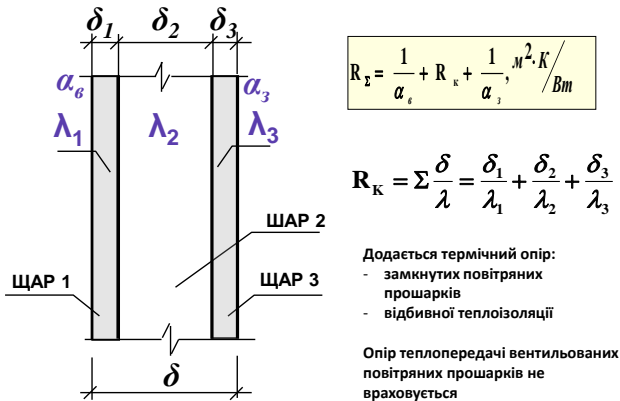


Рис. 3. Розрахунок опору теплопередачі багатшарової огорожувальної конструкції

Розрахунки енергоефективності будівлі завершуються розробкою енергетичного паспорту – документа, який містить геометричні, енергетичні та теплотехнічні характеристики спроектованих або експлуатованих будівель, їх теплоізоляційної оболонки і визначає їх відповідність нормативним документам.

**Методологія проектування енергоефективних будівель.** Будівля розглядається як єдина енергетична система, що складається з незалежних підсистем:

- зовнішній клімат, як джерело енергії та як об’єкт, від якого треба захищати (ізолювати) будівлю;
- будівля, як комплекс інженерних підсистем, енергетично пов’язаних між собою.

Дослідження операцій включає:

- побудову математичної моделі формування теплового режиму приміщень;
- вибір цільової функції, яка встановлює умови обмеження і формулювання задачі оптимізації;
- рішення поставленої оптимізаційної задачі.

Способом визначення тепловитрат за ДСТУ Б EN ISO 13790:2011. Енергетична ефективність будинків. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження [9] є методи: сезонний або місячний, спрощений погодинний або метод деталізованого моделювання.

Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні наведений у ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Проектування. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні [5].

Схема послідовності розрахунку енергоспоживання:

- визначення границь кондиціонованих і некондиціонованих об’ємів та (за необхідності) розподіл будівлі на розрахункові зони;
- визначення вхідних величин теплоізоляційної оболонки будівлі, умов внутрішнього і зовнішнього середовища, моделі зайнятості (роботи) та інженерних систем для кожної зони;
- розрахунок теплопередачі трансмісією та вентиляцією для кожної зони будівлі та місяця року;
- розрахунок внутрішніх і сонячних теплонадходжень для кожної зони будівлі та місяця року;
- розрахунок енергопотребі для опалення, охолодження, вентиляції та гарячого водопостачання (ГВП) кожної зони будівлі і місяця року;
- розрахунок додаткової енергії, теплових втрат систем виділення, розподілення та вироблення енергії для кожної зони будівлі та місяця року;

- розрахунок енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, ГВП і освітлення для кожної зони будівлі та місяця року;
- сумування результатів енергоспоживання для всієї будівлі за рік;
- складання звіту для будівлі.

Для визначення класу енергоефективності будівлі розраховують питому річну енергопотребу для опалення, охолодження та ГВП за формулою:

$$EP = (Q_{H,nd} + Q_{C,nd} + Q_{DHW,nd}) / A_f, \text{ (або } V), \quad (4)$$

де  $Q_{H,nd}$ ,  $Q_{C,nd}$  та  $Q_{DHW,nd}$  – річна енергопотреба будівлі для опалення, охолодження та гаряче водопостачання, відповідно, кВт·год, що визначається згідно з ДСТУ Б А.2.2-12 [5];

$A_f$ ,  $V$  – кондиціонована (опалювальна) площа для житлової, м<sup>2</sup>, або кондиціонований об'єм для громадської будівлі (або її частини), м<sup>3</sup>, що визначається за ДСТУ Б EN ISO 13790 [9].

Таблиця 2

**Нормативна максимальна питома енергопотреба для житлових та громадських будівель ( $EP_{max}$ )**

Призначення будівлі	Значення $EP_{max}$ , кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ], для температурної зони України	
	I	II
1. Житлові будинки поверховістю:		
– від 1 до 3	120	110
– від 4 до 9	83	81
– від 10 до 16	77	75
17 і більше	70	68
2. Громадські будівлі та споруди поверховістю:		
– від 1 до 3	[20 $\Delta bci$ + 31]	[19,4 $\Delta bci$ + 33]
– від 4 до 9	[38]	[40]
– від 10 до 24	[37]	[39]
25 і більше	[34]	[36]
3. Підприємства торгівлі	[28 $\Delta bci$ + 17]	[32 $\Delta bci$ + 18]
4. Готелі		
– від 1 до 3	110	100
– від 4 до 9	75	70
– 10 і більше	65	60
5. Будинки та споруди навчальних закладів	[28]	[30]
6. Будинки та споруди дитячих дошкільних закладів	[48]	[50]
7. Заклади охорони здоров'я	[48]	[50]
<b>Примітка.</b> $\Delta bci$ – коефіцієнт компактності будівлі		

За таблицею 2 визначають нормативна максимальна питома енергопотреба для функціонування будівлі.

Клас енергетичної ефективності будівлі за питомою енергопотребою (табл. 3) визначається за різницею розрахункового або фактичного значення питомої енергопотреби  $EP$  і максимально допустимого значення  $EP_{max}$  (%) за формулою  $[(EP - EP_{max})/EP_{max}] \cdot 100 \%$ .

Таблиця 3

**Класифікація будинків за енергетичною ефективністю**

Клас енергетичної ефективності будівлі за питомою енергопотребою	Різниця розрахункового або фактичного значення питомої енергопотреби ( $EP$ ) і максимально допустимого значення, $EP_{max}$ %, $[(EP - EP_{max})/EP_{max}] \cdot 100 \%$
A	«Мінус» 50 та менше
B	Від «мінус» 49 до «мінус» 10
C	Від «мінус» 9 до 0
D	Від 1 до 25
E	Від 26 до 50
F	Від 51 до 75
G	76 та більше

Клас енергетичної ефективності будівлі за ДБН В.2.6-31:2016 [3] повинен бути не нижче «С». Якщо це не виконується необхідно передбачити заходи для зниження рівня енергетичних витрат за показниками енергоефективності будівлі – термоодернізувати теплоізоляційну оболонку та/або технічні системи будівлі.

**Література**

1. Гетун Г. В. Архітектура будівель та споруд. Кн. 1. Основи проектування : підруч. для ВНЗ. – 2-ге вид., перероб. та допов. / Г. В. Гетун. – Київ : Кондор, 2012. – 380 с. : іл.
2. Гетун Г. В. Енергоефективність будівель в Україні / Г. В. Гетун, В. І. Запривода // Вісник будівельника. 2018. – № 4, серп. – С. 43–47; Гетун Г. В. Системи ізоляції будівельних конструкцій : навч. посіб. / Г. В. Гетун, Б. М. Румянцев, А. Д. Жуков. – Дніпро : Жур-фонд, 2016. – 676 с. : іл.
3. ДБН В.2.6-31:2016. Технічні норми, правила і стандарти. Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Конст-

рукції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. – 65 с.

4. ДСТУ Б А.2.2-8:2010. Організаційно-методичні нормативні документи. Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Проектування. Розділ «Енергоефективність» у складі проектної документації об'єктів. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 47 с.

5. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Організаційно-методичні нормативні документи. Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Проектування. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2015. – 195 с.

6. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Технічні норми, правила і стандарти. Загальнотехнічні вимоги до життєвого середовища та продукції будівельного призначення. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.

7. ДСТУ Б В.2.6-189:2013. Технічні норми, правила і стандарти. Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Конструкції будинків і споруд. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2014. – 51 с.

8. ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013. Технічні норми, правила і стандарти. Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Конструкції будинків і споруд. Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплосасвоєння огорожувальних конструкцій. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. – 40 с.

9. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011. Енергетична ефективність будинків. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження (EN ISO 13790:2008, IDT). – Київ : НДІБК, 2011. – 229 с.

10. Плоский В. О. Архітектура будівель та споруд. Кн. 2. Житлові будинки : підруч. для ВНЗ / В. О. Плоский, Г. В. Гетун. – 3-тє вид., перероб. і допов. – Кам'янець-Подільський : Рута, 2017. – 736 с. : іл.

11. Архітектура будівель та споруд. Кн. 4. Технічна експлуатація та реконструкція будівель : підруч. для ВНЗ / В. О. Плоский, Г. В. Гетун, В. Л. Мартинов та ін. – Кам'янець-Подільський : Рута, 2018. – 750 с.



## **СТВОРЕННЯ КОМФОРТНОГО КОЛІРНОГО СЕРЕДОВИЩА ЯК ОДНЕ ІЗ ЗАВДАНЬ ЕКОЛОГІЇ ІНТЕР'ЄРНОГО ПРОСТОРУ**

*Гетун Г. В.<sup>1</sup>, Козак Н. Ф.<sup>2</sup>, Пилипчук О. Д.<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup>galinagetun@gmail.com, ID orcid.org /0000-0002-3317-3456*

*<sup>2</sup>kozak.nf@knuba.edu.ua, ID orcid.org/0000-0001-9387-4652*

*<sup>3</sup>artist-30-03@yandex.ua, ID orcid.org/0000-0002-1306-6071*

*Київський національний університет будівництва і архітектури  
03680, м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31*

Основні вимоги до проектування внутрішнього простору приміщень, в яких постійно перебувають люди, направлені на створення комфортного середовища їх життєдіяльності та поділяються на декілька груп: функціональні, конструктивно-технічні, естетичні, економічні, екологічні, ергономічні. Створення сприятливого мікроклімату в приміщеннях є комплексною задачею. Мікроклімат приміщення – це стан його внутрішнього середовища, який впливає на людину. Основними характеристиками мікроклімату є показники температури повітря і огорожувальних конструкцій, вологості та якісних характеристик повітря. До розширених характеристик мікроклімату приміщення, можна віднести характеристики візуального комфорту (світловий режим і колористичні характеристики), звуковий (акустичний) режим, а також екологічність застосованих будівельних і опоряджувальних матеріалів. Якщо питання визначення і забезпечення більшості характеристик мікроклімату розглядаються в таких розділах будівельної фізики як будівельна теплофізика і будівельна акустика, то питання створення комфортного візуального середовища є складним комплексним завданням. Його вирішення лежить на перетині кількох різних напрямів: дизайну інтер'єрів, технічної естетики, архітектурної композиції, будівельної фізики (а саме будівельної світлотехніки), психофізіології зорового сприйняття, оптики, відеоєкології тощо.

Створення комфортного візуального середовища передбачає оптимальне використання природного світла, інсоляції та раціональне застосування штучного освітлення. Світло потрібно людині для візуального сприйняття оточуючого середовища, воно є важливим біологічним фактором. Сонячне природне освітлення регулює обмін речовин в організмі, впливає на його імунітет – стійкість до впливу несприятливих факторів. Умови освітлення приміщень визначають психоемоційний стан людини, її натрій і самопочуття. Довготривале перебування в умовах недостатнього чи неякісного освітлення здатне викликати розвиток порушень зору і проявів світлового голодування [3].

Штучні джерела освітлення нажаль не можуть в повній мірі компенсувати відсутність чи недостатність природного освітлення. Спектральний склад випромінювання штучних джерел значно бідніший від природного.

Для комфортного візуального середовища важливе створення колірної гармонії інтер'єрного простору і умов його сприйняття. Сприйняття кольору в першу чергу залежить від психофізіологічних чинників, які обумовлені впливом колірною середовища, що складаються з фізичних законів кольору, оптики, фізіологічної та емоційної реакції.

Специфіка колірною зору вирізняє сприйняття кольору, відчуття кольору і почуття кольору. Сприйняття кольору – складний процес прийому і перетворення інформації, обумовлений фізичними і психологічними факторами, відчуття кольору – пов'язане з фізіологією зору людини, а почуття кольору – з емоційним впливом і естетичним формуванням образу сприйняття. На сприйняття кольору суттєво впливає також фактура поверхні: тонка фактура сприяє висвітленню поверхні та зниженню насиченості тону, грубі фактури – зменшують світлоту і збільшують насиченість кольору. Орієнтація поверхонь за сторонами світу при наявності природного освітлення також є важливим чинником сприйняття кольорового клімату приміщення.

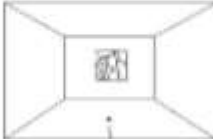
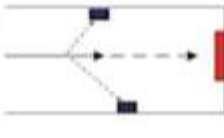
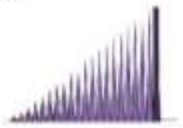
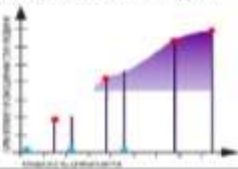


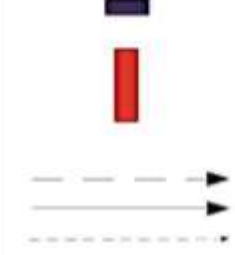
Умови естетичного впливу колористики інтер'єрного простору залежать від функціонального призначення інтер'єру, заданого масштабу, композиції простору, загального колориту, геометричних характеристик площин і об'ємів, освітлення, фактурних якостей матеріалів, колірною гармонії поверхонь використовуваних матеріалів, взаємозв'язків структурних елементів і форм в інтер'єрі, інформативних можливостей кольору. Дослідники К. Ауер і Г. Фрідріх, саме інформаційні (тематичний і семантичний) аспекти кольору виділяють як головні якості впливу на естетику інтер'єрного середовища приміщень [2].

Гармонія колірною рішення приміщення, отримана в результаті поєднання кольорів, утворює єдине просторово-колірне поле, здатне сформувати естетично повноцінний колорит – гармонію штучного середовища, що не викликає роздратування, привнести відчуття комфорту і затишку, одночасно вирішити завдання стимулюючого ефекту кольору, поліпшити настрій, створити душевну гармонію. Естетичний вплив інтер'єрного простору складається із загальної органічної і художньої єдності та узгодженості, яка залежить від відчуття єдності загальної поліхромії. Безладне використання різноманітних кольорів викликає відчуття неспокою. Монохромність веде до монотонності та викликає ефект нудьги. Для вирішення завдань колористичного оформлення простору в першу чергу потрібно знання влас-

тивостей кольору, пов'язаних з оптичними, фізіологічними, психо-логічними і емоційними законами. Гармонії кольорів можна досягати тільки з урахуванням всіх елементів інтер'єру. Колір – сильний засіб впливу на людину. Інформація, яка отримується при його сприйнятті, відкладається на рівні підсвідомості. В кінцевому рахунку колір в інтер'єрі повинен створювати оптимальний психологічний стан людини, відуття позитивних емоцій. Наочним прикладом впливу кольору на людину і одним з основних способів естетичного формування простору є твори живопису і поліхромних об'єктів образотворчого мистецтва (табл. 1).

Таблиця 1

**Приклад оцінки впливу художньо-декоративної форми (ХДФ) на сприйняття і формування колористики інтер'єру приміщення**

№	Просторові характеристики розміщення ХДФ і прогностичний опис напрямку руху глядача	Оцінка емоційного впливу сприйняття ХДФ	Варіанти рішення колористичної гармонії інтер'єру і ХДФ
I	<p>1) розміщення ХДФ в просторі інтер'єру;</p>  <p>2) напрям руху глядача відносно ХДФ</p> 	<p>1) ступінь емоційного підйому при сприйнятті ХДФ;</p>  <p>2) Тривалість сприйняття ХДФ та сила її впливу на емоційний стан глядача</p> 	<p>1) контраст;</p>  <p>2) нюанс</p> 
<b>УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ ДО ТАБЛ. №1</b>			
 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Кольорові стимули інтер'єрного простору</li> <li>- ХДФ в інтер'єрному просторі</li> <li>- ХДФ розміщена в інтер'єрному просторі</li> <li>- Шлях руху</li> <li>- Сила сигналу кольорового стимулу</li> </ul>			

Таким чином, естетичні можливості колористики, які складаються з різноманітних ефектів впливу кольору на людину і можливостей керувати ними, є основою для художника-дизайнера в рішенні поставленого творчого завдання для досягненні потрібного емоційного сприйняття (естетичного хвилювання, відчуття прекрасного, естетичних цінностей), а також загальної закінченості колірною рішення приміщення. Можна зробити висновок, що знання законів і можливостей колористики, доцільність використання привабливого колірною рішення, особливо важливо при проектуванні середовищного оточення людини. Послідовно дотримуючись всіх умов створення комфортного колірною середовища можна добитися необхідного емоційного впливу від реалізованого простору, що в кінцевому підсумку повинно призвести до комфортного психологічного і емоційного стану людини, яка в ньому знаходиться.

### Литература

1. Алексеев С. С. О колорите / С. С. Алексеев. – М. : Изобразительное искусство, 1974. – 174 с.
2. Ауэр К. Человек, цвет, пространство / К. Ауэр, Г. Фридрих. – М. : Стройиздат, 1973. – 144 с.
3. Город, архитектура, человек и климат / Ю. Д. Губернский, М. С. Мягков, Л. И. Конова, В. К. Лицкевич. – М. : Архитектура-С, 2007. – 344 с.

## МАРКЕТИНГОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ БУДІВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА

*Демидова О. О.<sup>1</sup>, Новак Є. В.<sup>2</sup>, Шатрова І. А.<sup>3</sup>, Туток В. В.<sup>4</sup>  
Київський національний університет будівництва і архітектури  
E-mail: <sup>1</sup>demelenn@gmail.com, <sup>2</sup>210792@gmail.com  
<sup>3</sup>inna.satрова@gmail.com, <sup>4</sup>victoriatytok@gmail.com*

В сучасних умовах стрімких змін в галузі технології, комунікацій, виробництва, сервісу і продажу успішне функціонування підприємств, зростання їх конкурентоспроможності дедалі частіше залежить від вміння гнучко і своєчасно реагувати на ринкові умови, зміни чинників макро- та мікросередовища підприємства. Для досягнення цих цілей кожне підприємство вимушено мати розвинену систему маркетингу, відповідні стратегію і тактику вирішення маркетингових завдань. Запорукою успіху в умовах науково-технічного прогресу та

загострення конкурентної боротьби є активна, цілеспрямована ринкова діяльність, орієнтована на задоволення потреб споживачів.

Технологічні процеси, нові розробки потребують кардинальних змін набору маркетингового інструментарію. Все більше уваги в маркетингових стратегіях приділяється конкурентній складовій. Змінюється і сам характер конкурентної боротьби. Конкуренція по-новому це конкуренція не між товарами та послугами, а конкуренція між суб'єктами господарчої діяльності, де важливого значення набуває інформація, знання, нові технології бізнесу, маркетингове забезпечення діяльності підприємства.

Для будівельних підприємств, які характеризуються тривалим виробничим циклом та значною фондоемністю виробництва, організація маркетингу є особливо актуальною. Тим не менш, порівняно з іншими галузями промисловості, маркетингові технології в будівництві розвиваються набагато повільніше. Почасті це можна пояснити специфікою будівельної продукції та обумовленою нею специфікою будівельного виробництва.

Специфіка будівельної продукції як товару полягає у такому:

- нерухомість будівельної продукції на всіх етапах життєвого циклу. Вона може бути використана лише там, де створюється, і безпосередньо пов'язана із землею, яка є основою будівель і споруд;
- велика тривалість життєвого циклу будівельної продукції;
- значна вартість об'єктів будівництва змушує коло потенційних покупців;
- несхожість об'єктів будівництва. Значний вплив на попит здійснює репутація проєктувальника та репутація будівельного підрядника;
- специфічність запитів споживачів будівельної продукції, переважає диференційований та концентрований маркетинг;
- канали розподілу мають високий рівень спеціалізації, при реалізації будівельної продукції рідко використовуються послуги посередників.

Специфіка будівельної продукції визначає особливості будівельного виробництва:

- у виробництві кінцевої будівельної продукції бувають участь різні співвиконавці – замовники, проєктувальники, будівельники, постачальники будматеріалів, конструкторів, виробів, технологічного обладнання, тощо. Кількість таких співвиконавців при зведенні окремого об'єкту може сягати декількох десятків, а іноді й сотень;
- різні умови діяльності будівельних організацій та умови виконання будівельних робіт, мобільність будівельних підприємств. Після завершення робіт на одному будівельному майданчику знаряддя праці і будівельні кадри переміщуються на інші будівельні майданчики;

- велика кількість варіантів технології і організації будівельного виробництва, велике різноманіття будівельних матеріалів;
- тимчасовий характер і неоднотипність будівельного виробництва;
- нерівномірність розподілу будівельно-монтажних робіт;
- великий вплив на будівельне виробництво кліматичних та місцевих умов;
- тривалий період виробництва будівельної продукції.

Крім того, маркетинг в будівельній галузі має свої особливості, які значною мірою впливають із специфіки будівельної продукції та особливостей організації будівельного виробництва:

- велике значення особистих взаємовідносин та суб'єктивізм у виборі забудовників, постачальників;
- висока залежність від субпідрядників, постачальників;
- нестабільність законодавства у будівельній сфері;
- високий податковий тиск, який призводить до того, що велика кількість будівельних підприємств приховує свої реальні обсяги та фінансові результати і, як наслідок – велика складність отримання достовірної інформації для проведення маркетингових досліджень.

До того ж вітчизняні будівельні підприємства стикаються з проблемами посилення конкуренції, зниження купівельної спроможності споживачів, зміни цінностей та вподобань споживачів, посилення соціально-політичних проблем, і вимушені адаптувати виконувані ними функції та види робіт до вимог ринку.

Всі ці труднощі, з одного боку, ускладнюють функціонування будівельних підприємств на ринку, вимагають постійної гнучкості, адаптації до ринкових факторів, а з іншого боку – висувають маркетинг на перший план, стимулюють пошуки методів цілеспрямованого впливу на конкретні ринки за допомогою маркетингового інструментарію.

Багаторічний досвід ринкових відносин в економічно розвинутих країнах вказує, що для досягнення успіху, виживання в конкурентній боротьбі слід використовувати можливості маркетингу. Сучасна тенденція розвитку бізнесу в будівництві в нашій країні свідчить про орієнтацію будівельних підприємств на закордонний досвід використання маркетингу, як методу управління.

Сьогодні приходиться розуміння маркетингу, як основи стратегічного розвитку бізнесу. За результатами проведеного опитування біля 80 % керівників вищої ланки будівельних підприємств та 72 % керівників середньої ланки управління вважають за необхідне прискорення впровадження в управлінську діяльність принципів маркетингу, більше 75 % керівників вищої ланки та приблизно 70 % керівників

середньої ланки заявили про важливість організації маркетингового забезпечення діяльності будівельного підприємства.

В останній час спеціалісти і дослідники, характеризуючи маркетингову діяльність, доволі часто використовують термін «маркетингове забезпечення». Існує багато визначень та інтерпретацій цього поняття. Своє трактування поняття «маркетингове забезпечення» запропонували А. Дайан, Ф. Котлер, П.С. Зав'ялов, Р.А. Фатхутдінов, В.Н. Татаренко, А.Г. Будрін та ін. На наш погляд, найбільш доречним та влучним є визначення, яке запропонували Татаренко В.Н. і Будрін А.Г.: «маркетингове забезпечення являє собою сукупність всіх видів ресурсів (як матеріальних, так і нематеріальних), які комплексно забезпечують підтримання адекватності системи і процесу маркетингу». Воно найбільш повно розкриває сутність маркетингового забезпечення. Інші визначення розкривають окремі аспекти маркетингового забезпечення.

З погляду системного підходу система маркетингового забезпечення є функціональною підсистемою управління підприємством, і, в свою чергу, включає ряд підсистем: інформаційного, організаційного, економічного, правового, технічного, соціального, програмного, математичного, методичного, економетричного, лінгвістичного та інших видів забезпечення.

Зв'язки між підсистемами і зв'язки з зовнішнім середовищем визначають значення і роль цих підсистем в системі, але вплив ринкової динаміки може вивести на перше місце практично будь-яку складову маркетингового забезпечення.

Система маркетингового забезпечення дозволяє розробити заходи, спрямовані на проведення маркетингових досліджень цільового ринку; розробку товарної політики будівельного підприємства; розробку цінової політики; розробку політики розподілу товарів; визначення сервісної політики; формування комунікаційної політики.

Аналітичні дані свідчать, що основними причинами, які ускладнюють створення ефективної системи маркетингового забезпечення діяльності будівельного підприємства є недооцінка ролі й можливостей маркетингу в підвищенні ефективності бізнесу; проведення маркетингових досліджень без урахування специфіки будівництва; недостатнє використання програмних продуктів для оптимізації процесу маркетингового управління будівельним підприємством.

Маркетингове забезпечення дає змогу будівельному підприємству не тільки враховувати вимоги конкретних споживачів, перспективи розвитку конкретних ринків, але й впливати на ці ринки, сприяти досягненню високих результатів діяльності та підвищенню конкурентоспроможності будівельного підприємства на ринку.

### Література

- 1 Татаренко В. Н. Маркетинговое обеспечение предприятия / В. Н. Татаренко, А. Г. Будрин // Проблемы современной экономики. – 2012. – № 1 (41). – С. 208–211.
2. Гребньов Г. М. Формування напрямків підвищення ефективності маркетингового механізму управління конкурентоспроможністю будівельних підприємств в ринкових умовах / Г. М. Гребньов // Економічний вісник НТУ «КПІ». – Київ, 2014. – № 11. – С. 395–400.
3. Гронська М. В. Особливості маркетингової діяльності будівельного підприємства / М. В. Гронська // Економіка та держава. – 2012. – № 9. – С. 28–30.
4. Маркетинг у будівництві : навч. посіб. / С. А. Ушацький [та ін.]. – Київ : Хай-ТекПрес, 2011. – 312 с.



## Секция проблем материаловедения

### АНАЛИЗ БИООБРАСТАНИЯ СУПЕРГИДРОФОБНОЙ И ПОЛИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ СТАЛИ В РАЙОНЕ КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА

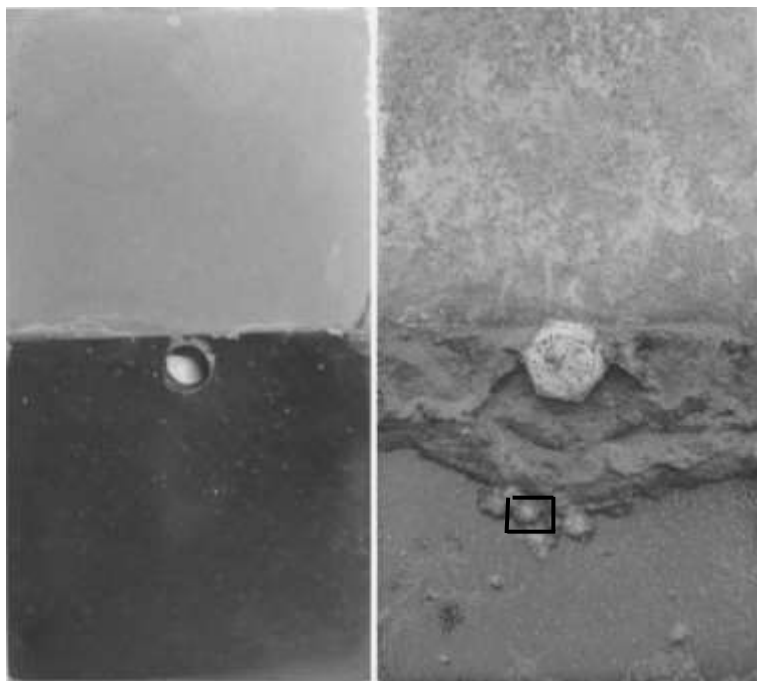
*Кулиш А. В.<sup>1</sup>, Попова Т. Н.<sup>2</sup>, Уколов А. И.<sup>3</sup>  
Керченский государственный морской технологический университет  
<sup>1</sup>kulish1972@mail.ua; <sup>2</sup>tanap178@gmail.com; <sup>3</sup>ukolov\_aleksei@mail.ru*

Традиционно для защиты от биологического обрастания, применяются токсичные покрытия, содержащие металлические или органические биоциды. Однако недостатки этих методов связанные с загрязнением окружающей среды, токсичностью, плохой дисперсией, ограничивают их рабочий потенциал. Поэтому крайне желательно использовать устойчивые, эффективные и экологические нетоксичные стратегии борьбы с морской коррозией и биологическим обрастанием. Супергидрофобные покрытия (СП) являются перспективным методом подавления биологического обрастания, а искусственные микро-наномасштабные иерархические структуры с низкой смачиваемостью могут придать материалу оригинальные физические свойства [1–3].

В морской среде нами были исследованы противообрастающие свойства образцов судостроительной стали марки А40S с СП. Испытания образцов проводились погружением в морскую воду в течение 24 дней (05.08–29.08.2018) в районе Керченского пролива (широта – 45,2708472, долгота – 36,42166957).

В экспериментальном исследовании использовали пластины стали размером 8×90×50 мм. После резки поверхность образцов механически шлифовались с поэтапным уменьшением зернистости абразива и полировались раствором диоксида хрома Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в чистом керосине. Наполовину поверхности из паровой фазы осаждался супергидрофобный слой (рис. 1, а). Применялся коммерчески доступный раствор NeverWet Base Coat, используемый для получения СП и обеспечивающий необходимую шероховатость поверхности для создания эффекта полного несмачивания исследуемых образцов. Первым на поверхность стали наносился базовый слой равномерным распылением в два–три прохода с расстояния около 15 см в течение 3–4 с, со-

державший метилизобутилкетон, бутилацетат и минеральные спирты. После чего в течение 30 минут слой конденсировался при нормальных условиях, созданных в лаборатории. Для крепления образцов был сконструирован специальный держатель, подводная часть которого позволяет погружать три ряда образцов на глубину более 1 м.



*а* *б*  
**Рис. 1. Образец судостроительной стали марки А40S до испытания (а) и после 24 суток нахождения в морской воде (б)**

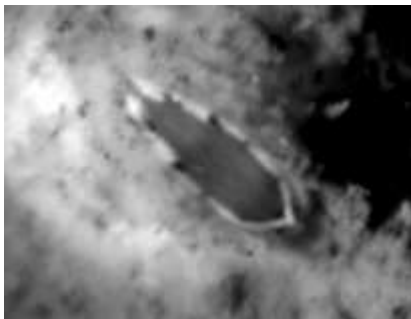
На рис. 1, *б* показана поверхность образца с различной степенью обрастания. В нижней, полированной части, наблюдается два поколения личинок усоногих раков – баянусов (сем. *Balanidae* – *Chthamalus stellatus*). Поколения баянуса характеризует время появления на поверхности и соответственно их размер. Особи распределены неравномерно по поверхности. Шесть более крупных, размером около 3 мм, образуют в центре плотную колонию на границе с фронтом коррозии. На рис. 2 показано увеличенное изображение первого поколения баянуса. Которые выделены на рис. 1, *б* квадратом.

Балюсы второго поколения, размером менее 1 мм, находятся разрозненно на участках пластины свободной от коррозии, но удаленных от ее краев. Вся поверхность, не пораженная ржавчиной, покрыта зелеными водорослями с высотой таллома 1–2 мм (таллом – ботанический термин, применяемый для обозначения одноклеточного, многоклеточного или не дифференцированного на клетки (многоядерного) тела водорослей, грибов, лишайников, а также антоцеротовых и некоторых печёночных мхов).

Половина образца с СГП (рис. 1, б) покрыта водорослями аналогичного состава. Плотность обрастания одинаковая для двух сравниваемых поверхностей. Однако на СГП встречаются водоросли с меньшим талломом, что вероятно связано с неоптимальным их закреплением и при увеличении размеров отрывом от поверхности.

На супергидрофобной половине образца отсутствует балюс, что является значительным преимуществом этого покрытия, так как этот тип обрастания характеризуется значительной силой адгезии (сцепление поверхностей разнородных твёрдых и/или жидких тел) и оказывает основное влияние на гидродинамику судна.

Таким образом, в работе исследовано обрастание образцов судостроительной стали марки А40S с СГП в летний период года. Сравнительный анализ с полированной поверхностью показал несомненные преимущества применения явления абсолютного несмачивания для борьбы с биообразованиями. Основные проблемы широкого применения этого метода связаны с деградацией структуры СГП под волновым воздействием. Поэтому дальнейшее развитие применения эффекта супергидрофобности в морских технологиях направлено на увеличение прочностных характеристик микрорельефа поверхности для эксплуатации антиобрастающего слоя в течение экономически выгодного периода времени.



**Рис. 2. Увеличенное изображение первого поколения балюсы на фронте с коррозией**

### **Список литературы**

1. Придворов Б. Н. Супергидрофобные поверхности. Обзор / Б. Н. Придворов, Т. Н. Попова, А. И. Уколов // Образование, наука и молодежь. – 2017. – С. 107–120.

2. Уколов А. И. Исследование краевого угла капли морской воды при испарении на супергидрофобной поверхности стали А40S / А. И. Уколов, Т. Н. Попова // Экологический вестник научных центров ЧЭС. – 2018. – Т. 15, № 2. – С. 102–107.

3. Ferrari M. Superhydrophobic surfaces for applications in sea-water / M. Ferrari, A. Benedetti // Advances in Colloid and Interface Science. – 2015. – P. 2–50.

## **РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ВИРОБІВ З ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ НАФТОГАЗОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ**

*Копей Б. В.*

*Івано-Франківський національний університет нафти і газу  
76019, Івано-Франківськ, Карпатська 15; e-mail: kopeyb@ukr.net*

Кафедрою нафтогазових машин та обладнання за останні роки розроблено і досліджено характеристики міцності та втоми труб, штанг та бандажів для впровадження в нафтогазовій промисловості [1–20]:

- насосно-компресорні труби;
- насосні штанги гібридні та зі склопластика;
- поплавкові насосні штанги зі склопластика;
- трубопроводи високого тиску;
- бандажі склопластикові та вуглепластикові для ремонту трубопроводів;
- підводні морські шлангокабелі.

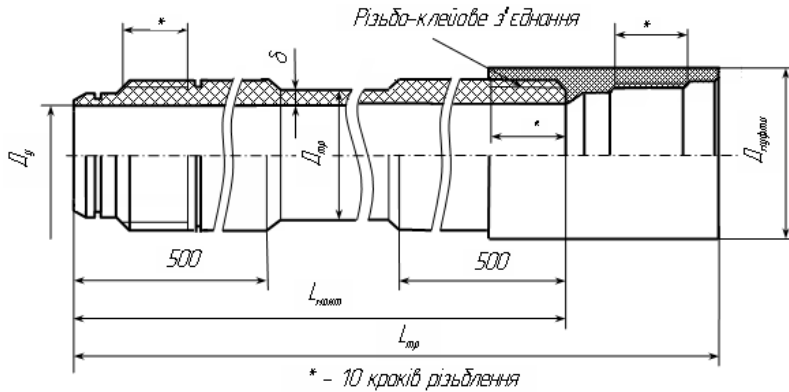
Вихідними матеріалами для виготовлення НКТ [8] є зв'язувач (епоксидна смола та затверджувач ангідридного або амінного типу) і наповнювач (скловолоконна рівниця). Труби виготовляються методом намотування на самоподаючу оправку склорівниці, просоченої зв'язуючим з наступним затвердженням композиції в безперервному процесі. Цей технологічний процес, крім широких можливостей варіації співвідношень механічних характеристик матеріалу труби, дозволяє виготовляти вироби будь-якої заданої довжини.

Конструктивно труби складаються з тіла, ніпеля та різьбоклеювальної муфти (див. рис. 1).

Великий інтерес представляють склопластикові та гібридні насосні штанги [21, 22]. Переваги використання склопластикових та гібридних штанг наступні:

- менша маса, що дозволяє експлуатувати свердловини з великою глибиною спуску свердловинного насоса та свердловини з пере-

вантаженням наземного обладнання, зменшити споживання електроенергії, підвищити швидкість спуско-підйомних операцій при підземних ремонтах;



**Рис. 1. Склопластикова насосно-компресорна труба**

- корозійна стійкість, що дозволяє експлуатувати свердловини з агресивним корозійним середовищем та обводненою продукцією;

- вищий опір корозійній втомі. Число аварій, пов'язаних з втомою, становить для них 1,6 на 100 свердловин, у тому числі обриви по тілу штанг – 0,48, обриви в муфтових з'єднаннях – 1,12 на рік (для сталевих відповідно 3,74; 2,5; 1,69 на рік);

- малий модуль пружності, що дозволяє дещо підвищити дебіт свердловини завдяки збільшенню ходу плунжера насоса (деколи на 20–50 %);

- гідрофільна поверхня штанг, що зменшує інтенсивність відкладень на ній АСПУ;

- технологічні дефекти переважно не властиві склопластиковим насосним штангам.

Недоліки склопластикових та гібридних штанг:

- більша вартість (склопластикових в 1,5–2 рази та гібридних в 3–4 рази);

- допустима температура середовища не більше 100 °С;

- труднощі в проектуванні;

- складні вимоги при транспортуванні і зберіганні;

- відносно мала границя міцності при стиску і згині, що потребує застосування важкого низу колони та ускладнює застосування в свердловинах з високов'язкою нафтою;

– труднощі в ремонті при обриві штанги по тілу, що потребує застосування спеціальних інструментів

В роботі розглядаються перспективи застосування вуглепластикових та гібридних насосних штанг при видобуванні нафти з глибоких свердловин та проведена оцінка втомної міцності гібридних насосних штанг в порівнянні із склопластиковими насосними штангами при циклічному розтязі та згині [21].

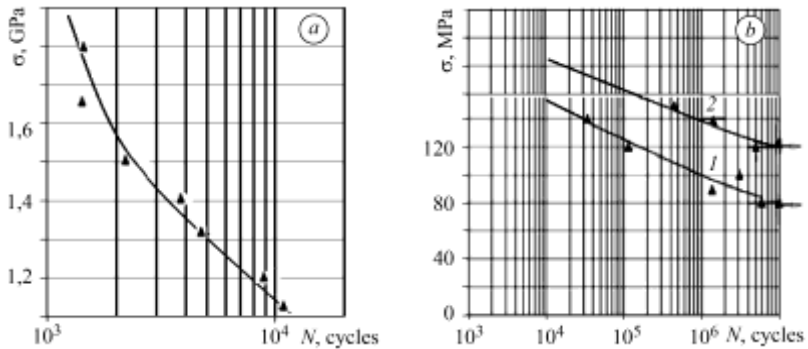
Отримані результати представляють практичний інтерес для оцінки запасів міцності штангових колон і можуть бути використані для прогнозування ресурсу за багатоциклової втоми.

Проведено аналіз причин відмов насосних штанг, існуючих методів оцінки їх ефективності та довговічності. Число аварій, пов'язаних з втомою, становить для склопластикових насосних штанг 1,6 на 100 свердловин, у т.ч. обриви по тілу штанг – 0,48, обриви в муфтових з'єднаннях – 1,12 на рік (для сталевих, відповідно, 3,74; 2,5; 1,69 на рік). Вдосконалено метод випробувань насосних штанг з ПКМ для забезпечення відтворення особливостей їх напружено-деформованого стану в експлуатаційних умовах та вивчення закономірностей росту втомних тріщин.

Шляхом складання системи диференціальних рівнянь руху для конкретної компоновки отримані значення коефіцієнта дисипації коливань для триступеневої комбінованої колони насосних штанг, укомплектованої склопластиковими та сталевими штангами. Застосування розробленого способу для аналізу отриманих по конкретній компоновці колони насосних штанг коефіцієнтів дисипації дає змогу більш точно оцінити динамічну поведінку колони склопластикових насосних штанг та встановити оптимальні режими роботи ПШСУ з метою недопущення резонансу за фактичних умов експлуатації.

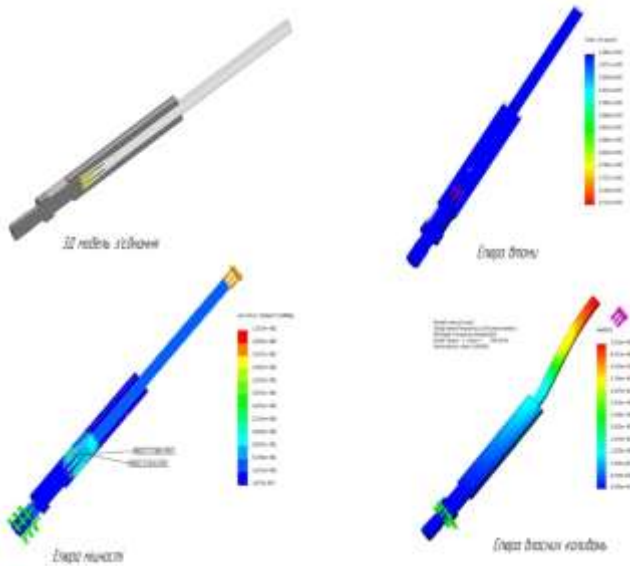
Дістала подальший розвиток оцінка характеристик витривалості склопластикових насосних штанг в різних середовищах. Встановлено, що прісна та морська вода знижують їх втомні характеристики на 25 % та 32 %. Визначено втомні характеристики штанг з полімерних композитів за умов дії згину та осьового навантаження (см. рис. 2).

Гібридні штанги мають умовну межу втоми при малоцикловому навантаженні при осьовому асиметричному розтязі на базі 10 тис. циклів в 5 раз вищу ніж при циклічному згині. Досліджено при випробуванні на втому закономірності росту тріщин в нових та відпрацьованих штангах з ПКМ. Вперше визначено залежність та отримані аналітичні вирази кількості та довжин тріщин від величини напруження згину при втомних випробуваннях склопластикових і гібридних насосних штанг. Гібридні штанги мають в 1,5 рази вищі характеристики межі витривалості, ніж склопластикові [22].



**Рис. 2. Криві малоциклової гібридної (а) та багатоциклової (б) втомної міцності для склопластикових (1) та гібридних (2) насосних штанг**

На основі аналітичних та експериментальних досліджень вдосконалена конструкції з'єднань тіла насосних штанг з сталеву головою з метою підвищення ефективності їх експлуатації. Скінченно-елементний аналіз з'єднання показав достатньо високу працездатність конструкції (рис. 3).



**Рис. 3. 3D-модель та скінченно-елементний аналіз пропонуваного з'єднання в SolidWorks**

Експерименти на зразках вуглепластикових труб діаметром 28,5 мм та товщиною 2,5 мм показали досить високі показники міцності: зразок № 2 зруйнувався при напруженні 130,5 МПа, створеного тиском 22,5 МПа, зразок № 3 зруйнувався при напруженні 116,0 МПа, створеного тиском 20,0 МПа. Випробування склопластикових труб аналогічних труб показали, що їх руйнування проходить при досягненні напружень 50–60 МПа, тобто міцність вуглепластикових труб приблизно в два рази вища. Міцність модифікованих вуглепластикових зразків досягає 130,5 МПа та 159,5 МПа, що на 8,5% вище, ніж вихідних.

### Література

1. Копей Б. В. Застосування композиційних матеріалів в нафтовидобувному комплексі / Б. В. Копей, М. М. Архирей, Т. П. Венгринюк // Науковий вісник Національного технічного університету нафти і газу. – 2010. – № 1 (23). – С. 68–76.
2. Копей Б. В. Розроблення з'єднань склопластикових порожнистих насосних штанг та визначення навантажень на них / Б. В. Копей, О. О. Кузьмін, В. Б. Копей // Науковий вісник Національного технічного університету нафти і газу. – 2010. – № 1 (23). – С. 77–83.
3. Копей Б. В. Використання склопластикових порожнистих насосних штанги для виносу піску з малодобітних свердловин / Б. В. Копей, О. О. Кузьмін, В. Б. Копей // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – 2010. – № 1 (34). – С. 5–9.
4. Kopey B. V. Strengthening and residual life prediction of damaged pipelines with a composite bandages / B. V. Kopey, A. M. Naida // Book of abstracts. The 5-th international symposium on hydrocarbons and chemistry (ISHC5), Sidi Fredj, Algiers, May the 23<sup>rd</sup> to 25<sup>th</sup>. – 2010. – P. 123–124.
5. Kopey B. V. Use of fiberglass hollow sucker rods for oil recovery. Book of abstracts / B. V. Kopey, O. O. Kuzmin // The 5-th international symposium on hydrocarbons and chemistry (ISHC5), Sidi Fredj, Algiers, May the 23<sup>rd</sup> to 25<sup>th</sup>. – 2010. – P. 125–126.
6. Пат. № 50134 Україна. Спосіб з'єднання тіла склопластикової насосної штанги із сталеву головою на корисну модель / Б. В. Копей, О. О. Кузьмін, В. Б. Копей. – № u200912698.
7. Копей Б. В. Аналіз конструкцій насосних штанг для видобування нафти та їх класифікація / Б. В. Копей, О. В. Пригоровський // Нафтогазова енергетика. – 2010. – № 2 (13). – С. 15–18.
8. Використання склопластикових насосно-компресорних труб в газових свердловинах / Б. В. Копей, О. Б. Шопен, О. О. Кузьмін [та ін.] // Нафтогазова енергетика. – 2010. – № 2 (13). – С. 23–29.



9. Пат. № 92557 України. Автоматизований пристрій для намотки полімерного композиційного банджа на трубу / Т. П. Венгринюк, Б. В. Копей, В. Б. Копей. – № u200906550. – заяв. 10.10.10. – Бюл. № 10.

10. Ізоляційне композитне покриття трубопроводів. Технічні умови ТУ У 26.1 – 02070855-003: 2010-ІФНТУНГ. – 17 с.

11. Використання явища резонансу для комплектування колони насосних штанг / А. П. Олійник, Б. В. Копей, Ю. С. Зінченко, В. Б. Копей // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – 2011. – № 1 (38). – С. 69–75.

12. Копей Б. В. Класифікація насосно-компресорних труб / Б. В. Копей, В. Б. Боднарчук // Нафтогазова енергетика-2011 : анотації Міжнар. наук.-техн. конф (м. Івано-Франківськ, 10–14 жовтня 2011 р.). – 2011. – С. 52.

13. Пат. № 63346 України. Спосіб з'єднання сталеві головки з полімерною композиційною трубою порожнистої насосної штанги / Б. В. Копей, О. О. Кузьмін, Д. О. Більченко, В. Б. Копей. – № u201102012. – заяв. 21.02.11, Бюл. № 19, 10.10.2011.

14. Копей Б. В. Аналіз і перспективи створення обладнання для нафтогазової галузі / Б. В. Копей // Коллега. – 2011. – № 1. – С. 39–43.

15. Копей Б. В. Визначення залишкової міцності та ресурсу насосних штанг з полімерних матеріалів / Б. В. Копей, О. О. Кузьмін // Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании – 2012 : материалы Междунар. науч.-практ. конф. сб. науч. тр. – Одесса : КУПРИЕНКО, 2012. – Вып. 4, т. 8. – С. 38–42.

16. Копей Б. В. Вдосконалення конструкцій шлангокабелів для морських підводних нафтогазопромислів / Б. В. Копей, Айсауї Адел, О. О. Кузьмін // Современные направления теоретических и прикладных исследований – 2013 : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (19–30 марта 2013 г.) : сб. науч. тр. – Одесса : Куприенко, 2013. – Вып. 1, т. 2. – С. 87–91.

17. Пат. № 86000 України. Шланговий кабель / А. Айсауї, Б. В. Копей, С. О. Овечький. – № u201307094. – заяв. 05.06.13, Бюл. № 23, 10.12.2013.

18. Пат. № 86002 України. Шланговий кабель / А. Айсауї, Б. В. Копей, С. О. Овечький. – № u201307096. – заяв. 05.06.13, Бюл. № 23, 10.12.2013.

19. Пат. № 86003 України. Шланговий кабель / А. Айсауї, Б. В. Копей, С. О. Овечький. – № u201307097. – заяв. 05.06.13, Бюл. № 23, 10.12.2013.

20. Копей Б. В. Розрахунок міцності морських стояків при дії зовнішніх навантажень, внутрішнього тиску та температурного розши-

рення / Б. В. Копей, М. Г. Яриновський // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2013. – № 1 (34). – С. 105–110.

21. Копей Б. В. Втомна міцність гібридних насосних штанг / Б. В. Копей, А. Б. Стефанишин, Т. П. Венгринюк // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2018. – № 4. – С. 117–120.

22. Копей Б. В. Аналіз ефективності склопластикових, вуглепластикових та гібридних насосних штанг / Б. В. Копей, Юй Шуанжуй, А. Б. Стефанишин // Нафтогазова енергетика. – 2017. – № 2 (28). – С. 31–41.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ ТЕХНИКИ

*Гречанюк Н. И., Гречанюк В. Г., Витовецкая Т. В.*

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры*

*Воздухофлотский проспект, 31*

*НПП «Элтехмаш», г. Винница, Ватутина, 25, e-mail: eltechnic777@ukr.net*

Конденсированные из паровой фазы композиционные материалы (ККМ) на основе меди и молибдена нашли широкое промышленное применение в различных областях техники в качестве электрических контактов и электродов [1].

Указанные композиты получали по трём технологическим схемам при температурах подложки из Ст3  $700 \pm 30$  °С и концентрации молибдена от 0 до 46,7 % масс:

1. На стационарной подложке размерами  $700 \times 400 \times 15$  мм с переменной по длине подложки концентрацией меди и молибдена;
2. На вращающейся со скоростью 36 об/мин подложке диаметром 800 мм и толщиной 25–30 мм;
3. На вращающейся с регулируемой скоростью от 1 до 15 об/мин подложке диаметром 500 мм и толщиной 25–30 мм с поочередным наложением друг на друга слоёв меди и молибдена [2].

Для производства композиционных материалов Cu–Mo используются технически чистые металлы [3]. Химическая чистота исходных слитков составляет соответственно для меди 99,7–99,9 % для молибдена 99,5–99,7 %. Выбор указанных материалов обусловлен, прежде всего, уменьшением стоимости конечного продукта при максимальном сохранении его свойств и эксплуатационных характеристик. Основными примесями в меди являются: никель до 0,2 % масс., свинец

до 0,01 % масс., мышьяк до 0,01 % масс., сера до 0,01 % масс., а в молибдене: вольфрам до 0,2 % масс., ниобий до 0,15 % масс.

С целью интенсификации процесса испарения меди осуществляется через ванну посредник из циркония и иттрия. Особенностью испарения подобных сплавов в вакууме с одного источника есть фракционирование, обусловленное расхождением скоростей испарения компонентов, которые образуют сплав. Поэтому конденсаты, которые формируются на подложке, имеют неоднородный состав по толщине. Существенное расхождение упругости паров испаряемого сплава используется не только для увеличения скорости испарения одного из компонентов сплава, но и для контролирования легирования конденсата.

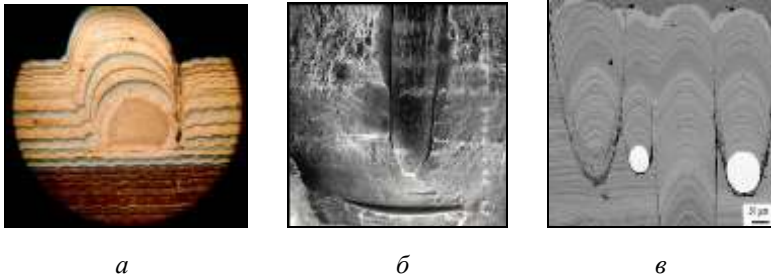
В нашем случае испарение технически чистой меди через ванну посредник из Zr и Y приводит к получению меди с суммарным содержанием циркония и иттрия до 0,1 % масс. Подобное легирование способствует повышению коррозионной стойкости, пределов прочности и текучести при незначительном снижении электропроводности по сравнению с технически чистой медью.

При получении ККМ путём испарения исходных материалов из отдельных тиглей и конденсацией пара на стационарной подложке скорости испарения выбираются в зависимости от требуемого состава композита. Однако, вследствие резкой зависимости скорости испарения от температуры жидкой ванны, получение конденсатов с однородным по толщине составом возможно только при полной стабилизации скорости испарения. Даже при колебании температуры жидкой ванны в пределах 10–20 °С скорость испарения может изменяться вдвое [1], что крайне неблагоприятно сказывается на повторяемости состава конденсата и, как следствие, его физико-механических характеристиках.

Нежелательный градиент концентраций в конденсированных материалах, применяемых для промышленного производства изделий, в значительной степени может быть устранён путём применения движущихся подложек. Метод движущихся подложек с отдельным испарением компонентов для получения псевдосплавов требуемого химического состава характеризуется высоким коэффициентом использования пара (в нашем случае до 80 %), а также в значительной мере подавляет столбчатую структуру, которая иногда приводит к растрескиванию конденсатов. Столбчатая структура не образуется, поскольку угол падения парового потока непрерывно меняется.

Скорость испарения оказывает существенное влияние на структуру и физико-механические свойства конденсатов. Чем выше скорость испарения, тем больше вероятность образования дефектов в конденсатах. В большинстве случаев образующиеся дефекты являются

следствием переноса жидкой фазы в виде микрокапель. Подобные капли сферодиризируются. Сфероиды, удерживаясь на поверхности сконденсированного материала, вызывают нарушение фронта кристаллизации. Опухлость, которая возникает на закристаллизованных микрокаплях, наследуется всеми последующими порциями кристаллизующегося пара, вплоть до поверхности конденсата (рис. 1).



**Рис. 1. Микроструктура стержней в конденсате: а), в) шлиф; б) излом**

Дефекты структуры в виде стержней образующихся на микрокаплях, выброшенных из испаряемой ванны, способствуют снижению прочности и пластичности ККМ. Поэтому при производстве композиций Си–Мо для электрических контактов необходимо регулировать скорость испарения для того, чтобы избежать появления.

### Литература

1. Современные композиционные материалы для коммутационной и сварочной техники. Сообщ. 2. Применение методов высокоскоростного испарения в вакууме для изготовления электрических контактов и электродов / Н. И. Гречанюк, В. Г. Гречанюк, Е. В. Хоменко [и др.] // Автоматическая сварка. – 2016. – № 2 (750). – февр. – С. 41–47.
2. Гречанюк Н. И. Конденсированные из паровой фазы дисперсные и слоистые объёмные нанокристаллические материалы на основе меди и молибдена. Сообщ. 1. Структура и фазовый состав / Н. И. Гречанюк, В. Г. Гречанюк // Современная электрометаллургия. – 2018. – № 1. – С. 56–67.
3. Композиционные материалы на основе меди и молибдена для электрических контактов, конденсированных из паровой фазы. Структура, свойства. Технологія. Ч. 2. Основы электронно-лучевой технологии получения материалов для электрических контактов / Н. И. Гречанюк, В. А. Осокин, И. Н. Гречанюк [и др.] // Современная электрометаллургия. – 2006. – № 2 (83). – С. 9–19.

## **ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЛАВКИ И ИСПАРЕНИЯ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ**

*Гречанюк И. Н.*

*НПП «Элтехмаш», г. Винница, Ватутина, 25, e-mail: eltechnic777@ukr.net*

Наиболее эффективным методом рафинирования и дегазации металлов в вакууме является электронно-лучевой переплав. Оборудование для его осуществления производится в Германии, США, Украине и других странах. В «Научно-производственном предприятии ЭЛТЕХМАШ» разработанной рассмотрены конструктивные особенности и технологические возможности промышленной электронно-лучевой установки нового поколения для переплава и рафинирования в вакууме металлов и сплавов с использованием промежуточной емкости или непосредственно в кристаллизатор. Отличительной особенностью установки является возможность осуществлять переплав высокорационных и тугоплавких металлов а также материалов с высоким содержанием газов за счет применения электронных пушек высоковольтного тлеющего разряда (ВТР), которые стабильно работают при относительно низком вакууме.

Среди ведущих мировых производителей электронно-лучевых плавильных установок немецкая фирма ALD Vacuum Technologies, ООО «Стратегия БМ» (Украина), Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины и др.

В «НПП «ЭЛТЕХМАШ» разработана и введена в производственную эксплуатацию промышленная электронно-лучевая установка L4 нового поколения для рафинирования и выплавки металлов и сплавов с использованием в качестве источника нагрева пушек с холодным катодом (газоразрядных). Принцип действия газоразрядной электронной пушки основан на генерировании и формировании электронного пучка в высоковольтном тлеющем разряде. При работе пушки в ее разрядной камере (между катодом и анодом) горит высоковольтный тлеющий разряд с плазмой, локализованной возле анода и отделенной от катода областью катодного падения потенциала. Плазма эмитирует положительные ионы, которые ускоряются полем в области катодного падения и бомбардируют катод, вызывая эмиссию электронов. Поле катодного падения потенциала ускоряет электроны и формирует сходящийся электронный пучок с кроссовером, расположенным на расстоянии от катода близким к радиусу кривизны его эмиссионной поверхности (вблизи отверстия в аноде).

Это оборудование позволяет получать высококачественные слитки и слябы с необходимым химическим и фазовым составом из высоко-

реакционных и тугоплавких металлов, таких, как вольфрам, титан, молибден, ниобий, гафний, цирконий, никель, медь, кобальт, железо, жаростойких и жаропрочных сплавов, а также интерметаллидов  $Ti_3Al$ ,  $TiAl$ ,  $Ni_3Al$ ,  $NiAl$  и др. Конструкция установки дает возможность производить переплав непосредственно в кристаллизатор, а также с использованием промежуточной емкости. Уровень ванны расплава поддерживается вытяжкой нижней части растущего слитка. Переплавляемые материалы могут быть в виде слитков, кусковой шихты, стержней и различных отходов, например прессованной стружки.

Самая современная универсальная опытно-промышленная электронно-лучевая установка Л8.3 разработанная в «НПП «ЭЛТЕХМАШ» позволяет путем переналадки осуществлять несколько технологических процессов:

- нанесение в вакууме всех типов защитных покрытий (металлических, керамических, композиционных, металл-керамических, одно- и многослойных (в том числе микрослойных и градиентных) на различные изделия, в частности на лопатки турбин;
- электронно-лучевая плавка и вакуумное рафинирование металлов и сплавов, в т.ч. реактивных и тугоплавких (опытные партии);
- получение композиционных материалов путем испарения и конденсации в вакууме, в частности материалов на основе меди и молибдена для электрических контактов (опытные партии).

Установка представляет собой блок вакуумных камер с механизмами, устройствами и системами, обеспечивающими проведение технологических процессов в вакууме в соответствии со своим назначением.

Конструкция технологической камеры и комплектация установки предусматривает также возможность переналадки для осуществления процессов электронно-лучевого переплава и вакуумного рафинирования металлов и сплавов. Предусмотрены несколько способов плавки (см. рис. 1).

На рисунке показан наиболее распространенный вариант осуществления плавки с горизонтальной подачей исходного материала 1 по лотку 2 в промежуточную емкость 3, где происходит его дополнительная дегазация и рафинирование. Затем жидкий металл сливается в кристаллизатор 4. Закристаллизованный металл опускается вниз по мере формирования слитка с помощью механизма подачи/вытягивания. Подача новых порций материала в промежуточную емкость осуществляется с помощью механизма горизонтальной подачи 5 и толкателя 6. Такая схема технологического передела обеспечивает максимальное рафинирование переплавляемого материала от примесей внедрения и неметаллических примесей.

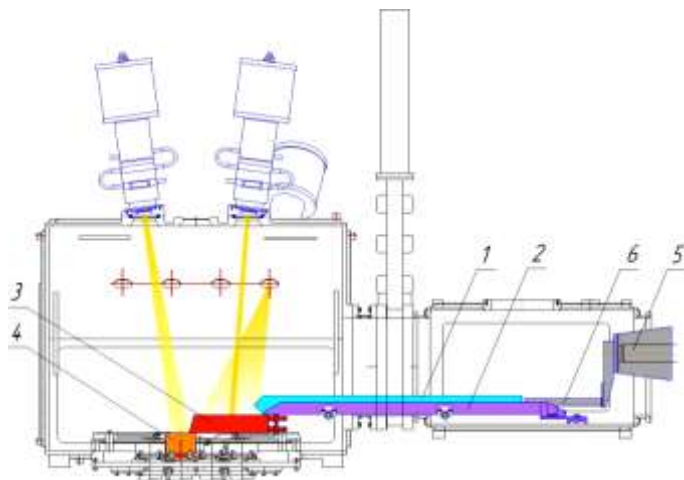


Рис. 1

На рис. 2 и 3 представлены варианты технологических процессов с вертикальной подачей заготовок для их переплава непосредственно в тигель и с использованием промежуточной емкости.

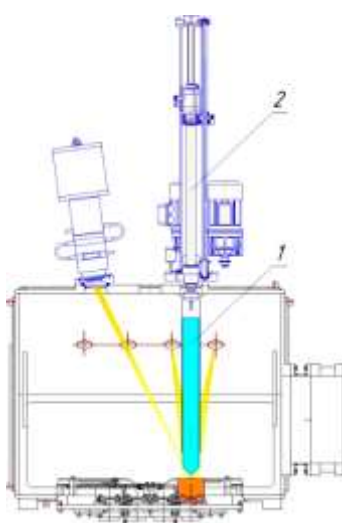


Рис. 2

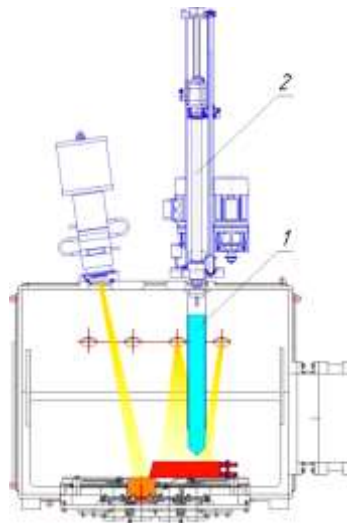


Рис. 3

Переплавляемая заготовка 1 подвешивается к механизму вертикальной подачи и вращения 2. С помощью электронной пушки (пушек) осуществляется оплавление торца вращающейся заготовки. По мере оплавления заготовка опускается вниз. Капли жидкого металла с торца заготовки падают в водоохлаждаемый кристаллизатор. Поддержание поверхности кристаллизуемого слитка в жидком состоянии осуществляется одной из пушек. Закристаллизованный слиток опускается вниз с помощью механизма подачи/вытягивания. Указанная схема часто применяется для переплава заготовок тугоплавких металлов и сплавов на их основе.

## **ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ МАГНІТНОЇ ФРАКЦІЇ В СКЛАДІ РЕЧОВИН НА ФОНІ ЗАВАД**

*Бідюк В. Д.*

*Хмельницький національний університет*

Збагачення руд чорних металів та відновлення магнетитових концентратів ставить актуальним завдання визначення вмісту заліза в кінцевому продукті. Для вирішення цієї задачі застосовують різні методи. Досить поширений хімічний метод, який є найбільш точним, але тривалий за часом, що створює певні проблеми при керуванні технологічними процесами. Для експресного контролю вмісту заліза застосовують методи, основані на вимірюванні фізичних параметрів проб, до яких належать і магнітні властивості контрольованого матеріалу.

Існуючі в даний час магнітометричні прилади умовно можна поділити на дві групи. Принцип дії першої групи базується на взаємодії проби з слабким магнітним полем і вимірювання проводяться на змінному струмі. Вихідним сигналом є електрорушійна сила датчика, яка залежить від магнітних властивостей проби. В другій групі використовується взаємодія зразка з сильним магнітним полем. Створюється таке поле в зазорах електромагніта на постійному струмі, або за допомогою постійних магнітів. Вихідними параметром є сила взаємодії зразка з магнітним полем.

Як показали дослідження, при визначенні вмісту заліза в магнетитових концентратах та в продуктах відновлення заліза з магнетитових концентратів магнітними методами похибки вимірювань мають дві складові. Перша складова похибки залежить від точності вимірювального приладу і її можна враховувати та зменшувати. Друга – залежить від складу магнітної фракції в пробі та її магнітних властивостей і в існуючих приладах не враховується.



Для дослідження завад при вимірюванні вмісту магнітної фракції в складі речовини магнітними методами були проаналізовані проби з однокомпонентною (продукти збагачення руд чорних металів) та двокомпонентною (продукти відновлення заліза) магнітними складовими, які брались з різних гірничо-збагачувальних комбінатів. Вміст магнетиту  $Fe_3O_4$  в пробах видно із таблиці 1. Для зручності порівняння введено параметр «відносні покази приладу», який характеризує кількість поділок в показах приладу, які припадають на 1 % вмісту магнітної фракції. При однакових магнітних властивостях цей параметр повинен приймати одне й теж саме значення для всіх проб.

Вимірювання вмісту магнітної фракції ( $Fe_3O_4$ ) в пробі проходило в слабкому (780 А/м) та в сильному (380 кА/м) магнітному полях до та після термомагнітної обробки. Термомагнітна обробка проводилась шляхом нагрівання проб до температури 600 °С (вище точки Нееля, яка для магнетиту дорівнює 578 °С) на протязом 15 хв з наступним поступовим охолодженням до кімнатної температури. Вище точки Нееля проби втрачали свої магнітні властивості і при охолодженні формувались нові в однакових умовах.

Таблиця 1

№ з/п	Вміст заліза магнетиту $Fe_3O_4$ , %	Відносні покази приладу, поділок/%			
		$H = 780 \text{ А/м}$		$H = 380 \text{ 000 А/м}$	
		Термомагнітна обробка			
		до	після	до	після
1	1,2	0,51	1,49	0,82	0,84
2	9	0,78	1,48	0,89	0,89
3	16,8	0,82	1,32	0,78	0,88
4	18,6	0,63	1,33	0,71	0,89
5	24,6	1,12	1,54	0,84	0,89
6	25,5	0,89	1,24	0,67	0,83
7	25,9	0,93	1,18	0,81	0,83
8	27,3	1,02	1,14	0,93	0,87
9	51,9	1,93	1,62	0,91	0,85
10	56,1	1,56	2,26	0,79	0,89
11	60	1,41	2,03	0,78	0,86
12	60,9	1,62	1,97	0,81	0,86
13	63,9	1,78	2,12	0,82	0,86
14	66,6	1,89	2,31	0,95	0,89

Як видно з таблиці 1 та рис. 1 та 2 відносні покази приладу залежать, як від величини магнітного поля, так і від магнітних властивостей проб. Без термомагнітної обробки розходження відносних показів приладу складають 1,42 % в слабкому та 0,28 % в сильному магнітному полях. Після обробки ці показники складають відповідно 1,17 % та 0,06 %. Крім того, як видно з рис. 1 та 2, в слабкому магнітному полі відносні покази зростають із збільшенням вмісту магнітної фракції, а в сильному полі такої залежності немає.

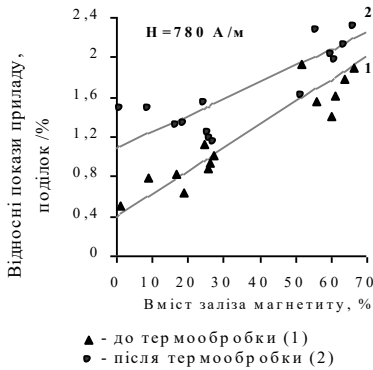


Рис. 1

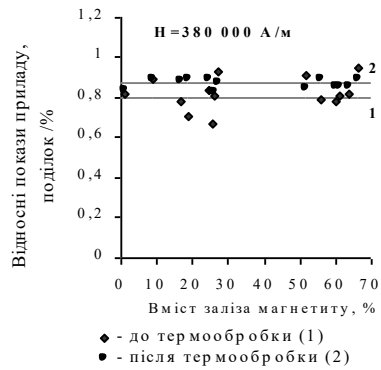


Рис. 2

Таким чином, різноструктурність проб за їхніми магнітними властивостями можна розглядати як заваду при вимірюванні вмісту заліза в продуктах збагачення руд чорних металів і зменшити її можна, якщо вимірювання проводити в сильному магнітному полі, попередньо зробивши термомагнітну обробку проб.

Інша завада при магнітних вимірюваннях вмісту магнітної фракції — наявність другої магнітної компоненти. Така завада виникає при вимірюванні вмісту заліза в продуктах відновлення магнетитових концентратів.

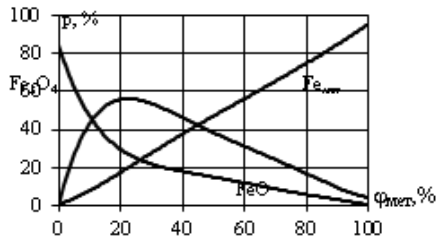


Рис. 3

На рис. 3 показана залежність вмісту відновленого Fe та його окислів FeO та Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> від степені металізації в процесі відновлення магнетитового концентрату (ступінь металізації  $\phi_{i \text{ до}} = \text{Fe} / \text{Fe}_{\text{заг}}$ , де Fe – відновлене залізо, Fe<sub>заг</sub> – загальне залізо). Магнітними компонентами в цьому процесі є залізо Fe (основний компонент) та магнетит Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (завада). При застосуванні магнітних методів вимірювання покази приладів будуть пропорційні сумарному вмісту заліза та магнетиту. Один із способів зменшення завади базується на вимірюванні в діапазоні температур від 578 °C (точка Нееля магнетиту) до 780 °C (точка Кюрі заліза) де магнітні властивості магнетиту вже втрачені, а заліза – ще ні. Суттєвий недолік методу – окислення заліза при високій температурі, що вносить додаткову похибку в вимірювання.

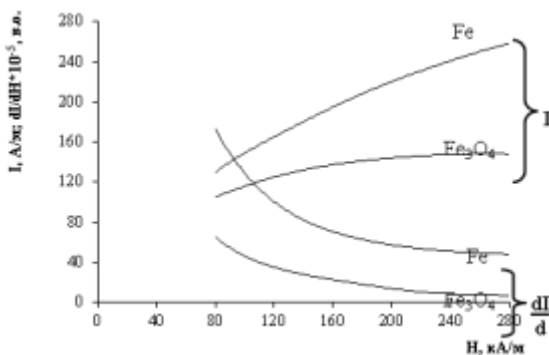


Рис. 4

Зменшити дію завади можна, якщо вимірювання вмісту заліза проводити не по намагніченості  $I$ , а по похідній намагніченості по напруженості магнітного поля  $dI / dH$ . На рис. 4 показана залежність намагніченості та її похідної для заліза та магнетиту в діапазоні від 80 до 280 кА/м. З графіків видно, що залізо має більш сильні магнітні властивості, ніж магнетит. Так намагніченість  $I_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = 0,8I_{\text{Fe}}$  та похідна  $(dI / dH)_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = 0,34(dI / dH)_{\text{Fe}}$  при  $H = 80$  кА/м і  $I_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = 0,58I_{\text{Fe}}$  та  $(dI / dH)_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = 0,16(dI / dH)_{\text{Fe}}$  при  $H = 280$  кА/м. Тобто доцільно для зменшення похибки вміст заліза визначати по похідній в сильному магнітному полі.

Оцінка похибки вимірювань за цим методом проводилась на реальних пробах з різним ступенем металізації. Результати вимірювань

різними методами наведені на рис. 5. На рис. 6 показана похибка вимірювання за намагніченістю і похідною. Аналіз результатів показує, що визначення вмісту заліза по похідній намагніченості  $dI/dH$  в сильному магнітному полі ( $> 280$  кА/м) дозволяє значно зменшити похибку викликану наявністю магнетиту в пробі та наближаються до результатів хімічного аналізу. Із збільшенням ступеня металізації похибка вимірювань зменшується, оскільки зменшується вміст магнетиту.

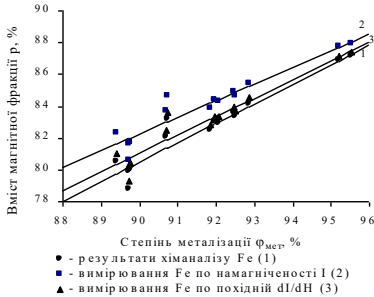


Рис. 5

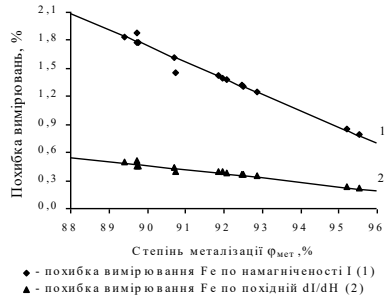


Рис. 6

Таким чином, за результатами досліджень можна зробити **висновки**:

- при визначенні вмісту магнітної фракції в складі речовини потрібно враховувати крім похибки приладів також похибки, викликані наявністю інших магнітних компонент та різноструктурністю магнітних властивостей проб;
- при аналізі однокомпонентної магнітної фракції похибки вимірювань можна зменшити шляхом термомагнітної обробки;
- для зменшення завади при аналізі двокомпонентної фракції вимірювання доцільно проводити не по намагніченості проби, а по її похідній за напруженістю магнітного поля;
- визначення вмісту магнітної фракції в складі речовини за її магнітними властивостями доцільно проводити в сильному магнітному полі.

## Секция проблем нанотехнологий

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ИЗ ТВЕРДОГО СПЛАВА САНДВИК КОРОМАНТ С ПОКРЫТИЕМ $0,18\text{HfN} + 0,82\text{ZrN}$ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ22

*Костюк Г. И.<sup>1</sup>, Тимофеев А. Г.<sup>2</sup>*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

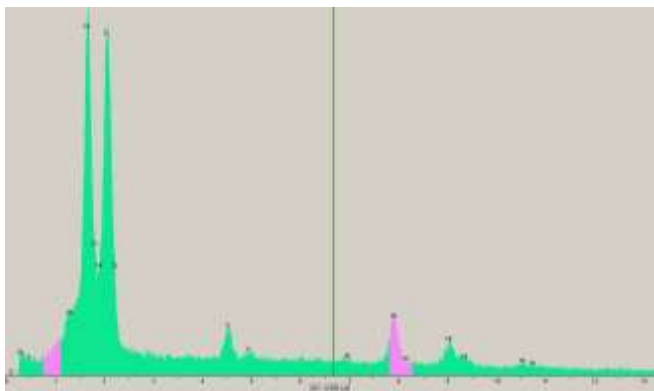
*<sup>1</sup>Харьков, ул. Чкалова 17, gennadiykostyuk206@gmail.com*

*<sup>2</sup>Химпром Харьков*

Проводились исследования размера зерна на не работающей и работающей пластине (РЭМ-106) спектрограмма и состав поверхностного слоя в рабочей и не рабочей зоне пластины. Такие исследования были проведены для твердосплавных пластин из твердого сплава Сандвик Коромант с покрытием  $0,2\text{HfN} + 0,8\text{ZrN}$ .

Так на рис. 2–4 представлены спектрограмма (а), состав покрытия (б), микрофотография размера зерна до обработки (в) и после фрезерования сплава ВТ22 (2). Анализ этих рисунков показал, что в процессе работы доля циркония (нитрида циркония) уменьшается, увеличивается доля гафния и нитрида гафния, а размер зерна в результате теплового воздействия увеличивается для всех трёх исследованных пластин с 93,9 до 169 Нм, 332 до 373 Нм. Тепловое воздействие на материал покрытия приводит к росту зерна и ухудшению режущих свойств покрытия за счёт снижения микротвердости.

Были получены зависимости снимаемого объёма материала за период стойкости от износа по задней поверхности и износа по задней поверхности от времени работы, что позволило найти как снимаемый объём материала при черновой, получистовой и чистовой обработке при разных скоростях: 1,07; 1,63 и 2,2 м/с при использовании покрытий, нанесённых в режиме  $U_n = 250$  В, а  $\tau_{nan} = 25$  мин; второй –  $U_n = 200$  В, а  $\tau_{nan} = 30$  мин. Так для скорости резания 1,07 м/с (рис. 1) есть возможность повышения снимаемого объёма материала за период стойкости более чем на порядок, тогда как для скорости резания 2,2 м/с позволяют увеличить его только в 2,1 раза.



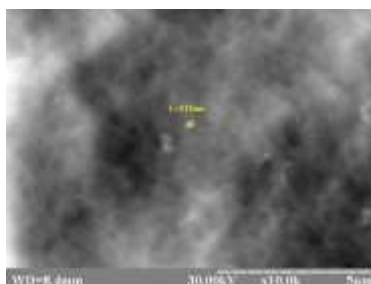
*a*

Информация

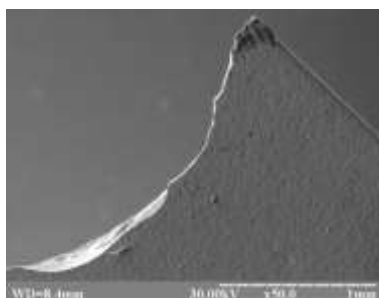
Напряжение (кВ): 20.00  
Сумма %: 100.00

Элемент	Инт.	С %
Zr	L 24205	70.75
Hf	L 5011	24.14
Ti	K 2767	5.11

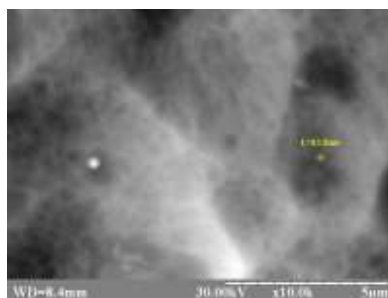
*б*



*в*

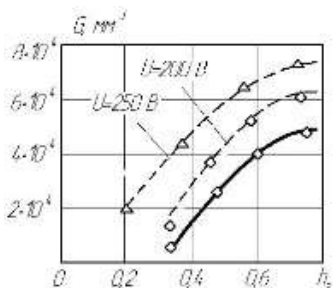


*з*



*д*

**Рис. 1. Спектрограмма рабочей области (а), состав (б), микрофотография зоны разрушения (в) и микрофотография твердых сплавов Сандвик Коромант с покрытием 0,2HfN + 0,8ZrN работавшей пластины (з) –  $a = 212$  и не работавшей (д) –  $a = 93,9$  нм**

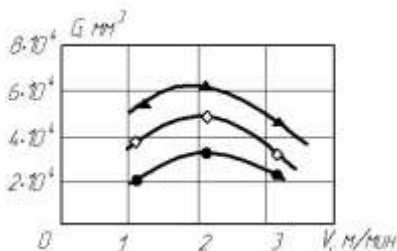


**Рис. 2.** Зависимости снимаемого объема материала за период стойкости РИ из Сандвик Коромант с покрытием  $0,2\text{HfN} + 0,8\text{ZrN}$  ( $U_n=250\text{ В} - \Delta$ ) ( $U_n = 200\text{ В} - \Delta, \diamond$ ) и без покрытия  $- \diamond$  при скорости  $1,07\text{ м/с}$  от износа задней поверхности

Меньшее значение снимаемого объёма при  $200\text{ В}$  можно связать с большей длительностью плазменно-ионной обработки пластины ( $30\text{ мин}$  вместо  $25\text{ мин}$ ), приводящей к повышению средней температуры и росту размера зерна, а следовательно и к снижению физико-механических характеристик покрытия.

В первую очередь микротвёрдость покрытия снижается, а следовательно и абразивный износ растёт, который особенно существенен при малых скоростях резания.

Проведено исследование влияния оборотов фрезы на величину снимаемого объёма материала за период стойкости при полуступовом фрезеровании. Показано, что при  $2,04\text{ м/мин}$  реализуется максимум этого значения, что позволяет использовать это значение для эффективной обработки титанового сплава Сандвик Коромант.



**Рис. 3.** Зависимости снимаемого объема материала за период стойкости при полуступовой обработке от величины скорости резания в метры в минуту для пластин Сандвик Коромант с покрытием  $0,2\text{HfN} + 0,8\text{ZrN}$  при потенциале подложки  $U_n = 250\text{ В} - \blacktriangle$  ( $t = 25\text{ мин}$ ), при  $U_n = 200\text{ В} - \diamond$  ( $t = 30\text{ мин}$ ) и для пластин без покрытия

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ  
РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА  
ИЗ МОДИФИЦИРОВАННОГО ТВЁРДОГО СПЛАВА ВК10  
С ПОКРЫТИЕМ 0,18HfN + 0,82ZrN  
ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ22**

*Костюк Г. И.<sup>1</sup>, Романов М. С.<sup>1</sup>, Торосян Г. Д.<sup>1</sup>, Попов В. В.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»  
Харьков, ул. Чкалова 17, gennadiykostyuk206@gmail.com*

<sup>2</sup>*ПАО «ФЭД», Харьков*

Проводились исследования размера зерна на не работающей и работающей пластине (РЭМ-106) спектрограмма и состав поверхностного слоя в рабочей и не рабочей зоне пластины. Такие исследования были проведены для твердосплавных пластин из модифицированного твердого сплава ВК10 с покрытием 0,2HfN + 0,8ZrN.

Так на рис. 1 (а–д) представлены спектрограмма (а), состав покрытия (б), микрофотография размера зерна до обработки (в), микрофотография разрушенного лезвия (г) и размер зерна после фрезерования (д) сплава ВТ22 (2). Анализ этих рисунков показал, что в процессе работы доля циркония (нитрида циркония) уменьшается, увеличивается доля гафния и нитрида гафния, а размер зерна в результате теплового воздействия увеличивается для всех трёх исследованных пластин с 93,9 до 169 Нм, 332 до 373 Нм. Тепловое воздействие на материал покрытия приводит к росту зерна и ухудшению режущих свойств покрытия за счёт снижения микротвердости.

Были получены зависимости снимаемого объёма материала за период стойкости от износа по задней поверхности и износа по задней поверхности от времени работы, что позволило найти как снимаемый объём материала при черновой, получистовой и чистовой обработке при разных скоростях: 1,07; 1,63 и 2,2 м/с при использовании покрытий, нанесённых в режиме  $U_n = 250$  В, а  $\tau_{nan} = 25$  мин; второй –  $U_n = 200$  В, а  $\tau_{nan} = 30$  мин. Так для скорости резания 1,07 м/с (рис. 1) есть возможность повышения снимаемого объёма материала за период стойкости более чем на порядок, тогда как для скорости резания 2,2 м/с позволяют увеличить его только в 2,1 раза.

Меньшее значение снимаемого объёма при 200 В можно связать с большей длительностью плазменно-ионной обработки пластины (30 мин вместо 25 мин), приводящей к повышению средней температуры и росту размера зерна, а следовательно и к снижению физико-механических характеристик покрытия.

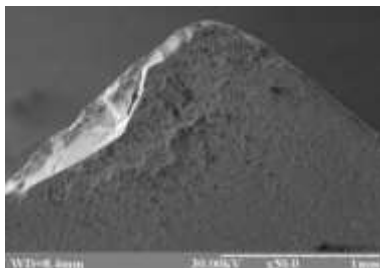




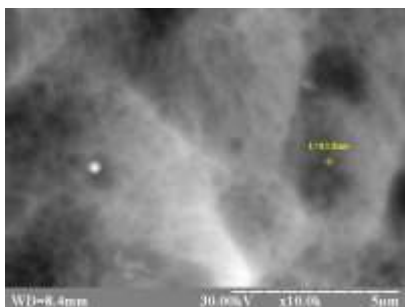
*a*

Информация			
Напряжение (кВ): 20.00			
Сумма %: 100.00			
Элемент	Инт.	С %	
Zr	L 26007	71.38	
Hf	L 6183	28.62	

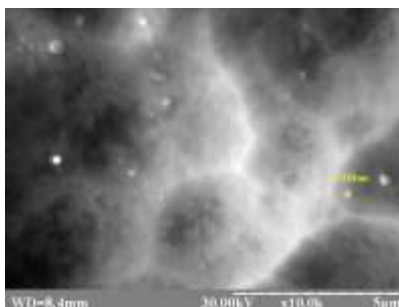
*б*



*в*



*з*



*д*

**Рис. 1. Спектрограмма рабочей области (а), состав (б), микрофотография зоны разрушения (в) и микрофотография модифицированных твёрдых сплавов ВК10 с покрытием 0,2HfN + 0,8ZrN на работавшей пластине (з) –  $a = 93,9$  и отработавшей (д) –  $a = 169$  нм**

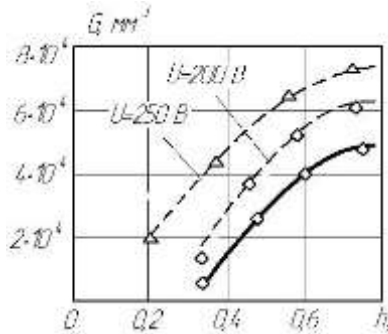


Рис. 2. Зависимости снимаемого объема материала за период стойкости РИ из ВК10 с покрытием  $0,2\text{HfN} + 0,8\text{ZrN}$  ( $U_n = 250 \text{ В}$  –  $\blacktriangle$ ), ( $U_n = 200 \text{ В}$  –  $\blacklozenge$ ) и без покрытия –  $\circ$  при скорости резания  $1,07 \text{ м/с}$  от износа задней поверхности

В первую очередь микротвёрдость покрытия снижается, а следовательно и абразивный износ растёт, который особенно существенен при малых скоростях резания.

Проведено исследование влияния оборотов фрезы на величину снимаемого объема материала за период стойкости при полуставном фрезеровании. Показано, что при 205 об/мин реализуется максимум этого значения, что позволяет использовать это значение для эффективной обработки титанового сплава ВТ-22.

## ВЛИЯНИЕ ДОЛИ КАРБИДА ВОЛЬФРАМА В ТВЕРДЫХ СПЛАВАХ НА ОБЪЕМ ЗЕРНА И ВОЗМОЖНОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ НАНОСТРУКТУР

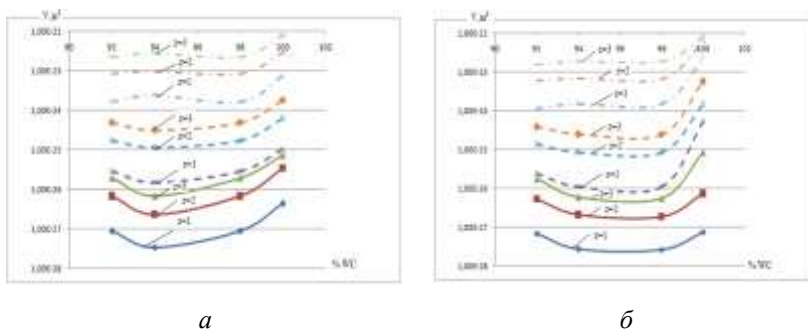
*Костюк Г. И.*

*Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського «ХАІ»*

В настоящее время проектирование режущего инструмента не учитывает возможности его упрочнения и не учитывают свойства упрочненного инструмента которые работают гораздо лучше настоящая работа посвящена оценке возможности однокарбидных твердых сплавов с учетом образования наноструктур и твердых соединений нитридов, боридов, карбидов и оксидов.

Строились зависимости объема зерна от процентного содержания WC в твердых сплавах для различных ионов ( $\text{B}^+$ ,  $\text{C}^+$ ,  $\text{N}^+$ ,  $\text{Al}^+$ ,  $\text{O}^+$ ,  $\text{Y}^+$ ,  $\text{Zr}^+$ ,  $\text{Hf}^+$ ,  $\text{W}^+$ ) и их энергий.

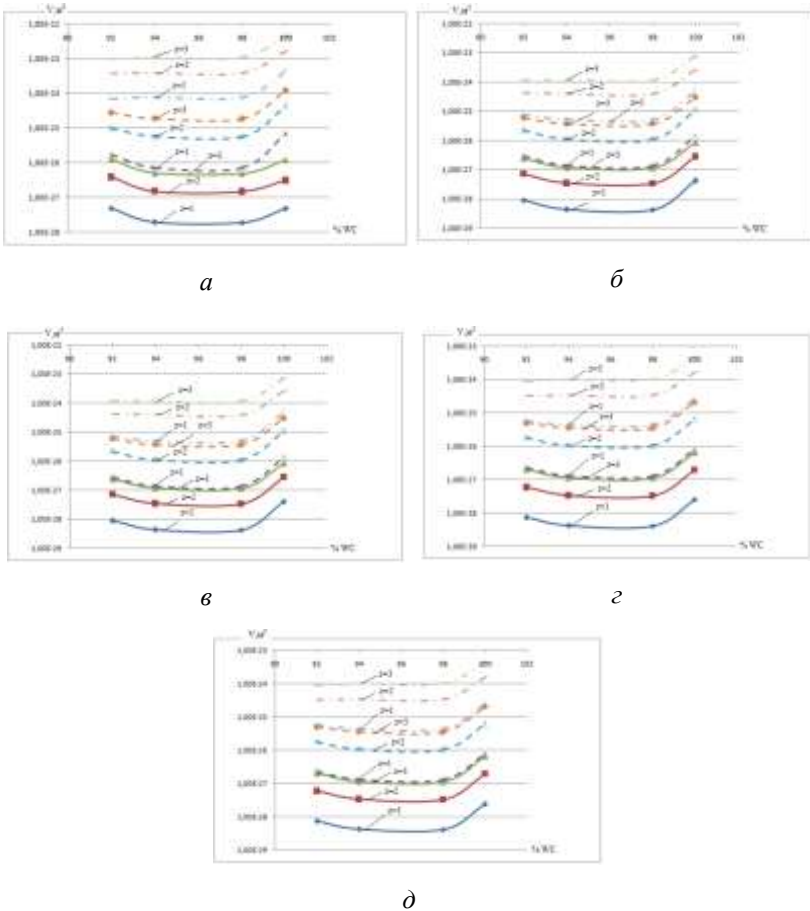
Так на рис. 1 видно что эти зависимости имеют сложный характер с минимумом в районе от 94 до 98 % WC. При 100 % WC реализуются максимальные объемы при чем с переходом к более тяжёлым ионам значение объемов снижается. Особенно быстрый рост объема реализуется для энергии 20 кэВ, при 200 эВ рост более медленный. Максимальные значения объема изменяются от  $6 \cdot 10^{-28}$  до  $10 \cdot 10^{-22}$  м<sup>3</sup>. Видно, что в этом случае первоначальное зерно будет наноструктурным, но повышения температуры может приводить к росту зерна и для больших энергий оно может превышать пределы наноструктурного. То есть необходимо обеспечить отвод тепла от детали для того что бы на поверхности образовывались наноструктуры.



**Рис. 1. Зависимости объема зерна от процентного содержания карбида вольфрама (WC) при действии ионов ( $a - V^+$ ,  $b - C^+$ ) с энергиями (— 200 эВ, ----- 2000 эВ, -·-·-·- 20 кэВ) с зарядовыми числами  $z = 1$ ,  $z = 2$ ,  $z = 3$  на твердые сплавы**

Для случая действия тяжелых ионов (итрия, циркония, гафния, и фольфрама) рис. 2 ( $a-z$ ) размер зерна лежит в пределах от  $5 \cdot 10^{-23}$  до  $4 \cdot 10^{-29}$  м<sup>3</sup>. В этом случае также с ростом массы иона размер зерна уменьшается и для исключения роста размера зерна необходимо обеспечить больший теплоотвод, то есть средняя температура должна быть больше чем для легких ионов.

Это позволит более широко использовать эти ионы для стабильного получения наноструктурных покрытий из нитридов, карбидов, боридов и интерметаллидов. Сравнение объема зерна различных твердых сплавов ВК4, ВК6, иВК8, и Волкар показывает, что минимальных размеров зерна можно достичь для ВК6 и ВК8, а для ВК4 и Волкара этот размер зерна будет всегда больше практически на порядок.



**Рис. 2. Зависимости объема зерна от процентного содержания карбида вольфрама (WC) при действии ионов (а –  $\text{O}^+$ , б –  $\text{Y}^+$ , в –  $\text{Zr}^+$ , г –  $\text{Hf}^+$ , д –  $\text{W}^+$ ) с энергиями (— 200 эВ, ----- 2000 эВ, ..... 20 кэВ) с зарядовыми числами  $z = 1, z = 2, z = 3$  на твердые сплавы**

Благодаря тому, что мы выбрали ионы тяжёлых металлов, которые могут успешно образовывать нитриды, карбиды, бориды, оксиды, что может дополнительно повысить твердость поверхности, а значит обеспечить более высокую стойкость режущих инструментов. Выбрав необходимые ионы которые будет бомбардировать поверхности исследуемых твердых сплавов можно выбрать сочетания твер-

дый сплав ионы а с учетом необходимого соединения также ионы металлоидов (бор, углерод, азот, кислород), можно обеспечить получение на необходимой глубине слои из этих соединений (используя данные работы [1–4]). Которые в свою очередь обеспечит изменение свойств слоев, а следовательно есть возможность проектирования режущего инструмента с необходимыми свойствами.

### **Литература**

1. Костюк Г. И. Эффективный режущий инструмент с нанопокровтиями и наноструктурными модифицированными слоями : моногр.-справ. : в 2 кн. / Г. И. Костюк. – Харьков : Планета-Принт, 2016. – Кн. 1. Плазменно-ионные и ионно-лучевые технологии. – 735 с.

2. Костюк Г. И. Эффективный режущий инструмент с нанопокровтиями и наноструктурными модифицированными слоями : моногр.-справ. : в 2 кн. / Г. И. Костюк. – Харьков : Планета-Принт, 2016. – Кн. 2. Лазерные технологии. – 507 с.

## **О ВЛИЯНИИ ДОЛИ КАРБИДА ТИТАНА НА ОБРАЗОВАНИЕ НАНОСТРУКТУР В ТВЕРДЫХ СПЛАВАХ ( $Al_2O_3$ , TiC) ПРИ РАЗНОМ ИХ СООТНОШЕНИИ**

*Костюк Г. И.<sup>1</sup>, Бруйка О. О.<sup>2</sup>, Евсеенкова А. В.<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского  
«Харьковский авиационный институт»*

*<sup>2</sup>Национальный авиационный университет, Киев*

Проведено исследование влияния доли карбида титана в твердых сплавах, содержащих  $Al_2O_3$  и TiC, на характер образования наноструктур в поверхностном слое, рассчитан объем наноструктуры, температурное напряжение, температуры и скорость их роста. По критериям: требуемый диапазон температур 500–1500 К и скорости роста температур более чем  $10^7$  К/с, определяет зону, где эти критерии выполняются и рассчитывали ее объем. Кроме того, вычисляем температурные напряжения, которые при превышении значения  $10^{10}$  Па могут приводить к появлению наноструктур.

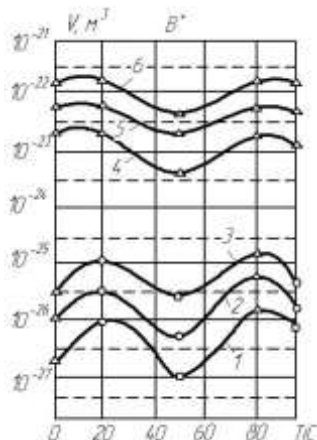
Рассмотрены такие соотношения между  $Al_2O_3$  и TiC: 0–100, 20–80, 50–50, 80–90, 100–0. Для случая действия ионов бора влияние доли карбида титана на объем наноструктуры показано на рис. 1. Видно, что минимальные объемы наноструктуры реализуются при соотно-

шении 50–50, т. Е. при равном количестве  $Al_2O_3$  и TiC. Несколько большие значения реализуются при соотношениях 0–100 и 100–0, где один карбид титана или оксида алюминия. Причем такой характер сохраняется для всех энергий ионов 200, 2000 и 20000 В, а также при разных зарядовых числах ионов – 1, 2, 3. Очевидно, это связано с тем, что при равном соотношении компонентов образуется твердый раствор и зерно измельчается. Менее интенсивно образуются наноструктуры в случае действия иона бора на чистый  $Al_2O_3$  и TiC. Соотношение 20–80 и 80–20 между компонентами приводят к возникновению неравновесных состояний, которые не дают образовываться компактным наноструктурам, поэтому растет размер зерна, а соответственно и их объем (см. рис. 1).

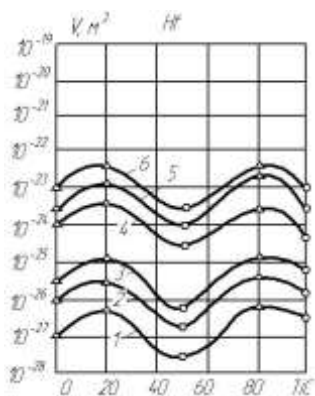
При действии ионов азота на твердые сплавы с предлагаемыми соотношениями компонент показало, что значения объема ниже и реализуются условия; при которых объем наноструктуры уменьшается, хотя характер влияния доли компонент остается прежним (см. рис. 2). В этом случае минимальный объем наноструктуры реализуется при соотношении компонент 50–50, несколько большие значения реализуются при соотношении компонент 0–100 и 100–0, а самые большие значения реализуются для соотношений 20–80 и 80–20. В этом случае, очевидно, так же влияет процесс неравновесного образования наноструктуры, при котором неупорядоченная наноструктура приводит к росту объема.

В случае действия иона циркония характер изменения объема от доли компонент сохраняется, но значения существенно уменьшаются. При этом так же минимальный объем наноструктуры реализуется при соотношении компонент 50–50, несколько большие значения при соотношении компонент 0–100 и 100–0, а максимальные значения реализуются для соотношений 20–80 и 80–20. Использование тяжелых ионов приводит к существенному уменьшению размера зерна, причем вероятность получения наноструктур увеличивается (см. рис. 3).

Воздействие иона гафния на исследуемые твердые сплавы приводит к существенному росту температуры, но зона образования наноструктур уменьшается. Характер влияния доли компонентов на объем зерна сохраняется. Минимальный объем наноструктуры реализуется при соотношении компонент 50–50, несколько большие значения при соотношении компонент 0–100 и 100–0, а максимальные значения реализуются для соотношений компонент 20–80 и 80–20. Что тоже, очевидно, связано с появлением неравновесных структур, которые влияют на размер зерна за счет неупорядоченности структур, а значит, и их твердый раствор является неравномерным, что может ухудшить их характеристики (см. рис. 2).



**Рис. 1. Зависимость объема НС при действии ионов бора на твердые сплавы группы  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiC}$  от соотношения компонент**

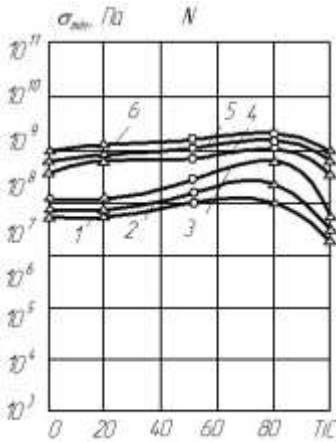


**Рис. 2. Зависимость объема НС при действии ионов гафния на твердые сплавы группы  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiC}$  от соотношения компонент**

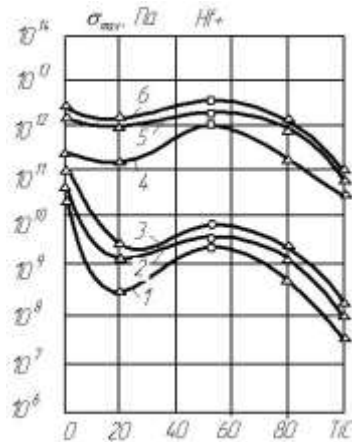
Исследовано влияние доли компонентов на величины температурных напряжений при действии ионов азота (см. рис. 2). Величины температурных напряжений с ростом доли TiC до 80 % растут, а после (100–0) падают до значений даже меньших, чем при соотношении компонент 0–100. В этом случае максимальные температурные напряжения не достигают необходимых значений для реализации наноструктур даже при энергии 20000 еВ. В этом случае критерий получения наноструктур под действием температурных напряжений не выполняется.

При действии ионов гафния картина резко изменилась (см. рис. 4). Для высоких энергий (20 кВ) практически для всех зарядовых чисел ( $z = 1, 2, 3$ ) реализуются условия для образования наноструктур и даже при энергии 200 В есть небольшая зона вблизи отсутствия TiC (0–20), есть возможность образования наноструктур, т. е. в этом случае ионы гафния позволяют реализовать наноструктуры под действием температурных напряжений в широком диапазоне соотношений компонент и даже при малых энергиях.

Максимальные значения температурных напряжений при энергии иона гафния 20 кВ реализуются при значении соотношения компонент 50–50, а при малых энергия (200 еВ) один из максимумов так же реализуется при соотношении 50–50, но наиболее высокие значения реализуются при соотношении 0–100, то есть когда в твердом сплаве находится только  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .



**Рис. 3. Зависимость температурных напряжений от соотношения компонент твердого сплава при действии ионов азота**



**Рис. 4. Зависимость температурных напряжений от соотношения компонент твердого сплава при действии ионов гафния**

### Литература

1. Костюк Г. И. Эффективный инструмент с нанопокрывтиями и наноструктурными модификационными слоями : моногр.-справ. : в 2 кн. / Г. И. Костюк. – Харьков : изд-во. Планета-принт. Кн. 1. Плазменно-ионные и ионно-лучевые технологии, 2016. – 735 с.

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ НАНОСТРУКТУР НА ПОВЕРХНОСТИ ТВЕРДОГО СПЛАВА В3 И СПОСОБ ЗАДАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ И ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

*Костюк Г. И., Семенов О. Д., Широкий Ю. В., Воляк Е. А.  
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Проводилось исследование максимальных температурных напряжений, максимальной глубины залегания нанокластера и объема нанокластера в зависимости от энергии ионов ( $B^+$ ,  $C^+$ ,  $N^+$ ,  $Al^+$ ,  $V^+$ ,  $Cr^+$ ,  $Ni^+$ ,  $Y^+$ ,  $Zr^+$ ,  $Hf^+$   $W^+$ ).



Проводилось сравнение значений этих величин, что позволило определить те значения при которых наблюдается корреляция и когда они существенно отличаются. Для иона бора эти значения для зарядового числа 1, 2 и 3 существенно отличаются, а также отличается их значение при разных способах задания теплофизических и термомеханических характеристик.

Температурные напряжения обычно больше при квантово-механическом способе задания теплофизических и термомеханических характеристик в зоне твердого сплава ВЗ (практически в 10 раз больше чем при использовании стохастических значений). Максимальные глубины залегания при энергиях до 2 кэВ практически не отличаются. Тогда как при больших энергиях использование их стохастических значений приводит к большим значениям максимальных глубин залегания.

Для объема наноструктуры наблюдается, следующие условия для энергии порядка 2 кэВ реализуются одинаковые значения для ионов при обоих случаях, тогда как с дальнейшим ростом энергии иона при стохастических значениях реализуются несколько большие величины объема зерна.

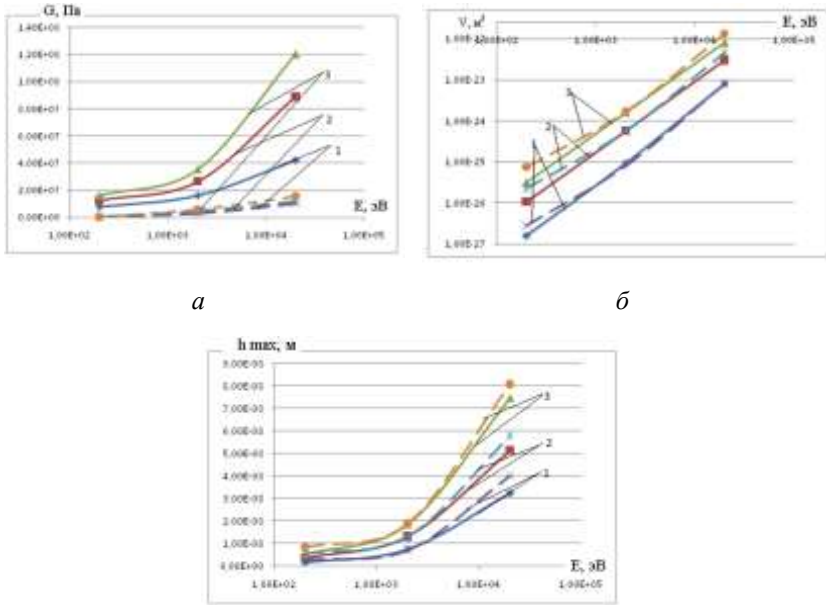
При переходе к ионам углерода температурные напряжения для стохастических значений наблюдается более низкое значение ( $1,5 \cdot 10^7$  Па/м<sup>2</sup>), тогда как при квантово-механическом способе задания получены значительно большие значения и достигают  $4,2 \cdot 10^8$  Па/м<sup>2</sup>.

Для случая действия иона азота (рис. 1) использования стохастических значений, приводит к тому, что максимальных напряжений практически близки для всех зарядовых чисел (1, 2, 3). Тогда как в случае учета квантово-механического эффекта эти значения существенно отличаются и превышают величины, полученные в первом случае ( $4 \cdot 10^7 - 1,2 \cdot 10^8$  Па). Тогда как в первом случае они лежат вблизи  $1 \cdot 10^7$  Па.

Для случая действия ионов алюминия на твердый сплав ВЗ имеем существенное отличие значений напряжений, которые в первом случае имеют небольшие значения, меньшие или равные  $10^7$  Па, а в случае квантов механического подхода они лежат в диапазонное  $3,4 - 9 \cdot 10^7$  Па. Величины объемов Н.С. при значениях зарядового числа равного 2 практически одинаковы, а для  $z = 1$  вообще не отличаются.

Для объема наноструктур наблюдаем совпадение значений по двум способам задания теплофизических и термомеханических характеристик при зарядовом числе 2, тогда как в остальных случаях они отличаются особенно существенно при малых энергиях.

Максимальная глубина залегания для обоих случаях отличается незначительно что говорит о том, что при оценке глубины залегания Н.С. можно не учитывать квантово-механический эффект.



a

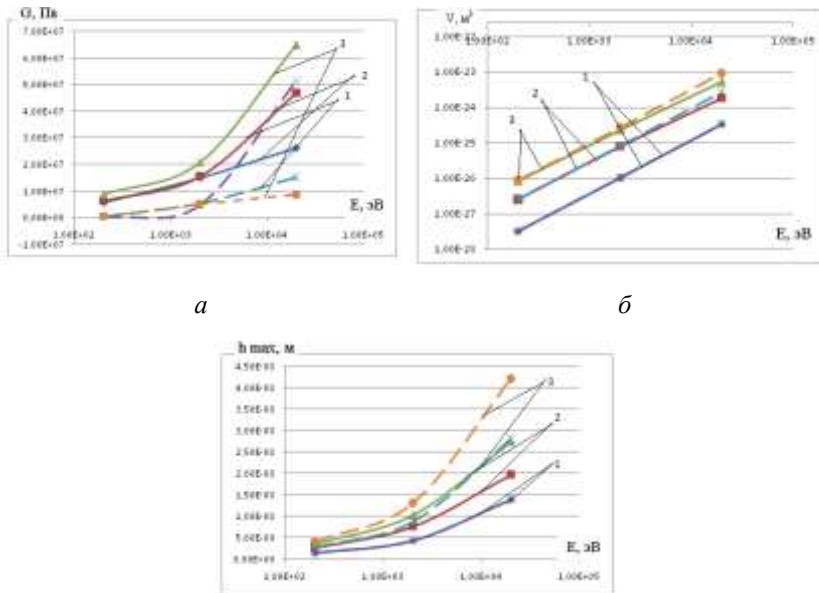
б

в

**Рис. 1. Зависимости максимальных температурных напряжений (а), объема зерна (б) и максимальной глубины залегания (в) в твердом сплаве ВЗ при действии иона азота с разным зарядовым числом от энергии (1 = 1, 2 = 2, 3 = 3)**

Максимальная глубина залегания Н.С. для ионов алюминия отличается для двух способов уже гораздо менее значительнее. Для случая использования стохастических значений она лежит в пределах от  $2 \cdot 10^{-8}$  до  $4,8 \cdot 10^{-8}$ . Тогда как для использования квантово-механического подхода эти значения укладываются в диапазон  $2,5 \cdot 10^{-8}$  до  $6,1 \cdot 10^{-8}$ .

Для случая действия ионов циркония и гафния (см. рис. 2) на твердый сплав ВЗ максимальные температурные напряжения ведут себя практически одинаково только для циркония наблюдается большее значение температурных напряжений. В этом случае квантово-механический подход дает большие значения температур. На объеме создания наноструктур способ задания теплофизических и термомеханических характеристик практически не влияет. Наблюдается рост его от энергии иона (рис. 2). Для глубины залегания этого объема стохастические методы дают большее значение глубины тогда как квантово-механический метод снижают данную величину.



*a*

*б*

*в*

**Рис. 2.** Зависимости максимальных температурных напряжений (*a*), объема зерна (*б*) и максимальной глубины залегания (*в*) в твердом сплаве ВЗ от энергии при действии иона гафния с разным зарядовым числом (1 = 1, 2 = 2, 3 = 3)

При действии иона вольфрама характер зависимостей сохраняется, объем Н.С. одинаков для обоих способов. А глубина для стохастического метода значительно больше, чем для квантово-механического метода. Определено влияние способа задания теплофизических и термомеханических характеристик на величины максимальных температурных напряжений, объема зерна и максимальные глубины его залегания. Показано, что способ задания теплофизических и термомеханических характеристик практически не влияет на объем наноструктур.

Для максимальных температурных напряжений и глубины залегания наблюдается существенное влияние способа задания теплофизических и термомеханических характеристик. Так для максимальных температурных напряжений их значение реализуется большее для квантово-механического метода, тоже для глубины залегания объема наноструктур больше значение соответствует квантово-механическому способу задания.

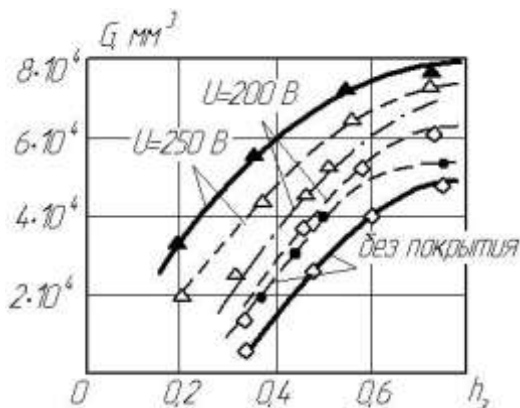
## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФРЕЗ ИЗ МОДИФИЦИРОВАННОГО ВК10 И САНДВИК КОРОМАНТ С ПОКРЫТИЕМ 0,2HfN+0.8ZrN ПРИ ОБРАБОТКЕ ТИТАНОВОГО СПЛАВА VT22

*Костюк Г. И., Ляшенко А. М.*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»  
Харьков, ул. Чкалова 17, gennadiykostyuk206@gmail.com*

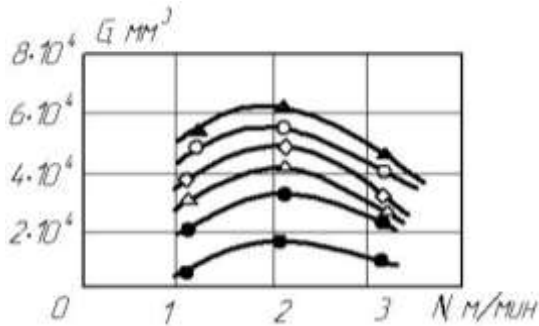
Проведено сравнение эффективности (снимаемого объема материала за период стойкости) пластин для фрез с покрытием 0,2HfN+0.8ZrN из модифицированного ВК10 и Сандвик Коромант. Размер зерна определялся на растровом электронном микроскопе РЭМ 106, состав определялся на анализаторе ДРОН-3М, измерения проводились на РИ без покрытия, с покрытием до обработки и после обработки – фрезерования титанового сплава VT-22. Покрытия наносились на модернизированной установке Булат-6, позволяющей получать равнотолщинные покрытия при потенциалах на подложке 200 и 250 В и времени нанесения покрытия 25–30 минут соответственно при давлении азота в камере  $5 \cdot 10^{-3}$  мм рт. ст. Проводились исследования размера зерна на неработающей и работающей пластине (РЭМ-106) спектрограмма и состав поверхностного слоя в рабочей и нерабочей зоне пластины. Такие исследования были проведены для твердосплавных пластин из модифицированного ВК10 и Сандвик Коромант с покрытием 0,2HfN+0.8ZrN. Исследования состава покрытия и размера зерна в нём до обработки и после показал: анализ этих рисунков показал, что в процессе работы доля циркония (нитрида циркония) уменьшается, увеличивается доля гафния (нитрида гафния), а размер зерна в результате теплового воздействия увеличивается для всех трех исследованных пластин с 93,9 до 169 Нм на ВК10 и с 332 до 373 Нм для Сандвик Коромант. Тепловое воздействие на материал покрытия приводит к росту зерна и ухудшению режущих свойств покрытия за счет снижения микротвердости. Рассмотрено влияние режимов нанесения многокомпонентного покрытия 0,2HfN + 0.8ZrN на возможность его применения при чистовой обработке (износ по задней поверхности не более  $h_3 = 0,25$  мм) при получистовой ( $h_3 \leq 4$  мм) и черновой обработке ( $h_3 \leq 0,6$  мм). При двух режимах нанесения покрытия: первый – напряжение на подложке составляет 200 В, а время  $\tau_{nan} = 30$  мин. Второй –  $U_n = 250$  В, а  $\tau_{nan} = 25$  мин. Ионная очистка проводилась  $U_n = 1,2$  кВ и  $\tau_{nan} = 5$  мин. Были получены зависимости снимаемого объема материала за период стойкости от износа по задней поверхности и износа по задней поверхности от

времени работы, что позволило найти как снимаемый объем материала при черновой, получистовой и чистовой обработке при разных скоростях: 1,07; 1,63 и 2,2 м/с при использовании покрытий, нанесенных в режиме  $U_n = 250$  В, а  $\tau_{nan} = 25$  мин; второй –  $U_n = 200$  В, а  $\tau_{nan} = 30$  мин. Так для скорости резания 1,07 м/с (рис. 1) есть возможность повышения снимаемого объема материала за период стойкости более чем в 2 раза, тогда как для скорости резания 2,2 м/с позволяют увеличить его только в 1,8 раза для ВК10, тогда как для Сандвик Коромант это повышение не превышает 1,5 раза.



**Рис. 1. Зависимости снимаемого объема материала за период стойкости РИ из модифицированного ВК10 Сандвик Коромант (□, ▲, ○), (□, ◇, ●) с покрытием 0,2HfN+0,8ZrN ( $U_n = 250$  В – □, ▲) ( $U_n = 200$  В – □, ◇) и без покрытия – ◇, ● при скорости 1,07 м/с от износа задней поверхности**

Меньшее значение снимаемого объема при 200 В можно связать с большей длительностью обработки (30 мин вместо 25 мин), приводящей к повышению средней температуры и росту размера зерна, а следовательно и к снижению физико-механических характеристик покрытия. Более высокая работоспособность пластин из модифицированного нитридами алюминия и хрома ВК10 объясняется меньшим размером зерна в покрытии чем на пластинах Сандвик Коромант. Для ВК10 оно вначале работы наноструктурное, затем в связи с ростом температуры в зоне резания оно растет существенно до субмикроструктурного. На рис. 2 представлены зависимости снимаемого объема материала за период стойкости при получистовой обработке от скорости резания для пластин модифицированного ВК10 и Сандвик Коромант с покрытием 0,2HfN + 0,8ZrN и без.



**Рис. 3.** Зависимости снимаемого объема материала за период стойкости при полустойковой обработке от величины скорости резания фрезы в минуту для пластин ВК10 и Сандвик Коромант с покрытием  $0,2\text{HfN} + 0,8\text{ZrN}$  при потенциале подложки  $U_n = 250 \text{ В}$  –  $\blacktriangle$  ( $t = 25 \text{ мин}$ ), при  $U_n = 200 \text{ В}$  –  $\blacklozenge$  ( $t = 30 \text{ мин}$ ) и для пластин без покрытия

Видно, что величина снимаемого объема для пластин ВК10 выше для обоих режимов ( $U_n = 250$  и  $200 \text{ В}$ ) причём для  $U_n = 250 \text{ В}$  и  $t_{обp} = 25 \text{ мин}$  выше чем для  $U_n = 200 \text{ В}$  и  $t_{обp} = 30 \text{ мин}$ . С ростом скорости резания снимаемый объем материала растёт до скорости резания  $2,1 \text{ м/мин}$ , а затем снижается для всех пластин, что связано с повышением температуры в зоне резания и ростом адгезионного схватывания материала покрытия на пластине с титановым сплавом.

Работоспособность и эффективность пластин фирмы Сандвик Коромант с покрытием  $0,2\text{HfN} + 0,8\text{ZrN}$  и без него несколько меньше чем модифицированного ВК10, что связано с высокой хрупкостью при действии ударных нагрузок (разрушаются части РИ у режущей кромки) и температурных напряжений.

Рабочая часть пластины с покрытием в процессе работы обедняется нитридами циркония и обогащается нитридом гафния, а размер зерна в покрытии растёт, что связано со значительной температурой в зоне резания, которая приводит к росту зерна.

### СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ЭНЕРГОАУДИТА СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

*Кузь А. П., Котовский В. Й.*

*КПИ им. Игоря Сикорского, Украина, Киев, пр-т Победы, 37, корп. 7  
E-mail: kotovsk@kpi.ua, a.kuz@kpi.ua*

Основным параметром любой системы для преобразования изображения является ее информационная емкость, характеризующая возможности передачи этой системой максимального количества информации, содержащейся в воспринимаемом потоке излучения.

Практически для любого конкретного случая можно создать систему технического зрения (ТЗ), намного превышающую возможности человеческого глаза как анализатора изображений [1]. При этом использование специальных алгоритмов обработки получаемого изображения позволяет добиться эффективных решений.

Наряду со стремительным развитием систем ТЗ, создается математическое обеспечение обработки изображений, что позволяет говорить о системах ТЗ, конечным продуктом которых является не само изображение, а параметры контролируемого процесса.

Особое место в области получения информации занимают многоканальные системы (МКС), включающие, как правило, несколько каналов видимого диапазона (ВД) –  $\Delta\lambda = 0,4\text{--}0,8$  мкм и инфракрасного (ИК) диапазона –  $\Delta\lambda = 0,9\text{--}1,1$  мкм, 3–5 мкм, 8–14 мкм [2].

Инфракрасная термография давно сформировалась как самостоятельная отрасль видеотехники. Тепловизионные камеры (ТК) используются не только в военных целях, а и в медицинской диагностике, экологии, системах охраны, предупреждения о пожарах, а также для теплового мониторинга сложных объектов, например зданий и сооружений.

Экспертное обследование зданий и сооружений – это комплекс мероприятий по контролю, испытаниям и оценке технического состояния объектов, проведение которого обусловлено необходимостью определения эксплуатационных характеристик конструкций, целесообразности проведения реконструкции или ремонта, выявления причин аварий и прогнозирования состояния объекта [3].

Для этих целей достаточно одного канала ВД и одного канала ИК диапазона, причем канал ВД используется как дополнительный в качестве координатной привязки.

Проведенные оценки показывают, что по информационному потенциалу тепловидение по крайней мере не уступает дневному зрению. Преимуществами же наблюдения в ИК диапазоне является независимость получаемой информации от времени суток, а также меньшее рассеяние излучения в дымках, тумане и при искусственных помехах.

Значительный прогресс в разработке фокальных матриц дал возможность создать ТК, обладающих высокой чувствительностью. Повышение чувствительности и информационной емкости ТК в результате использования полноформатных матриц и межкадровой обработки сигнала изображения, а также введения псевдоцвета, позволяет в усредненных условиях теплового баланса осуществлять качественный переход от контроля источников тепла к наблюдению в ИК диапазоне с максимальной информативностью.

Процесс энергоаудита зданий и сооружений, и решения таких проблем, как сохранение тепла, проникновения влаги, повреждения кровли и конструкций, плохое качество системы кондиционирования и вентиляции – не совсем простая задача [4]. В этих ситуациях МКС ТЗ является просто необходимым инструментом, дающим возможность владельцу здания или инспектору обнаружить проблему и далее с помощью специалистов найти эффективное ее решение.

Пакет прикладных программ, позволяет производить запись термограмм в реальном масштабе времени в память ТК, проводить усреднение термоизображений во времени и пространстве, создавать термопрофили изображений и производить другие операции, что расширяет диагностические возможности метода и повышает его информативность. Для разработки и оценки эффективности такого рода проектов необходима объективная информация о реальном состоянии зданий, в том числе по их теплозащите и теплопотерям. Каждый объект индивидуален – его характеристики зависят не только от строительной серии, но и связаны с соблюдением технологии производства, климатических и геологических условий эксплуатации, проведенных прежде ремонтных работ [5].

Для получения объективной информации о тепловом состоянии здания рассмотрим одну из методик обследования с использованием МКС ТЗ, в состав которой входит видеокамера и ТК работающая в спектральном диапазоне 8–12 мкм. На рис. 1, *a* показана фотография здания выполненная в ВД, а на рис. 1, *b* – тоже здание, но в ИК диапазоне.



Выделенная область (рис. 1, *a*) соответствует фрагменту на рис. 1, *б*, где стрелками указаны проблемные места. Стрелки 1 и 2 указывает на утечку тепла вызванную нарушением внутренней и наружной гидроизоляции стены, а стрелка 3 – на утечку тепла вызванную отсутствием теплоотражающего экрана между батареей отопления и стеной. Данную информацию невозможно увидеть в ВД (рис. 2, *a*).

Контрольная съемка проводилась в одно и то же время, в одинаковых условиях. При обработке термограмм использована единая температурная шкала, которая устанавливает связь между цветом и температурой.

Поскольку камера ВД используется не для измерений, а для визуального оперативного контроля и последующей паспортизации здания, то не было необходимости в точном совмещении ее оптической оси с осью ТК. Видеокамера ВД имеет большее пространственное разрешение, чем ТК, поэтому для удобства наведения МКС ТЗ ее поле зрения устанавливалось немногим больше поля зрения ТК.

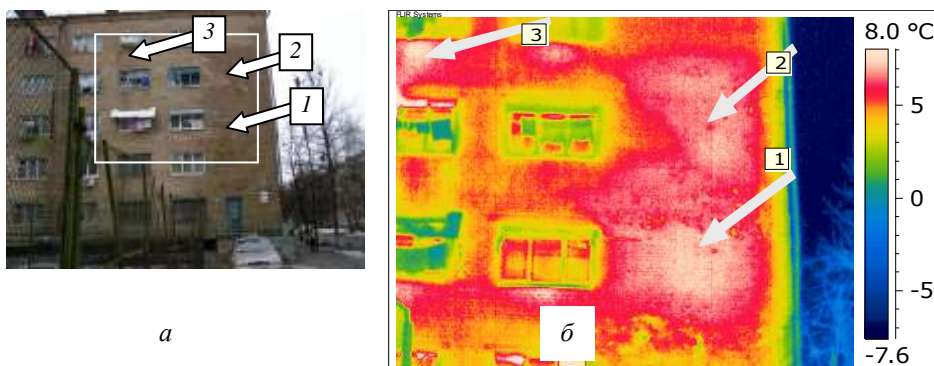


Рис. 2. Съемка здания общежития, выполненная МКС ТЗ. *a*) в видимом диапазоне; *б*) в ИК-диапазоне

Термограмма на рис. 2 показывает повышенную температуру на поверхности здания, что свидетельствует о повышенных теплопотерях. То есть, величина и характер распределения температуры по поверхностям конструкций здания, несут информацию об уровне теплозащиты, теплопотерях и наличии скрытых дефектов.

На термограмме (рис. 2 правый снимок) светлые оттенки соответствуют местам наиболее интенсивного оттока тепловой энергии. Неравномерность теплового изображения свидетельствует о недостаточном утеплении и не герметичности оконных проемов. Светлые пятна под окнами свидетельствуют о тепловых потерях в виду отсут-

ствия тепловых экранов внутри помещения. Хорошо видны локальные дефекты – межпанельные стыки.

Согласно проведенных измерений и аналитических расчетов, с каждого квадратного метра поверхности здания теряется около 20 Вт энергии.

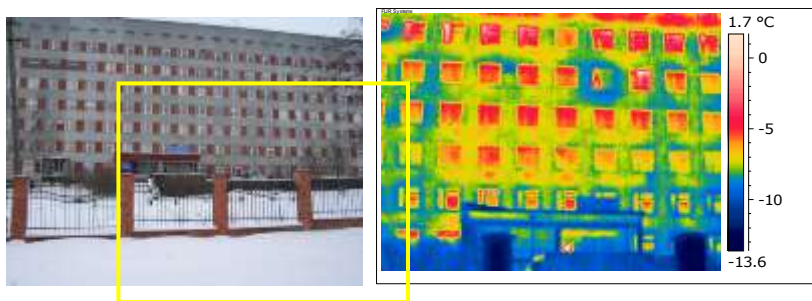


Рис. 2. Съемка здания выполненная МКС ТЗ

Сложными вопросами являются измерения температур застекленных проемов и абсолютизация шкалы температурных измерений. Первое обусловлено тем, что в ИК диапазоне стекло являются практически зеркалом и его изображение (соответственно – и термопрофили при измерениях) транслируют отраженное излучение от внешних объектов. Второе является причиной того, что отдельные участки зданий не являются ламбертовскими излучателями (как это заложено во встроенных программах обработки сигнала ТК) и имеют различные коэффициенты излучения (в то время, как в программу обработки вносится единый коэффициент для всего поля зрения). В предлагаемой методике температура остекления измерялась косвенно по значению температуры участков конструкций, находящихся непосредственно над стеклами и соприкасающихся с ними. Была разработана упрощенная модель теплопереноса, которая позволяет рассчитывать конвекционный нагрев соседних со стеклами участков конструкций. За базовый уровень собственной температуры прилегающей конструкции бралось значение температуры снизу или сбоку от остекления.

В решении второй проблемы помогал видимый канал МКС ТЗ: на этапе окончательного анализа изображения оператором, цветное изображение позволяло в ручном режиме корректировать измеренные значения температур отдельных участков по таблицам типовых значений коэффициентов излучения поверхностей и покрытий. Однако, в этом случае процесс паспортизации здания со сложными архитектурными и конструкторскими решениями существенно усложняется.

Решение первой проблемы в некоторых случаях возможно при визировании отраженного стеклом излучения калиброванного источника. Однако практическая реализуемость и стоимость такого решения, очевидно, неадекватны решаемой задаче.

Возможным путем решения второй проблемы является использование для измерений многоканальных оптико-электронных систем (МКОЭС): зная спектральные коэффициенты излучения поверхностей наблюдаемых объектов и воспользовавшись дифференциальными методами измерений можно точнее рассчитать температуру наблюдаемых объектов. В то же время используемая МКС ТЗ в сущности является МК ОЭС. Если с помощью видеокамеры автоматически разделить изображение на однородные по оптическим характеристикам участки и задать для каждого такого участка весовой коэффициент, учитывающий реальный коэффициент излучения, а затем перемножить матрицу ИК изображения с матрицей весовых коэффициентов, то на выходе получим матрицу реальных абсолютных значений температур объекта. Этот алгоритм обработки предполагает последовательное решение задачи сегментирования изображения и реализации одного из простейших методов поэлементного комплексирования [6]. Решение и первой, и второй задач хорошо известны и не требуют значительных вычислительных затрат. Следует учесть, однако, что в этом случае значительно повысятся требования по совмещению полей зрения каналов, что повлечет необходимость переработки входного блока МКС ТЗ.

Многочисленные и разнообразные применения МКС ТЗ, по информативности не уступают человеческому зрению. Разработка и промышленное освоение необходимых оптических и фотоэлектронных компонентов, и пригодность известных методов и аппаратуры для преобразования и представления информации, позволяет сделать вывод, что в ближайшие и последующие годы МКС ТЗ получат бурное развитие как одна из современных перспективных информационных технологий.

**Выводы.** Многочисленные и разнообразные применения МКС ТЗ, по информативности не уступают человеческому зрению и в настоящее время получают бурное развитие как одна из современных перспективных информационных технологий.

При использовании МКС ТЗ можно получить такой объем информации, сбор которой с помощью обычных средств занял бы огромное количество времени и средств.

Для повышения точности и эффективности измерений необходимо создавать программы постобработки изображений для учета неравномерности коэффициентов излучения по полю зрения.

## Литература

1. Колобродов В. Г. Проектування тепловізійних і телевізійних систем спостереження : підручник / В. Г. Колобродов, М. І. Лихоліт. – Київ : Політехніка, 2007. – 344 с.
2. Микитенко В. І. Моделювання зображень у задачах комплексуювання каналів оптико-електронних систем / В. І. Микитенко, В. Й. Котовський // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування. – 2007. – Вип. 33. – С. 24–29.
3. Интернет-ресурс 2108 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ndmik.com.ua>; <https://geoagronavt.com.ua>
4. Средства и методы теплового контроля. «Круглый стол» // В мире НК. – 2005. – № 1 (27). – С. 61–63.
5. Юдина А.Ф. Реконструкция и реставрация зданий и сооружений / А. Ф. Юдина. – М. : Академия, 2010. – 320 с.

### **АППАРАТУРА И СРАВНИТЕЛЬНАЯ МЕТОДИКА ДИСТАНЦИОННОГО БЕСКОНТАКТНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА «ТЕРМОДИН» И ТЕПЛОВИЗОРА**

*Белов М. Е.<sup>1</sup>, Леник Д. К.<sup>2</sup>, Кваснюк Д. И.<sup>3</sup>, Сорочан Е. Н.<sup>4</sup>*

*<sup>1</sup>Шайко-Шайковский А. Г.*

*<sup>1</sup>Черновицкий национальный университет им. Юрия Федьковича*

*<sup>2</sup>Черновицкая областная клиническая больница*

*<sup>3</sup>Буковинский государственный медицинский университет, Черновцы*

*<sup>4</sup>Приазовский государственный технический университет, г. Мариуполь*

Одной из важнейших задач медицинской диагностики состояния человека является измерение температуры и радиационных потоков с поверхности объекта. Полученная таким образом в результате исследований информация, позволяет качественно и количественно оценить функциональное состояние организма, установить возможные нарушения и отклонения от нормальных значений параметров.

С этой целью авторами разработан, сконструирован и создан специализированный информационно-диагностический комплекс, работа которого базируется на использовании метода динамической теплотри, бесконтактного дистанционного наблюдения изменения теплового излучения.

Информация считывается специальной головкой на анизотропных кристаллических полупроводниках и накапливается на спе-

циальной кассете с запоминающим устройством. Параллельно для контроля осуществляется визуализация измеряемых сигналов в цифровом виде на специальном экране на жидких кристаллах. После обработки по специально разработанной программе в процессоре устройства, результаты для последующего анализа и принятия решения выдаются в виде таблиц, графиков на экран монитора или на бумажном носителе с помощью принтера или плоттера.

Программное обеспечение комплекса позволяет проводить накопление информации, осуществлять её сравнение с полученными ранее результатами измерений, а также – с эталонными графиками, соответствующими нормальному функционированию исследуемых органов. Для этого в базе данных компьютера собрана соответствующая информация, позволяющая лечащему врачу идентифицировать полученную информацию, проверять и уточнять сделанные выводы и диагноз.

Комплекс успешно прошёл медицинские и промышленные испытания в нескольких лечебных учреждениях Украины и России: Киевском научно-практическом центре скорой медицинской помощи и медицины катастроф; институте педиатрии, акушерства и гинекологии АМН Украины; Институте эндокринологии и обмена веществ АМН Украины; Всесоюзном научном центре хирургии ВНЦ (сейчас Российский НЦ) им. Абрикосова.

Для проверки и большей достоверности получаемой экспериментальной информации при проведении измерений использовался профессиональный тепловизор марки РСЕ-ТС 34. Измерения проводились на базе ортопедо-травматологического отделения Черновицкой клинической больницы. Исследования проводились до и после проведения операционных вмешательств, а также – спустя несколько дней после операции. Это позволяло установить качественную картину заживления послеоперационных швов, скорость заживления у различных больных разных возрастов, после оперативных вмешательств по причине переломов и постановке искусственных суставов нижних конечностей. Полученные результаты полностью подтверждают большую точность результатов, полученных с помощью разработанного комплекса, возможность сравнения полученной информации с эталонными графиками. В таблице 1 представлены основные технические характеристики разработанного измерительного комплекса.

Макетный образец прибора, по результатам испытаний обеспечивает измерение энергетической освещенности в диапазоне 10–20000 Вт/м<sup>2</sup> с точностью не хуже  $\pm 6$  % при нормальных условиях. При этом напряжение питания 9 В и ток потребления не более 100 мА, что обеспечивает непрерывную работу в течение 8 часов. ИК-приёмник осна-

щён кремниевым фильтром толщиной 0,5 мм и обеспечивает рабочий диапазон от 2 до 16 микрон с коэффициентом пропускания не менее 60 %.

Таблица 1

**Технические характеристики  
информационно-измерительного комплекса**

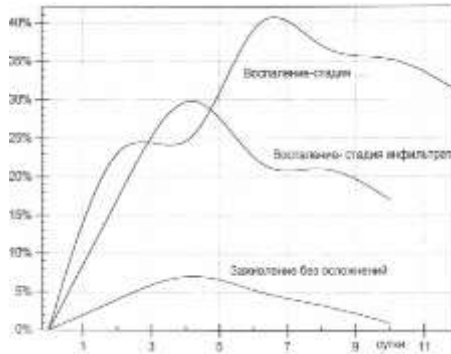
№ з/п	Параметр	Единица измерения	Значение
1	Приёмник ИК излучения, неохлаждаемый, на основе анизотропных термоэлементов, разрешение не хуже	В/Вт	0,2–0,4
2	Цена деления цифровой шкалы, не хуже	°С	0,05
3	Температура исследуемого объекта	°С	20–42
4	Время одной экспозиции	с	1
5	Время выхода на режим, не более	мин	30
6	Время непрерывной работы, не менее	ч	8
7	Температура окружающей среды	°С	10–35
8	Относительная влажность воздуха при 25 °С, не более	%	80

Разработанная аппаратура и методика её использования предназначены для инструментального обеспечения метода динамической теплотрии бесконтактным способом с каждой точки на исследуемом объекте. Основными преимуществами комплекса являются: высокая чувствительность; минимально регистрируемая разность температур: 0,05 °С. Это обеспечивает возможность объективной оценки состояния функциональных систем организма.

Измерения радиационных потоков с достаточно высокой точностью до 0,05 °С, позволяет также использовать комплекс в различных областях инженерии, точно и оперативно контролировать производственные и технологические процессы на современных промышленных предприятиях, анализировать качество и состояние оборудования, выпускаемой продукции.

На рис. 1 представлены графические зависимости, характеризующие термодинамическую картину заживления операционного шва. Аналогичные графики получены также для гинекологических заболеваний, нарушений эндокринной системы, всевозможных инфекционных осложнений.

С помощью комплекса «Термодин» разработаны соответствующие методы диагностики в пульмонологии, хирургии и неврологии, онкологии и трансплантологии.



**Рис. 1. Термодинамическая картина заживления операционного шва**

Комплекс прошёл апробацию и показал свою эффективность в нескольких лечебных учреждениях Украины и России и может использоваться в терапевтических, эндокринологических, педиатрических отделениях, в детской и гнойной хирургии, онкологии, для контроля восстановления функций органов и тканей в процессе лечения, в реабилитационный период, в оперативной медицине.

### **Литература**

1. Способ динамической теплотометрии / В. А. Калугин, А. И. Гоженко, В. С. Ветошников, М. Е. Белов // Медицинская техника. – 1989. – № 4. – С. 44.
2. Калугін В. О. Динамічна радіаційна теплотометрія. Можливості і перспективи / В. О. Калугін, В. П. Пішак. – Чернівці–Прут, 2009. – 244 с.
3. Комплекс «Термодин» для дистанционного измерения температуры / О. И. Зинькив, М. Е. Белов, В. Н. Сапожник та ін. // Надёжность и качество-2014 : тр. Междунар симпозиума. – Пенза, 2014. – С. 113–116.

## **МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СИНХРОННИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ**

*Стецюк В. І., Горященко К. Л., Shider Peter*

*Хмельницький національний університет, Metroplast asansor LTD, Istanbul, Turkey*

Синхронні машини з постійними магнітами відрізняються тим, що замість обмотки збудження на роторі у них розташовані постійні магніти, що створюють збуджуючий магнітний потік [1–4].

Статор цих машин подібний до статора АД і має дво- або трифазну обмотку. На рис. 1 показано модель двигуна.

Рівняння СДПМ розглядатимемо в ортогональній синхронній системі координат  $(d, q)$ , вісь  $d$  якої орієнтована по магнітній осі ротора і обертається разом з нею. Швидкість ортогональної системи в електричному просторі дорівнює синхронній швидкості  $p_n \omega = \omega_{0el}$ , де  $p_n$  – число пар полюсів,  $\omega$  – швидкість обертання вала двигуна.

Трифазна обмотка статора замінена двома обмотками, осі яких направлені по осях координат  $(d, q)$ . Обмотки нерухомі відносно обертальної системи координат  $(d, q)$  і характеризуються активним опором  $R_s$  та індуктивностями  $L_{sd}$  і  $L_{sq}$ . На обмотки подаються напруги  $U_{sd}$  і  $U_{sq}$ , внаслідок чого по ним протікають струми  $I_{sd}$  і  $I_{sq}$ . При прийнятому напрямі осей координат потокозчеплення статора по осі  $d$   $\Psi_{sd}$  визначається струмом  $I_{sd}$  і магнітним потоком, що створюється постійними магнітами, а по осі  $q$   $\Psi_{sq}$  – тільки струмом  $I_{sq}$ . Потокозчеплення може бути представлено просторовим вектором, нерухомим відносно ротора і обертальним разом із ним, а значить і з системою координат  $(d, q)$ . Таким чином, рівняння для проекцій узагальненого вектора напруги статора і вектора потокозчеплення на осі системи координат, що обертається, в операторній формі виглядають таким чином:

$$\begin{aligned} U_{sd} &= R_s I_{sd} + p \Psi_{sd} - w_{0el} \Psi_{sq}; \\ U_{sq} &= R_s I_{sq} + p \Psi_{sq} + w_{0el} \Psi_{sd}; \\ \Psi_{sd} &= L_{sd} I_{sd} + \Psi_f; \\ \Psi_{sq} &= L_{sq} I_{sq}, \end{aligned} \quad (1)$$

де  $R_s$  – опори фази обмотки статора;  $L_{sd}$ ,  $L_{sq}$  – індуктивності обмоток статора по осях  $d$  і  $q$ ;  $I_{sd}$ ,  $I_{sq}$ ,  $U_{sd}$ ,  $U_{sq}$  – струми і напруга

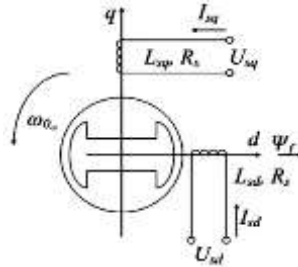


Рис. 1. Модель СДПМ в обертовій системі координат



Рис. 2. Тестовий зразок синхронного двигуна виробництва Metroplast asansor



статора по осях  $d$  і  $q$ :  $\Psi_{sd}, \Psi_{sq}, \Psi_f$  – потокозчеплення статора по осях  $d$  та  $q$  створюване постійним магнітом.

Рівняння для електромагнітного моменту і рівняння механіки є:

$$M = \frac{3}{2} P_n (\Psi_{sd} I_{sq} - \Psi_{sq} I_{sd});$$

$$p\omega = \frac{1}{J} (M - M_c - \beta_w),$$
(2)

де  $J$  – момент інерції ротора;  $M, M_c$  – електромагнітний момент і момент опору;  $\beta$  – коефіцієнт в'язкого тертя (коефіцієнт демпфування).

На основі математичної моделі СДПМ, вираженої системою рівнянь (2) використовується найпростіша система керування (рис. 3).

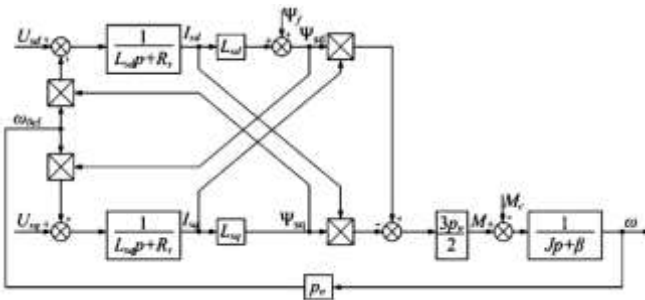
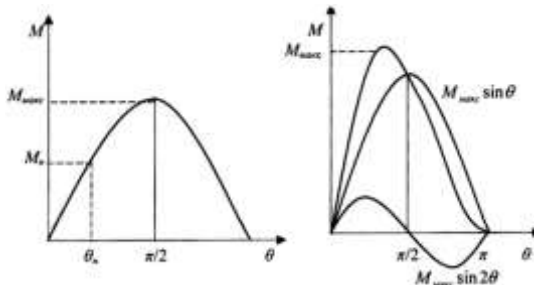


Рис. 3. Структурна схема СДПМ в обертовій системі координат



а – неявнополюсний двигун      б – явнополюсний двигун

Рис. 4. Кутова характеристика СДПМ:

$M_{\max}$  – максимальний момент;  $M_n$  – номінальний момент;

$\theta_n$  – кут навантаження

Спочатку момент двигуна збільшується із зростанням кута навантаження. Коли кут досягає  $90^\circ$ , момент досягає максимуму. Якщо кут навантаження продовжує збільшуватися, тобто двигун переобтяжений, то обертальний момент зменшується, двигун потрапляє в зону нестійкої роботи і зупиняється. Ця залежність виражена в кутовій характеристиці, яка наведена на рис. 4.

Відомі системи управління на основі датчиків положення ротора [4, 5]. Однак синтез системи бездатчикового управління СДПМ – задача як технічно так і математично не проста. Запропонована функціональна схема системи бездатчикового управління явнополюсного СДПМ представлена на рис. 5.

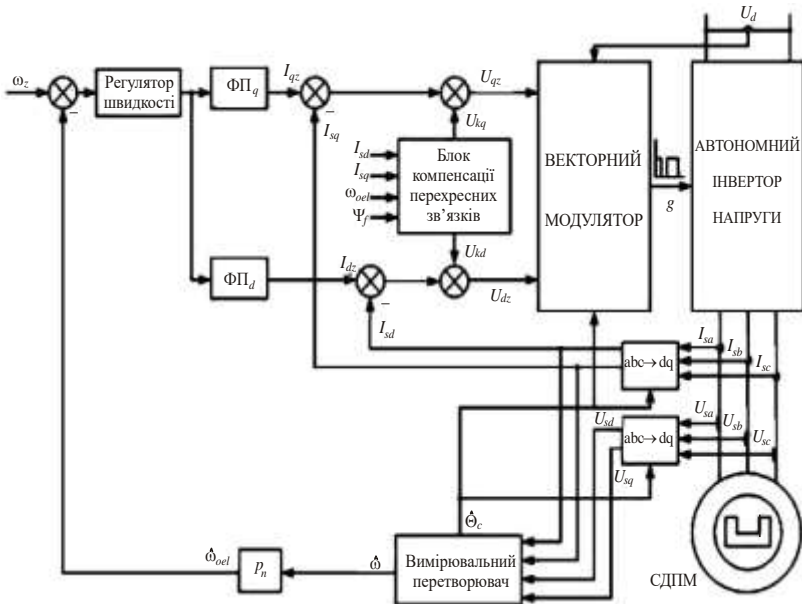


Рис. 5. Функціональна схема системи бездатчикового управління СДПМ:

$\hat{\omega}$ ,  $\hat{\omega}_{oel}$ ,  $\hat{\Theta}_c$  – оцінки швидкості обертання ротора, синхронної швидкості та кута положення ротора

Окрім спостерігача стану, додатково введені датчики фазної напруги, що подається на статор, і перетворювач координат  $abc \rightarrow dq$  для напруги. Перетворені в обертальну систему координат напруги  $U_{sd}$ ,  $U_{sq}$  і струми  $I_{sd}$  і  $I_{sq}$  є вхідними змінними для спостерігача стану.

На підставі отриманих даних спостерігач видає оцінки швидкості і кута положення.

**Висновки.** Розглянута система бездатчикового управління поєднує в собі енергоефективність управління явнополюсним двигуном за рахунок мінімізації струму статора з перевагами бездатчикового управління. В якості критерію енергоефективності СДПМ приймається неявнополюсного СДПМ енергоефективним є режим, при якому мінімізація струму статора при заданому моменті навантаженні. Для поздовжня складова струму підтримується рівною 0, а для явнополюсного – забезпечення певного співвідношення між поздовжньою і поперечною складовими струму статора. Для вирішення задачі бездатчикового управління застосовано спостерігач стану, який оцінює невідомі змінні параметри машини змінного струму за допомогою відомих (наприклад, фазних струмів і напруг).

### Література

1. Стецюк В. І. Рекуперація енергії в ліфтових механізмах / В. І. Стецюк, О. В. Полуденний // Ключові проблеми сучасної науки : 24-та Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф. (м. Дніпропетровськ, 15–30 верес. 2016). – Дніпропетровськ, 2016. – С. 77–83.
2. Стецюк В. І. Рекуперація енергії в підймальних механізмах з частотно-регульованим електроприводом / В. І. Стецюк, О. В. Полуденний // Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький, 2016. – № 5. – С. 253–257.
3. Стецюк В. І. Проблеми модернізації парку ліфтового обладнання / В. І. Стецюк, О. П. Войтюк // Матеріали XVII міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 25-річчю МНТК «ВОТТП» і 20-річчю МНТЖ «ВОТТП» «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» (8–13 черв. 2017, м. Одеса–Затока). – С. 155–156.
4. Стецюк В. І. Підвищення ефективності роботи безредукторних електроприводів на базі асинхронного тихохідного двигуна / В. І. Стецюк // Наука и образование : сб. тр. XI Междунар. науч. конф. (Хайдусобосло, Венгрия. 4–13 янв. 2018). – 2018. – С. 18–23.
5. Горященко К. Л. Тенденції розвитку сучасної силової елементної бази для керування пристроями легкої промисловості / К. Л. Горященко, С. Л. Горященко // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2004. – № 5, ч. 1. – С. 174–177.

## НЕЧІТКА ПРОДУКЦІЙНА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ПАРАМЕТРА МЕТОДУ ВИПАДКОВО-СПРЯМОВАНОГО ПОШУКУ ЗБАЛАНСОВАНОГО СТАНУ РОТОРА

Драч І. В.<sup>1</sup>, Ткачук В. П.<sup>2</sup>, Пакліна Ю. С.<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>Хмельницький національний університет, вул. Інститутська, 11  
E-mail: <sup>1</sup>cogitare410@gmail.com, <sup>2</sup>tkachukv.p@gmail.com

Положення білизни в барабані пральної машини під час виходу на віджимання має випадковий характер, тому можливі випадки більш «хорошого», рівномірного розподілу білизни, що забезпечує допустимий рівень вібрацій, і більш «поганого», нерівномірного, збитого у великий дисбаланс, що викликає підвищені вібрації та галопування машини.

Суть методу випадково-спрямованого пошуку полягає в тому, що при виході машини із змінним дисбалансом на робочий режим (віджимання в пральних машинах) вимірюються вібрації і при перевищенні ними допустимого рівня машина відключається і переводиться в режим полоскання, в якому відбувається перерозподіл білизни, після чого процедура виходу повторюється і так доти, поки не настане випадок «хорошого розподілу» мас (розкладки білизни) і вібрації будуть в межах норми, заданої технічними умовами. В цьому випадку машині «дозволяється» виконувати технологічну операцію (віджимання) [1].

При кожному циклі набору швидкості машина виходить на віджимання з імовірністю  $p$ . Число циклів набору швидкості, яке необхідно здійснити без виходу на віджимання, підпорядковується геометричному закону розподілу з параметром  $p$ . Параметр  $p$  за своєю суті є невизначеною величиною, на яку мають вплив як кількісні так і якісні показники: тип пральної машини, випадкове розкладання білизни в барабані (рівномірне, нерівномірне), фактична кількість білизни в барабані (недостатня, нормальна, перевантаження) та ін.

Для оцінки цього параметра необхідно провести велику кількість експериментів, що пов'язано із значними затратами праці, часу і засобів. Крім того протестувати одержані оцінки можливо лише для обмеженої кількості типів роторних установок із власними специфічними властивостями. Внаслідок цього вирішального значення набувають методи математичного моделювання.

Пропонуються побудова і аналіз нечіткої продукційної моделі оцінки параметра методу випадково-спрямованого пошуку збалансованого стану ротора зі змінним дисбалансом. Розглянемо етапи побудови системи нечіткого виводу (СНВ) [2].

**Крок 1.** Визначимо вхідні й вихідні змінні. Змістовна інтерпретація нечіткої моделі припускає вибір і специфікацію вхідних і вихідних змінних відповідної системи нечіткого виводу. По суті, чинники, що мають вплив на параметр  $p$ , є нечіткими, тому задамо їх як лінгвістично представлені нечіткі змінні:

1. Тип пральної машини – L1;
2. Клас віджимання – L2;
3. Розкладання білизни в барабані – L3;
4. Фактична кількість білизни в барабані – L4;
5. Клас енергоспоживання – L5.

Величина входу L1 – тип пральної машини, у свою чергу, є виходом блоку, що виражається кількісними і якісними показниками (модель 1):

Тип пральної машини – L1:

а) тип завантаження барабана для білизни (фронтальний або вертикальний) – A1;

б) тип двигуна (колекторний або інверторний) – A2;

в) тип приводу барабана (прямий або ременний) – A3;

г) габарити (повногабаритна, вузька або компактна) – A4;

д) максимальна вага білизни, яку дозволяє завантажити барабан (повногабаритна (від 5 кг до 12 кг), вузька (від 4 кг до 7 кг) або компактна (не більш 3,5 кг білизни) – A5;

е) наявність доступних функцій і програмами прання – A6;

ж) максимальне енергоспоживання – A7.

Для лінгвістично заданих показників визначимо множини-носії і терм-множини (модель 2).

1. Тип пральної машини – L1 з множиною-носієм  $[0,1]$ : «тип дуже низького класу», «тип низького класу», «тип середнього класу», «тип високого класу», «тип дуже високого класу».

2. Клас віджимання – L2 з множиною-носієм  $[500, 1800]$  (об/хв): «А» – максимальна швидкість обертання барабана в режимі «віджимання» становить 1600 об/хв; «В» – максимальна швидкість обертання барабана в режимі «віджимання» становить 1200–1400 об/хв; «С» – максимальна швидкість обертання барабана в режимі «віджимання» становить 1000 об/хв; «D» – максимальна швидкість обертання барабана в режимі «віджимання» становить 800 об/хв; «Е» – максимальна швидкість обертання барабана в режимі «віджимання» становить 600 про/хв.

3. Розкладання білизни в барабані – L3 з множиною-носієм  $[0, 1]$ : «нерівномірне», «середнє», «рівномірне».

4. Фактична кількість білизни в барабані – L4 з множиною-носієм  $[0, 1]$ : «недовантаження», «норма», «перевантаження».

5. Клас енергоспоживання – L5 з множиною-носієм  $[0,15, 1]$  (кВт/год): «A+++» – споживає лише 0,15 кВт/год для прання 1 кг бі-

лизни; «А+» – споживає 0,17 кВт/год для прання 1 кг білизни; «А» – споживає від 0,17 кВт/год до 0,19 кВт/год для прання 1 кг білизни; «В» – споживає 0,19 кВт/год для прання 1 кг білизни; «С» – споживає від 0,23 кВт/год до 0,27 кВт/год для прання 1 кг білизни; «D» – споживає від 0,27 кВт/год до 0,31 кВт/год для прання 1 кг білизни; «Е» – споживає від 0,31 кВт/год до 0,35 кВт/год для прання 1 кг білизни; «F» – споживає від 0,35 кВт/год до 0,39 кВт/год для прання 1 кг білизни; «G» – споживає понад 0,99 кВт/год для прання 1 кг білизни.

**Крок 2.** Фазифікація вхідних змінних. На цьому кроці задамо функції приналежності для всіх термів вхідних змінних, а в якості області визначення – їх множини-носії.

**Крок 3.** Задамо функції приналежності термів вихідних змінних (тип пральної машини (L1) – модель 1, ймовірність (P) – модель 2 [3].

**Крок 4.** Уведемо правила в базу правил. У процесі роботи з експертами: з фахівцями з ремонту пральних машин і фахівцями-конструкторами лабораторії автобалансування ХНУ, розроблено правила оцінки типу пральної машини – L1 («ЯКЩО  $A1_m$  і  $A2_n$ , і  $A3_l$ , і  $A4_q$ , і  $A5_r$ , і  $A6_p$ , і  $A7_s$ , ТО  $L1_k$ »,  $k = 1-5$ ) і ймовірності – P («ЯКЩО  $L1_m$  і  $L2_n$ , і  $L3_l$ , і  $L4_q$ , і  $L5_r$ , ТО  $P_k$ »,  $k = 1-9$ ).

**Крок 5.** Використання моделі.

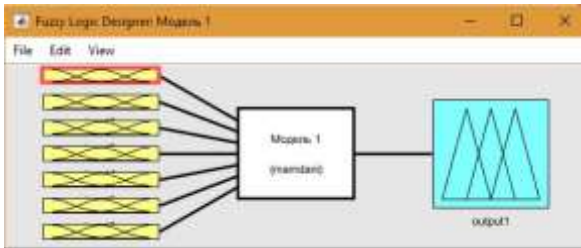


Рис. 1. Графічний інтерфейс редактора FIS після визначення вхідних і вихідної змінних системи нечіткого виводу tamdan для моделі 1

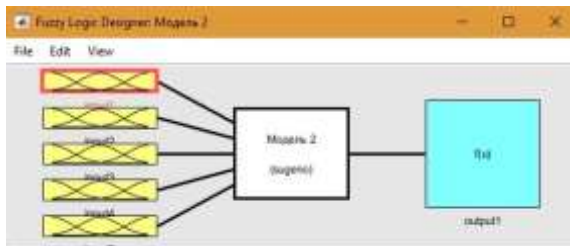
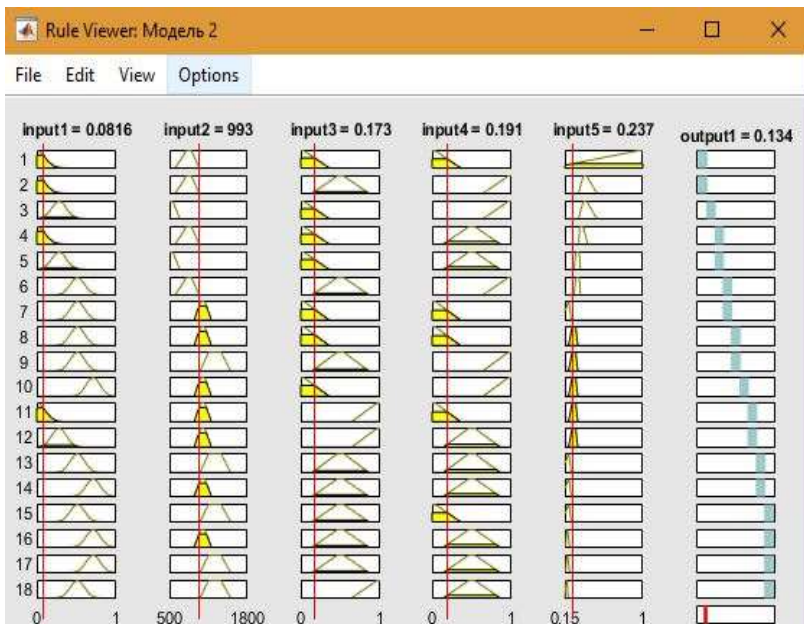


Рис. 2. Графічний інтерфейс редактора FIS після визначення вхідних і вихідної змінних системи нечіткого виводу sugeno для моделі 2

Розглянемо приклад роботи системи керування при найбільш несприятливих значеннях вхідних змінних. Для цього слід відкрити вікно правил View→ Rules і переглянути можливі значення вихідних змінних L1 і P залежно від зміни значень вхідних змінних. Основні результати моделювання змінної – параметр методу P подано на рис. 3.



**Рис. 3.** Графічний інтерфейс програми перегляду правил після виконання процедури нечіткого виводу (модель 2)

*Експериментальна перевірка моделі.* При експериментальній перевірці методу допускалось виведення машини на режим «віджимання» з віброшвидкістю не більше 30 мм/с, при наявності в її баку найбільш несприятливої маси білизни, суха вага якої складає 1,5 кг. При більших значеннях віброшвидкості, зростання числа обертів припинялось і машина поверталась в режим полоскання. Результати цих експериментів для трьох серійних машин після 30 спроб виходу на режим «віджимання» подано в таблиці 1 [1].

Отже, за статистичним означенням імовірності  $p = 0,15$ .

Для користувачів, застосування цієї системи не викличе незручностей, просто робочий цикл може бути довшим на декілька хвилини.

**Виходи пральної машини «Айша» на режим «віджимання»  
при дії електромеханічної системи захисту від підвищених вібрацій  
за результатами 30 спроб**

Номер машини	Номера пусків виходу на віджим	Відсоток пусків виходу, %
1	2, 8, 14, 20, 24	16
2	5, 12, 18, 22, 26	16
3	5, 7, 14, 21	13

Аналіз результатів моделювання (за моделями 1 та 2) дає можливість зробити такі висновки.

1. Задавши значення вхідних змінних, що описують експериментальну установку, отримали значення оцінки параметра  $P = 0,134$  близьке до оцінки параметра  $p$ , одержаної експериментально (порівняно із фізичним експериментом  $p = 0,15$ ).

2. Нечітка продукційна модель оцінки параметра методу випадково-спрямованого пошуку збалансованого стану ротора дає можливість всебічно вивчати цей процес надалі без проведення чисельних фізичних експериментів.

3. Застосування нечіткої логіки дозволяє аналізувати якісні характеристики параметра  $p$  детальніше, що надалі призводитиме до розробки більш адекватної моделі.

### Література

1. Ткачук В. П. Зниження вібрацій машин з горизонтальною віссю обертання і змінним дисбалансом ротора : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.02.02 / В. П. Ткачук. – Хмельницький, 2011. – 20 с.

2. Дилигенский Н. В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология / Н. В. Дилигенский, Л. Г. Дымова, П. В. Севастьянов. – М. : Машиностроение-1, 2004. – 397 с.

3. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С. Д. Штовба. – М. : Горячая линия–Телеком, 2007. – 288 с.

4. Вентцель Е. С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. – 2-е изд., стер. – М. : Высшая школа, 2000. – 480 с.



## НАБЛИЖЕНЕ ОБЧИСЛЕННЯ ПОДВІЙНОГО ІНТЕГРАЛА ЗА ФОРМУЛОЮ МАЖОРАНТНОГО ТИПУ

Грипинська Н. В.<sup>1</sup>, Драч І. В.<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Хмельницький національний університет, вул. Інститутська, 11  
E-mail:<sup>1</sup>grypinska@gmail.com, <sup>2</sup>cogitare410@gmail.com

Розглянемо використання апарата неklasичних мажорант і діаграм Ньютона функцій, заданих таблично, для побудови чисельного методу обчислення подвійного інтеграла.

Припустимо, що треба обчислити інтеграл:

$$J = \iint_D f(x, y) \, dx dy,$$

де  $D = \{a \leq x \leq b, c \leq y \leq d\}$  і  $f(x, y) > 0$  для всіх  $(x, y) \in D$ .

Розі'ємо область  $D$  на два трикутники  $\Delta_1$  і  $\Delta_2$  відповідно з вершинами  $(a, c)$ ,  $(a, d)$ ,  $(b, c)$  та  $(a, d)$ ,  $(b, d)$ ,  $(b, c)$  (рис. 1).

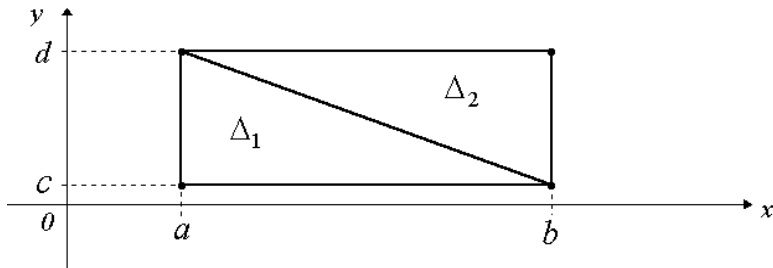


Рис. 1. Розбиття області  $D$  на два трикутники  $\Delta_1$  та  $\Delta_2$

Позначимо  $f(a, c) = A$ ,  $f(a, d) = B$ ,  $f(b, d) = C$ ,  $f(b, c) = D$ .

Тоді:

$$J = \iint_{\Delta_1} f(x, y) \, dx dy + \iint_{\Delta_2} f(x, y) \, dx dy.$$

Замінімо в області  $\Delta_1$  функцію  $f(x, y)$  мажорантою Ньютона  $M_{f_1}(x, y)$ , побудованою за значеннями функції  $f(x, y)$  в трьох точках  $(a, c)$ ,  $(a, d)$ ,  $(b, c)$ , а в області  $\Delta_2$  – мажорантою Ньютона

$M_{f_2}(x, y)$ , побудованою за значеннями функції  $f(x, y)$  в трьох точках  $(a, d)$ ,  $(b, d)$ ,  $(b, c)$ . Тоді, за формулою мажоранти Ньютона  $M_f(x, y)$  функції  $z = f(x, y)$ , заданої своїми значеннями в вершинах трикутника [1]^

$$M_f(x, y) = \left( |A|^{h_{32}(x, y)} |B|^{h_{13}(x, y)} |C|^{h_{21}(x, y)} \right)^{\frac{1}{h_{13}(a_2, b_2)}},$$

одержимо:

$$M_{f_1}(x, y) = \left( A^{\bar{h}_{32}(x, y)} B^{\bar{h}_{13}(x, y)} D^{\bar{h}_{21}(x, y)} \right)^{\frac{1}{\bar{h}_{13}(a, d)}},$$

де

$$\bar{h}_{32}(x, y) = \begin{vmatrix} x-b & y-c \\ a-b & d-c \end{vmatrix}, \quad \bar{h}_{13}(x, y) = \begin{vmatrix} x-a & y-c \\ b-a & 0 \end{vmatrix},$$

$$\bar{h}_{21}(x, y) = \begin{vmatrix} x-a & y-d \\ 0 & c-d \end{vmatrix}, \quad \bar{h}_{13}(a, d) = \begin{vmatrix} 0 & d-c \\ b-a & 0 \end{vmatrix};$$

$$M_{f_2}(x, y) = \left( B^{\tilde{h}_{32}(x, y)} C^{\tilde{h}_{13}(x, y)} D^{\tilde{h}_{21}(x, y)} \right)^{\frac{1}{\tilde{h}_{13}(b, d)}},$$

де

$$\tilde{h}_{32}(x, y) = \begin{vmatrix} x-b & y-c \\ 0 & d-c \end{vmatrix}, \quad \tilde{h}_{13}(x, y) = \begin{vmatrix} x-a & y-d \\ b-a & c-d \end{vmatrix},$$

$$\tilde{h}_{21}(x, y) = \begin{vmatrix} x-b & y-d \\ a-b & 0 \end{vmatrix}, \quad \tilde{h}_{13}(b, d) = \begin{vmatrix} b-a & 0 \\ b-a & c-d \end{vmatrix}.$$

Обчислимо:

$$S_1 = \iint_{\Delta_1} M_{f_1}(x, y) dx dy \quad \text{і} \quad S_2 = \iint_{\Delta_2} M_{f_2}(x, y) dx dy.$$

Оскільки  $\bar{h}_{32}(x, y) = (x-b)(d-c) - (y-c)(a-b)$ ,  $\bar{h}_{13}(x, y) = (y-c)(a-b)$ ,  
 $\bar{h}_{21}(x, y) = (x-a)(c-d)$ ,  $\bar{h}_{13}(a, d) = (a-b)(d-c)$ .

і рівняння прямої, що проходить через точки  $(a, d)$  і  $(b, c)$ , має вигляд:

$$y = \frac{(x-a)(c-d)}{b-a} + d,$$

то

$$S_1 = \int_a^b \int_c^{(x)} A^{a-b} \frac{x-b}{d-c} \frac{y-c}{B^{d-c}} \frac{x-a}{D^{b-a}} dx dy,$$

де

$$(x) = \frac{(x-a)(c-d)}{b-a} + d.$$

Тому

$$S_1 = \int_a^b \int_c^{(x)} \left(\frac{A}{B}\right)^{\frac{y-c}{c-d}} (A^{x-b} D^{a-x}) \frac{1}{a-b} dx dy = \int_a^b (A^{x-b} D^{a-x}) \frac{1}{a-b} \left( \int_c^{(x)} \left(\frac{A}{B}\right)^{\frac{y-c}{c-d}} dy \right) dx.$$

Оскільки при  $A \neq B$

$$\begin{aligned} \int_c^{(x)} \left(\frac{A}{B}\right)^{\frac{y-c}{c-d}} dy &= \left(\frac{A}{B}\right)^{\frac{c}{d-c}} \int_c^{(x)} \left(\frac{A}{B}\right)^{\frac{1}{c-d}} dy = \left(\frac{A}{B}\right)^{\frac{c}{d-c}} \frac{1}{\ln A - \ln B} \left(\frac{A}{B}\right)^{\frac{y}{c-d}} \Big|_c^{(x)} \\ &= \left(\frac{A}{B}\right)^{\frac{c}{d-c}} \frac{c-d}{\ln A - \ln B} \left( \left(\frac{A}{B}\right)^{\frac{(x)}{c-d}} - \left(\frac{A}{B}\right)^{\frac{c}{c-d}} \right) = \frac{c-d}{\ln A - \ln B} \left( \left(\frac{A}{B}\right)^{\frac{x-b}{b-a}} - 1 \right), \end{aligned}$$

то при  $A \neq D$  і  $B \neq D$

$$S_1 = \frac{(b-a)(d-c)}{\ln A - \ln B} \left( \frac{A-D}{\ln A - \ln D} - \frac{B-D}{\ln B - \ln D} \right).$$

Обчислимо тепер  $S_2$ . Оскільки:

$$\begin{aligned} \tilde{h}_{32}(x, y) &= (x-b)(d-c), \quad \tilde{h}_{13}(x, y) = (x-a)(c-d) - (y-d)(b-a), \\ \tilde{h}_{21}(x, y) &= (y-d)(b-a), \quad \tilde{h}_{13}(b, d) = (b-a)(c-d), \end{aligned}$$

то

$$S_2 = \int_a^b \int_{(x)}^d \frac{x-b}{B^{a-b}} \frac{x-a}{C^{b-a}} \frac{y-d}{c-d} \frac{y-d}{D^{c-d}} dx dy =$$

$$= \int_a^b \int_{(x)}^d \left( \frac{D}{C} \right)^{\frac{y-d}{c-d}} \frac{1}{(B^{b-x} C^{x-a})^{b-a}} dx dy = \int_a^b (B^{b-x} C^{x-a})^{\frac{1}{b-a}} \left( \int_{(x)}^d \left( \frac{D}{C} \right)^{\frac{y-d}{c-d}} dy \right) dx$$

Оскільки при  $D \neq C$ , то при  $B \neq C$  і  $B \neq D$

$$S_2 = \frac{(b-a)(d-c)}{\ln C - \ln D} \left( \frac{B-C}{\ln B - \ln C} - \frac{B-D}{\ln B - \ln D} \right).$$

Тепер за наближене значення інтеграла  $J$  можемо прийняти суму  $S = S_1 + S_2$ . Тому при  $A \neq B$ ,  $A \neq D$ ,  $B \neq D$  і  $C \neq D$ ,  $C \neq B$

$$\iint_D f(x, y) dx dy \approx \frac{(b-a)(d-c)}{\ln f(a, c) - \ln f(a, d)} \left( \frac{f(a, c) - f(b, c)}{\ln f(a, c) - \ln f(b, c)} - \frac{f(a, d) - f(b, c)}{\ln f(a, d) - \ln f(b, c)} \right) +$$

$$+ \frac{(b-a)(d-c)}{\ln f(b, d) - \ln f(b, c)} \left( \frac{f(a, d) - f(b, d)}{\ln f(a, d) - \ln f(b, d)} - \frac{f(a, d) - f(b, c)}{\ln f(a, d) - \ln f(b, c)} \right).$$

Одержана формула називається **формулою мажорантного типу** для обчислення подвійних інтегралів.

При  $A = B$ ,  $A \neq D$ ,  $C \neq D$ ,  $C \neq B$ ,  $B \neq D$

$$\iint_D f(x, y) dx dy \approx \frac{(b-a)(d-c)}{\ln f(a, c) - \ln f(b, c)} \left( f(a, c) - \frac{f(a, c) - f(b, c)}{\ln f(a, c) - \ln f(b, c)} \right) +$$

$$+ \frac{(b-a)(d-c)}{\ln f(b, d) - \ln f(b, c)} \left( \frac{f(a, d) - f(b, d)}{\ln f(a, d) - \ln f(b, d)} - \frac{f(a, d) - f(b, c)}{\ln f(a, d) - \ln f(b, c)} \right).$$

При  $A \neq B$ ,  $A \neq D$ ,  $B \neq D$ ,  $C = D$ ,  $C \neq B$

$$\iint_D f(x, y) dx dy \approx \frac{(b-a)(d-c)}{\ln f(a, c) - \ln f(a, d)} \left( \frac{f(a, c) - f(b, c)}{\ln f(a, c) - \ln f(b, c)} - \frac{f(a, d) - f(b, c)}{\ln f(a, d) - \ln f(b, c)} \right) +$$

$$+ \frac{(b-a)(d-c)}{\ln f(b, d) - \ln f(a, d)} \left( f(a, d) - \frac{f(b, d) - f(a, d)}{\ln f(b, d) - \ln f(a, d)} \right).$$

При  $A = B$ ,  $A \neq D$ , і  $C = D$ ,  $C \neq B$ :

$$\iint_D f(x, y) \, dx dy \approx \frac{(b-a)(d-c)}{\ln f(a, c) - \ln f(b, c)} \left( f(a, c) - \frac{f(a, c) - f(b, c)}{\ln f(a, c) - \ln f(b, c)} \right) + \frac{(b-a)(d-c)}{\ln f(b, d) - \ln f(a, d)} \left( f(a, d) - \frac{f(b, d) - f(a, d)}{\ln f(b, d) - \ln f(a, d)} \right).$$

Якщо  $A = B = C = D$ , то

$$\iint_D f(x, y) \, dx dy = (b-a)(d-c) f(a, c).$$

Аналогічно як у випадку функції однієї змінної можна показати, що:

$$\lim_{\frac{f(b, d)}{f(a, d)} \rightarrow 1} \frac{f(a, d) - f(b, d)}{\ln f(a, d) - \ln f(b, d)} = f(b, d), \quad \lim_{\frac{f(b, c)}{f(a, d)} \rightarrow 1} \frac{f(a, d) - f(b, c)}{\ln f(a, d) - \ln f(b, c)} = f(b, c).$$

Для побудови складеної формули мажорантного типу наближеного обчислення подвійних інтегралів розіб'ємо область  $D$  на прямокутники

$$D_{ij} = \left\{ (x, y) / x_i \leq x \leq x_{i+1}, y_j \leq y \leq y_{j+1} \right\},$$

де  $x_i = a + ih_1$  ( $i = 0, 1, \dots, n$ ),  $y_j = c + jh_2$  ( $j = 0, 1, \dots, m$ ),

$h_1 = \frac{b-a}{n}$ ,  $h_2 = \frac{d-c}{m}$ . Тоді:

$$\iint_D f(x, y) \, dx dy = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} \iint_{D_{ij}} f(x, y) \, dx dy.$$

Позначимо  $f(x_i, y_j) = A_{ij}$  ( $i = 0, 1, \dots, n$ ;  $j = 0, 1, \dots, m$ ) і використаємо малу формулу мажорантного типу для наближеного обчислення подвійного інтеграла:

$$J_{ij} = \iint_{D_{ij}} f(x, y) \, dx dy.$$

Тоді будемо мати:

$$\iint_D f(x, y) dx dy \approx h_1 h_2 \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} \left( \frac{1}{\ln A_{ij} - \ln A_{i, j+1}} \times \left( \frac{A_{ij} - A_{i+1, j}}{\ln A_{ij} - \ln A_{i+1, j}} - \frac{A_{i, j+1} - A_{i+1, j}}{\ln A_{i, j+1} - \ln A_{i+1, j}} \right) + \frac{1}{\ln A_{i+1, j+1} - \ln A_{i+1, j}} \left( \frac{A_{i, j+1} - A_{i+1, j+1}}{\ln A_{i, j+1} - \ln A_{i+1, j+1}} - \frac{A_{i, j+1} - A_{i+1, j}}{\ln A_{i, j+1} - \ln A_{i+1, j}} \right) \right). \quad (1)$$

Одержану формулу назвемо *складеною формулою мажорантного типу* для наближеного обчислення подвійних інтегралів.

### Література

1. Грипинська Н. В. Апроксимація функцій за допомогою апарату мажорант Ньютона / Н. В. Грипинська, І. В. Драч // Наука и образование : сб. тр. VII Междунар. науч.-метод. конф. (Дубай, ОАЭ, 27 февр. – 6 марта 2015 г.). – Хмельницький : ХНУ, 2015. – С. 89–92.
2. Цегелик Г. Г. Апарат некласичних мажорант і діаграм Ньютона функцій, заданих таблично та його використання в чисельному аналізі / Г. Г. Цегелик // Обчислювальні методи і системи перетворення інформації : зб. пр. IV наук.-техн. конф. (Львів, 28–30 верес. 2016 р.). – Львів : ЛНУ, 2016. – С. 44–50.

## РОЛЬ ЭКСПЕРТОВ В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ: ГРАНИЦЫ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ЛОВУШКИ

Сокол А. Ф.

Израильская независимая Академия развития науки  
8489726, Беэр-Шева, ул. Вольфсон 26/7, тел. +9726655909  
E-mail: sokoladolf@yahoo.com

В любой, особенно клинической, больнице существует иерархия врачей в зависимости от стажа, опыта, занимаемой должности (интерн, ординатор, зав. отделением, доцент, профессор). Старшие по должности и по опыту врачи по существу выполняют функцию экспертов. В известном смысле функцию экспертов выполняют приглашаемые консультанты. Заключение экспертов в конечном итоге опре-

деляет решение всех диагностических, лечебных проблем, а также индивидуальный прогноз каждого больного.

Несомненно, опыт, знания, клиническая мудрость старших врачей (экспертов) в значительной степени обеспечивают качество медицинского обслуживания в каждом функциональном подразделении больницы. «Источником интуиции становится не только собственный опыт, но и чужой, переданный на словах» [1, с. 312].

Следует, однако, подчеркнуть, что врачи-эксперты со временем попадают в психологические ловушки, свойственные обычным людям. Эта ситуация прекрасно изложена в монографии лауреата Нобелевской премии, психолога Д. Канемана [1].

Причина заключается в том, что накопленные знания создают иллюзию умения, при длительном опыте возникают в некотором роде слепота и самоуверенность.

Экспоненциальный рост знаний в области медицины, их сложность и объем являются тормозом для использования в клинической практике. Как утверждает известный американский хирург, журналист и публицист А. Гаванде, «знания, когда-то давшие нам свободу, превратились в наше бремя» [2, с. 19]. Компьютерные программы не поспевают за темпом роста и усложнением медицины.

Абсолютная уверенность врача-эксперта в собственной работе определяется двумя родственными ощущениями: когнитивной легкостью и когерентностью.

**Когерентность** – свойство увязывать между собой события. Иногда эксперты ошибочно определяют взаимосвязь событий, ничего общего не имеющих. Формируется внешне логичный нарратив.

**Когнитивная легкость** возникает при следующих условиях: 1) повторении события; 2) четком отображении; 3) подготовленной мысли; 4) хорошем настроении. В этом случае проблема кажется знакомой, правильной, хорошей и легкой.

«Однако легкость и связность вовсе не означают **истинности** (курсив мой – А. С.) суждения, в которое мы верим. Ассоциативный механизм настроен таким образом, чтобы подавлять сомнения и выгаскивать на свет идеи и факты, совместимые с главенствующей в данный момент историей... . Наше сознание достигает высокой убежденности в чем-либо, часто игнорируя неизвестное» [1, с. 315].

Д. Канеман предупреждает, что не следует путать абсолютную уверенность в суждении с оценкой вероятности. В жизни предпочтительнее признаваться в некоторой неуверенности. Излишняя уверенность может быть ошибочной и квалифицируется как **иллюзия значимости**.

Иллюзия понимания прошлого опыта создает уверенность в возможности прогнозировать будущее. Специалист, знающий больше,

предсказывает несколько успешнее того, кто знает меньше. Но и на самого знающего эксперта нельзя полностью положиться.

Эксперты, в том числе врачи-эксперты, с большой неохотой отказываются признать собственные ошибки, находя для них разные оправдания. (сложность клинической ситуации, непредвиденность событий, редкость случая и т. д.). «Уверенность в собственной интуиции не является свидетельством ее значимости» [1, с. 315].

Существуют условия, которые в известной мере позволяют отделить опыт и профессионализм от иллюзии значимости [1]:

- 1) наличие достаточно постоянной ситуации, которая обеспечивает предсказуемость;
- 2) возможность изучения постоянства ситуации на основе длительной практики.

Врачи в повседневной практике встречаются со сложными проблемами, которые, однако, определяются внутренними закономерными ситуациями. Именно это обеспечивает правильную оценку, прогнозирование конкретного случая и выбор правильного решения. В ситуации, лишенной определенных закономерностей, нельзя полагаться на собственную интуицию.

Сложность экспертной оценки в клинической практике определяется в известной мере тем, что врачу не всегда удается получить обратную связь. Она нередко поступает с большим опозданием, или вообще не поступает. Между тем, способность специалиста развивать интуицию во многом зависит от скорости и качества обратной связи и возможности практиковаться.

В клинической практике исключительно важен краткосрочный и долгосрочный прогноз. К сожалению, даже очень опытные эксперты лучше справляются с краткосрочным прогнозом. В значительной степени это связано с наличием у человека двух Я: ощущающего и вспоминающего [1]. Не вдаваясь в детали, следует отметить, что решения принимает вспоминающее Я, которое, к сожалению, часто ошибается. «Непостоянство – неотъемлемое свойство нашего разума» [1, с. 503]. Предшествующий опыт и правильные прогнозы в прошлом в конкретной ситуации достаточно надежно обеспечивают лишь кратковременные изменения. Долгосрочные прогнозы даже высококвалифицированных экспертов всегда сомнительны. Иногда слепой случай приводит к тяжелым и непредсказуемым последствиям. В заключение приведу два высказывания Д. Канемана по обсуждаемой проблеме:

1. «Граница, которая отделила бы предсказуемое будущее от непредсказуемого, пока еще не установлена» [1, с. 290].
2. «Ошибки предвидения неизбежны, поскольку жизнь непредсказуема» [1, с. 289].



## **Литература**

1. Канеман Д. Думає медлено...Решай быстро / Д. Канеман ; пер. с англ. – М. : изд. АСТ, 2015. – 653 с.
2. Гаванде Атул. Чек-лист. Система предотвращения ошибок / А. Гаванде ; (пер. с англ.). – М. : изд. Альпина Паблишер, 2017. – 352 с.

## **СУЧАСНИЙ СТАН ЛІНГВО-СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ СЕМАНТИЧНОГО АНАЛІЗУ ТЕКСТІВ**

*Зембицька М. В.<sup>1</sup>, Горошко А. В.<sup>2</sup>*

*Хмельницький національний університет, e-mail: <sup>1</sup>zembitska@i.ua, <sup>2</sup>iftomm@ukr.net*

Квантитативні методи, зокрема вивчення статистичних властивостей текстів є предметом досліджень значної частини робіт з лінгвістики [1–8]. Так у роботах багатьох авторів описані результати апроксимації частоти зустрічальності слів відомими параметричними законами імовірнісних розподілів. Аналіз цих робіт показує, що на сьогодні не знайдено «загального» закону розподілу, який би «задовільно» описував частоти для різних слів у різноманітних текстах різними мовами. Головними причинами є індивідуальні прояви досліджуваних об'єктів.

Однією з найважливіших задач лінгво-статистичного аналізу є автоматична семантична кластеризація текстів. Найбільшого поширення набули методи, у яких тексти представляються у вигляді векторів у багатомірному просторі ознак. У найпростішому випадку кожна ознака відповідає наявності в тексті однієї з словоформ, які зустрічаються в тексті. При цьому компонента може дорівнювати нулю або одиниці, а у складніших випадках за кількістю випадків зустрічальності терміну в тексті формується вектор частот. Такі вектори можуть нормуватись. Слід зазначити, що алгоритми кластеризації оперують матрицями, тому через занадто велику розмірність простору ознак їх застосування проблематичне. Для зниження розмірності використовують відомі методи [9–12].

Для даних цілей перспективним видається ЕМ-алгоритм (Expectation Maximization). Цей алгоритм оперує імовірнісною моделлю відношення документа до відповідного кластеру. Базується на представленні реалізації багатомірної випадкової величини.

Для зниження розмірності може бути використаний метод головних компонент PCA (Principal Component Analysis). Тут простір змен-

шеної розмірності будується на власних векторах коваріаційної матриці, яка відповідає декільком найбільшим власним числам.

Отже, запропоновані методи і алгоритми принципово можуть використовуватись в задачах статистичної обробки текстів, зокрема англословних, але питання їх практичного застосування потребує ґрунтовних досліджень.

### Література

1. Régnier M. A. Unified Approach to Word Occurrence Probabilities / M. A. Régnier // *Discrete Applied Mathematics*, 2000. – Vol. 104, issue 1–3. – P. 259–280.
2. Blake C. A. Comparison of Document, Sentence, and Term Event Spaces / C. A. Blake // *Proceedings of the 21st International Conference on Computational Linguistics and the 44th annual meeting of the Association for Computational Linguistics*, 2006. – Pages: 601–608.
3. Rennie J. A Better Model for Term Frequencies / J. Rennie // 2005.
4. Zipf G. Human behaviour and the principle of least effort / G. Zipf // *An introduction to human ecology*, 1949. 1st edn., Addison Wesley.
5. Baeza-Yates R. Modern Information Retrieval / R. Baeza-Yates, B. Ribeiro-Neto // Addison Wesley, 1999.
6. Reinert G. Probabilistic and Statistical Properties of Words: An Overview / G. Reinert, S. Schbath, M. Waterman // *Journal of Computational Biology*, 2000. – Vol. 7, number 1/2. – Pp. 1–46.
7. Schbath S. An Overview on the Distribution of Word Counts in Markov Chains / S. Schbath // *Journal of Computational Biology*, 2000. – Vol. 7, number 1/2. – Pp. 193–201.
8. Gotoh Y. Statistical Language Modelling / Y. Gotoh, S. Renals // *Lecture Notes in Computer Science*, 2003. Springer. – Vol. 2705. – P. 78–105.
9. Régnier M. Rare events and conditional events on random strings / M. Régnier, A. Denise // *Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science*, 2004. – Vol. 6, n°2. – P. 191–214.
10. Church K. Poisson Mixtures / K. Church, W. Gale // *Journal of Natural Language Engineering*, 1995.
11. McCallum A. A Comparison of Event Models for Naive Bayes Text Classification / A. McCallum, K. Nigam // In *AAAI/ICML-98 Workshop on Learning for Text Categorization*, pp. 41–48. Technical Report WS-98-05. AAAI Press. 1998.
12. Горшко А. В. Застосування методу головних компонент для усиченої оцінки найменших квадратів під час розв'язання оберненої задачі ідентифікації ексцентриситетів ротора / А. В. Горшко // *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. – 2015. – № 6. – С. 49–53.

### ПРОБЛЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ И БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПЕРЕХОДЕ К «ИНДУСТРИИ 4.0»

*Чайковская М. П.<sup>1</sup>, Селиванов П. П.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова*

<sup>2</sup>*Одесская национальная академия связи имени А.С. Попова*

*E-mail: chmp@ukr.net*

Глобальной особенностью социально-экономического развития на современном этапе являются трансформационные процессы, связанные с переходом к экономике нового типа – информационной экономике, расширение и проникновение во все сферы экономики информационно-коммуникационных технологий.

Однако сегодня происходит не только усложнение и технологизация производственных, экономических и социальных процессов, широкое развитие телекоммуникационных технологий, но и переход к новому витку промышленной революции, характеризующийся не просто тесной интеграцией производства и сетевых коммуникаций, но и реализацией киберфизического подхода к управлению на основе принципов социетальности систем [1, с. 102].

Такой киберфизический подход к управлению цепочкой создания стоимости на протяжении всего жизненного цикла продукта и услуги получил название «Индустрия 4.0» [2]. Возникнув изначально как проект государственной Hi-Tech-стратегии (High Tech Strategy 2020 Action Plan) Германии, признанного мирового лидера в области обрабатывающей промышленности, производства оборудования и машиностроения, концепция «Индустрии 4.0» ставила достаточно локальные цели – полная виртуализация (Smart Manufacturing) промышленности немецких предприятия к 2030 г.

Американская трактовка умного производства (Smart Manufacturing) не ограничивается промышленностью и значительно расширяет сферу применимости в направлении реализации стратегии CRM (Customer Relationship Management), ориентации услуги [3, с. 44].

«Индустрия 4.0» сегодня является инновационной бизнес-моделью организации и управления в сфере производства и услуг, ба-

зирующийся на концепции и технологической платформе Интернета вещей и услуг/всеобъемлющего Интернету (Internet of Things and Services/Internet of Everything, IoE), на основе горизонтальной и вертикальной интеграции, функциональной совместимости, децентрализации, модульности, гибкости и адаптивности.

Глобальный рынок услуг, соответствующих требованиям «Индустрии 4.0», в настоящее время оценивается в \$773 млрд. За прогнозами до 2020 года в мире на модификацию индустриально-промышленного комплекса будет инвестировано более \$900 млрд [4].

В качестве основных элементов «Индустрии 4.0» выделяют: искусственный интеллект и робототехнику, 3D-моделирование и печать, интеллектуальный анализ данных и машинное обучение, интернет вещей и услуг, всеобъемлющий Интернет, виртуальную и дополненную реальность, блокчейн, облачные технологии, big data [5].

Технологической основой «Индустрии 4.0», позволяющей хранить и обрабатывать большие и сверхбольшие объемы данных, реализовывать методы интеллектуального анализа данных, обеспечивать эффективный доступ к информации в режиме реального времени из разных точек, являются глобальные облачные технологии.

К преимуществам облачных технологий хранения и обработки информации относятся: стоимость, скорость, гибкость емкости, масштабируемость, производительность, надежность.

Однако развитие киберфизических самонастраиваемых децентрализованных систем требует серьезных усилий по решению критичных проблем: стандартизации, совместимости и безопасности.

Облачные хранилища уязвимы не только для внешних угроз, но и требуют обеспечения конфиденциальности во внутренней физической инфраструктуре. Согласно Cloud Security Alliance [6], основными угрозами в облаке являются: уязвимые интерфейсы, потеря и утечка данных, сбои физической инфраструктуры (на которые приходилось 29 %, 25 % и 10 % всех сбоев в облачной безопасности, соответственно).

Для снижения уязвимости интерфейсов рекомендуется использование «адаптивного подхода» к безопасности. В данном подходе правила доступа настраиваются динамически на основе машинного обучения, статистических моделей, формирования и анализа «хороших» и «плохих» сценариев доступа, а также масштабируемого управления идентификацией пользователей.

Многофакторная аутентификация и многоуровневое шифрование на основе выработки надежных требований к паролям, постоянного автоматического вращения криптографических ключей, паролей и сертификатов позволяет снизить уровень угроз второго типа.

В случае сбоя физической инфраструктуры положительный эффект демонстрирует практика избыточности (эффективная фрагментация данных и географическое распределение копий) [7, с. 112–114].

Эффективное и адекватное управление киберзащитой должно базироваться на обязательных или рекомендуемых к выполнению документах, в которых определены требования и подходы к оценке уровня киберзащиты субъектов экономики, т.е. стандартах [8, с. 10].

Однако если проблемам безопасности уделяется большое внимание, как на методологическом, так и практическом уровне, то роль стандартов, несмотря на их активное развитие, остается недооцененной и требует комплексного подхода [9, с. 105], гармонизации отечественных стандартов и международных [10].

К проблемам стандартизации при интеграции киберфизических систем следует относить не только сложности совместимости разнородного программного обеспечения, данных и технологических платформ (хотя это крайне важный вопрос исторически лоскутного пути автоматизации украинских предприятий), не только разнородность технической стандартизации в разных странах (основы международной электронной торговли и интеграции Украины в ЕС).

Стандартизация должна рассматриваться как стратегический приоритет цифровой политики, одна из главных движущих сил трансформации, условие обеспечения цифровой национальной безопасности, улучшения инфраструктуры и правового урегулирования сложных сетевых вопросов (в том числе патентных).

Не случайно лидер практической реализации модели «Индустрии 4.0» США исключительное значение придают стандартизации в области информационных технологий, как ключевому элементу достижения мирового первенства. Национальная стратегия стандартизации США, которая ставила перед собой целью производство и продвижение американских стандартов в ключевых отраслях-носителях передовых технологий, включая индустрию безопасности. Так Microsoft разработала модель стандартизации угроз безопасности (STRIDE – решительный шаг), охватывающую основные категории угроз для выявления их природы и осуществления выбора правильного метода.

Сегодня монополия США в области стандартизации цифровых технологий и программного обеспечения уже осознается как серьезная проблема рядом европейских государств, призывающих сформировать единые стандарты телекоммуникационной и цифровой индустрии, развивать соответствующую инфраструктуру взаимодействия.

Стандартизация является основой цифровизации, одним из главных факторов ее успешной реализации, подчеркнута в концепции

развития цифровой экономики и общества Украины на 2018–2020 г. [11]. Приоритетом должна стать разработка единых стандартов регламентов информационного взаимодействия участников «Индустрии 4.0».

Только наличие единых международных стандартов даст возможность использования и взаимозаменяемости отдельных компонент киберфизических систем, реализации динамичного, адаптивного всеобъемлющего подхода к обеспечению совместимости и безопасности при переходе к модели «Индустрия 4.0».

### Литература

1. Chaikovska M. Cechy spoleczne ksztaltujace ecosystem IT w Ukrainie / M. Chaikovska // Innovations in science, society, economis : monograph (Poland) Scientific editing Zbigniew Malara, Jan Skonieczny. – Wrocław, Wrocław Polytechnic Institute, 2018. Pg. 97–105.

2. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution / K. Schwab, Foreign Affairs. December 12, 2015 URL: <https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution> (дата доступа: 15.10.2018).

3. Zhavoronkova G. Information as a strategic resource for protection of technological security / G. Zhavoronkova, V. Zhavoronkov, V. Klymenko // Industry 4. International scientific journal. – 2017. – № 1. – P. 43–46.

4. Industry 4.0: Building the digital enterprise. URL: <http://www.pwc.com/ee/et/publications/pub/Industry%204.0.pdf>

5. Davies R Industry 4.0. Digitalisation for productivity and growth, Briefing for the European Parliament (PE 568.337) September 2015. European Parliamentary Research Service.

6. Top Threats Working Group. The Treacherous 12. Cloud Computing Top Threats. CSA, 2018. 35 p. URL: [https://downloads.cloudsecurityalliance.org/assets/research/top-threats/Treacherous-12\\_Cloud-Computing\\_Top-Threats.pdf](https://downloads.cloudsecurityalliance.org/assets/research/top-threats/Treacherous-12_Cloud-Computing_Top-Threats.pdf)

7. Chaikovska M. Secure and efficient cloud computing environment / M. Chaikovska, O. Chaykovskyy // International Scientific Journal INDUSTRY 4.0, ISSUE 3/2018. – Bulgaria : STUME, 2018. – Pg. 112–115.

8. Бакова І. В. Стандартизація та комплексний підхід до забезпечення кіберзахисту підприємств / І. В. Бакова, П. П. Селіванов // Економічний вісник університету : зб. наук. пр. – Переяслав-Хмельницький : ПХ ДПУ ім. Г. Сковороди, 2016. – Вип. 29/2. – С. 7–14.

9. Метрологія, стандартизація, сертифікація та управління якістю в системах зв'язку / Л. В. Коломієць, П. П. Воробієнко, М. П. Козаченко [и др.]. – Одеса : ТОВ ВМВ, 2009. – 376 с.

10. Про стандартизацію [Електронний ресурс] : закон України від 11 лют. 2014 р. № 1315. – URL: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1315-18> (дата звернення: 20.11.2018).

11. Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації [Електронний ресурс] : розпорядж. КМУ від 17 січ. 2018 р. № 67-р. – URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80> (дата звернення: 21.11.2018).

## **НАУЧИТЬСЯ УПРАВЛЯТЬ ИННОВАЦИОННИМИ ПРОЦЕССАМИ**

*Костін Ю. Д.*

*Харківський національний університет радіоелектроніки  
Україна, 61166, Харків, просп. Науки, 14, email: nsipatova@gmail.com*

В системе инновационного менеджмента используются принципы общефирменного управления инновационными процессами и программно-целевого управления инновационными проектами и программами, что объективно предопределено структурой этой системы, состоящей из двух подсистем: управления внедрением инновационных продуктов в сфере деятельности функциональных подсистем менеджмента деловой организации и управления особо значимыми проектами и программами.

К общефирменным принципам как правилам убавления инновационными процессами относятся [1, 2]:

- всемерное поощрение и стимулирование новаторства, творчества, появления новых идей и рациональных предложений, улучшающих производственную и управленческую деятельность;
- ориентация на создание инновационных ресурсов в виде специальных исследовательских мощностей и профессионально подготовленных специалистов, способных и мотивированных к созданию и коммерциализации новшеств;
- развитие внешних кооперационных связей в области НИОКР с целью ускорения их проведения;
- постоянная ориентация деятельности на ускоренное внедрение новшеств путем сокращения инновационного цикла;
- использование кооперации для осуществления НИОКР в интересах объединения финансовых средств организаций и сокращения сроков их выполнения;
- ориентация на диверсификацию производственной деятельности с целью выхода на новые рынки с новыми товарами и услугами;
- постоянное наращивание научно-технического потенциала посредством увеличения затрат на НИОКР и удельной численности со-

трудников в этой сфере деятельности в общей численности персонала предприятий;

- использование целевых инвестиций для осуществления инновационных задач и изыскание способов их привлечения из внешних источников;

- использование льгот, предоставляемых государственной системой поддержки малого предпринимательства в научно-технической сфере;

- создание региональных и международных стратегических альянсов для ускоренного решения инновационных задач и сокращения затрат на их реализацию;

- формирование и постоянное пополнение портфеля стратегий, направленных на интенсивное инновационное развитие предприятия;

- применение специальных программно-целевых организационно-экономических механизмов управления ходом осуществления инновационных программ и проектов;

- программирование мероприятий, необходимых для реализации инноваций в оптимальные сроки в соответствии с ситуационными потребностями рынка;

- придание особого значения процессу социализации персонала деловой организации на основе общефирменных целей и ценностей как первостепенной важности условию успешного инновационного развития.

Наряду с общефирменными принципами специального управления инновационной деятельностью широко применяются правила. Используемые в общей системе менеджмента деловых организаций и имеющие непосредственное отношение к этому процессу. К ним относятся:

- ориентация на запросы потребителей, обязывающая деловые организации изучать и формировать спрос на инновационные товары и удовлетворять его на благоприятных для покупателя условиях;

- стремление к нововведениям в различных сферах производственно-хозяйственной деятельности. Этот принцип указывает на необходимость постоянно развивать формы и методы работы, адаптируясь к динамично изменяющейся рыночной ситуации;

- копирование лидеров, так как использование положительного опыта способствует повышению эффективности деятельности;

- пробуждать энтузиазм у работников, потому что их инициативность является важнейшим фактором инновационных преобразований;

- развивать деловые способности персонала, так как высокий профессионализм является непременным условием лидерства организации и ее работников;

- ориентация деятельности на то, что может привести к успеху. В инновационной деятельности очень важное значение имеет



использование ранее накопленного опыта и знаний, которые особенно нужны не только для поиска идей и создания новшеств, но и для продвижения их на рынок;

– неукоснительное соблюдение общечеловеческих ценностей. Это условие должно действовать на всех этапах жизненного цикла инноваций, включая процессы поиска идей, формирования качества инновационных продуктов, экологии, защиты прав интеллектуальной собственности, коммерциализации товаров;

– привлечение к работе в деловых организациях специалистов высочайшего уровня. Это направление деятельности обеспечивает лидерские позиции, способствует формированию «мозгового центра» в фирмах, активизации поиска идей новшеств и их материализации;

– сильная вера в индивидуализм. Это формирует позиции руководства фирм к своим работникам, вселяет в них уверенность, что любые инновационные задачи выполнимы;

– культивировать высокие стандарты деятельности.

Это правило обязывает персонал фирм с высочайшей ответственностью выполнять функциональные обязанности, относится к клиентам и партнерам, постоянно улучшать процесс их реализации;

– создавать систему продолжительного обучения работников.

Такой подход способствует повышению квалификации персонала, особенно если он осуществляется в фирменных центрах с учетом специфики собственной производственной и маркетинговой деятельности;

– институализация нововведений как принцип обязывает фирмы постоянно анализировать состояние управленческих и производственных подсистем на предмет их соответствия изменяющимся внешним и внутренним условиям хозяйствования и приспосабливаться к ним;

– использовать «систему пожизненного найма персонала» как фактор накопления технологического и управленческого опыта, сохранения и преумножения фирменных конкурентных преимуществ;

– формирование «корпоративного духа» для превращения фирмы в единую, успешно функционирующую команду единомышленников;

– ориентация деятельности на осуществление приоритетных задач и программ. Это правило указывает на необходимость концентрации ресурсов фирмы на задачах, имеющих стратегическое значение для долгосрочного успеха.

**Выводы.** Приведены некоторые принципы (правила) управления инновационными процессами в деловых организациях. В инновационной деятельности очень важное значение имеет использование ранее накопленного опыта и знаний. Которые особенно нужны не только для поиска идей и создания новшеств, Но и для продвижения их на рынок.

## Литература

1. Янчевский В. Г. Инновационный менеджмент: понятия и категории / В. Г. Янчевский. – Минск : Тетралит, 2014. – 144 с.
2. Аакер Д. Стратегическое рыночное управление / Д. Аакер ; пер. с англ. ; под ред. С. Г. Бошук. – СПб. : Питер, 2011. – 496 с.

## GLOBALIZATION PROCESSES: CHALLENGES FOR UKRAINE

*Sheiko I.<sup>1</sup>, Petrova R.<sup>2</sup>*

*Kharkiv National University of Radioelectronics, Kharkiv  
E-mail: <sup>1</sup>irina.sheiko@nure.ua, <sup>2</sup>roksana.petrova@nure.ua*

The processes of globalization – the growing interdependence of citizens and states in the modern world, have become a challenge for most national states, despite their geographical location or the level of political, economic and cultural development. Global integration has significant benefits: international division of labor, the scale effects and the rapid spread of innovations in different countries.

Ukraine can hope to take its proper place in global integration processes, while at the same time gaining significant advantages, namely: using the latest achievements of scientific and technological progress, participating in the world division of labor on the basis of self-analysis and creating a favorable legal and infrastructural environment; increase of tourist flow; increase in volumes of direct and portfolio foreign investment. However, the realities of globalization make each state clearly defined with its geopolitical choices.

For assessing the level of globalization, existing ratings are used, each of which is based on its own system of indicators. Now the most cited is the KOF index, covering the period from 1970 to 2015, with the calculation of 42 parameters for 209 countries (version 2018) [1]. The KOF Globalization Index determines the economic, social and political dimensions of globalization. Economic globalization reflects flows of goods, services, capital and information. In economic globalization separate trade and financial components are singled out. Social globalization (informational, cultural and interpersonal components) contains the dissemination of thoughts, information, ideas, impressions. Political globalization is characterized by the spread of government policy to other countries, the creation of supranational authorities. Calculation of the Globalization Index (KOF) It

is the most widespread and cited among all the globalization indices. The calculation is made for 200 countries in the period from 1970 to 2015 [1].

In addition to the division into economic, social and political components, there is also a division into action indicators (de facto) and policy indicators (de jure). Thus, the actions characterize the intensity of actual flows that symbolize globalization (export/import, international investment, migration and tourism, information exchange), policy indicators assess the working capacity of instruments and mechanisms of globalization: legislation, taxation of export / import income, trade restrictions [1].

As for the position of Ukraine in terms of individual components of the globalization index, economic globalization has left the country only 89th in the world. However, in terms of de facto economic globalization, Ukraine ranks 26th, ahead of Germany, Poland, the Czech Republic, Slovakia and Lithuania. However, in terms of de jure, the country was only 120th place, which determined the low rating. Thus, the lack of mechanisms for promoting economic globalization at the legislative, institutional level creates barriers for real economic globalization processes that are reflected in the volume of international trade, investment [2].

In terms of social globalization, Ukraine was on the 97th place in the world (the de facto indicator is 78th, de jure – 102th in the ranking) [2]. Here, the lack of mechanisms for promoting information, interpersonal and cultural globalization (de jure globalization), along with the low level of real processes of globalization in society (communication, business communication and business relations, international tourism and migration) hinder the growth of globalization processes in the country's social sphere. Regarding political globalization, Ukraine occupies the 30th position in the world (37th place de facto and 25 de jure position) [2].

If we analyze the dynamics of the globalization index of Ukraine, it is noticeable that de-jure indicators are greater than de facto ones. The institutional mechanism for promoting globalization is created, but it is not really involved in processes of economic, social and political nature. However, the index of globalization of Ukraine prevails on the average world level. But if compared with the countries of Europe and Central Asia, then the index of Ukraine is somewhat inferior to the average European, but the tendency of development gives hope that in the future the level of globalization of the country will reach it. If we compare the index of globalization of Ukraine and Poland (located at the 31st position in the ranking), then the dynamics of the change in the index of globalization of the two countries is similar – the graphs are almost parallel, but the indicators of Poland are somewhat better, which has the expression in a larger overall score.

Integration into European and world economic, informational and social space allows to activate the flow of goods and services, investments, information, interpersonal communication. One of the indicators of globalization is an increase in the share of exports and imports of goods in the structure of GDP of the country. According to the data of the NBU [2] and the State Statistics Service of Ukraine [1], the volume of exports in 2017 increased by 18 % compared with 2016. Main exports: food products (share in exports increased from 13 % in 2005 to 44 % in 2017), metal production (by contrast, the share decreased from 42 % in 2005 to 25 % in 2017). The share of machine building decreased for the analyzed period from 13 % to 7 %. The volume of imports in 2017 increased by 26 % compared to the previous year. Machinery, equipment and transport vehicles (30 %), mineral products (25.6 %), chemical industry products (20.5 %) have the largest share in the structure of imports in 2017. It is positive that one third of the imports relate to equipment: the use of energy-efficient advanced equipment will improve the quality of products, which means it strengthens its competitiveness.

Among the sectors most promising for further development and increase in exports, we can highlight the information technology sector. The IT service export revenue balance is steadily increasing. According to the National Bank of Ukraine report, in 2017 he brought the state budget 2.25 billion dollars. In 2016 Ukraine exported to other countries IT-services for a total of \$ 3.2 billion. At the same time, Poland's revenues from similar exports amounted to 16.3 billion dollars, and the undisputed leader in the ranking was the United States with a profit of 177.8 billion dollars. [3].

Thus, the processes of globalization and integration, in which Ukraine plays an increasingly important role, can both intensify the spread of the newest technologies and create a basis for attracting domestic enterprises, firms, research organizations and universities to international projects and grants.

### **References**

1. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Statystychna informat-siia. [Elektroni resurs] URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>
2. Zovnishnia torhivlia Ukrainy. Statystyka. [Elektroni resurs] URL: [https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?showHidden=1&art\\_id=65613&cat\\_id=44446](https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?showHidden=1&art_id=65613&cat_id=44446)
3. Ukraina na svitovomu IT-rynku:10 naitsikavishykh faktiv [Elektroni resurs] URL: <https://biz.nv.ua/ukr/economics/ukrajina-na-svitovomu-rynku-it-top-10-najtsikavishih-faktiv-infografika-2353974.html>
4. Gygli, S., Haelg F. Sturm J. (2018): The KOF Globalisation Index – Revisited, KOF Working Paper, No. 439.
5. KOF Index of Globalization. – URL: <http://globalization.kof.ethz.ch>

## **CHALLENGES OF DIGITALIZATION FOR UKRAINIAN INDUSTRIAL ENTERPRISES**

*Sheiko I.<sup>1</sup>, Storozhenko O.<sup>2</sup>*

*Kharkiv National University of Radioelectronics, Kharkiv*

*E-mail: <sup>1</sup>irina.sheiko@nure.ua, <sup>2</sup>oleksandra.storozhenko@nure.ua*

The development of the digital economy and society of Ukraine is a crucial factor for the success of not only all reforms, but also Ukrainian business on the world stage. Ukraine is an important player in the global digital market, but unfortunately, solely as an exporter of IT services and brains. High developed traditional sectors can be a good basis for providing elements of digitalization. For Ukraine, machine building is one of the most priority and export-oriented industries, where it already has world recognition.

Industry 4.0 or Manufacturing IoT systems connect the components of a production process in a factory. Their purpose is to enable “smart manufacturing”. In smart factories, cyber-physical systems monitor physical processes and make decentralized decisions. Via their IoT connection, these cyber-physical systems can communicate and cooperate with each other and with humans in real time. Connected devices include manufacturing equipment and robots.

The concept of i4.0 is based on linkage of virtual and physical parts of business processes along a supply chain. The virtualization is gained by Internet of Things (IoT), Internet of Services (IoS) and Internet of people (IoP). There are 3 main pillars (technology, management, social aspect) that that have to be well established similarly in both a company and a country. I4.0 is not solely based on automation. It can go hand in hand with lean and help to achieve additional benefits where traditionally low investments measures of lean cannot enable further process performance improvements [2].

Industry 4.0 readiness is considerably greater in western and northern Europe than in other parts of Europe. As the founder of the movement, Germany scores particularly high. Combining readiness with the importance of the manufacturing sector reveals four types of European markets (table 1) [2].

We have analyzed the objectives and main results of industrial policies at Belgium, Czech Republic and Poland.

The Belgian federal system is highly decentralised in policy making, in particular regarding competences for innovation and industrial policies. The successive state reforms aimed at a devolution of most of these competences to the regions as main policy level, avoiding hierarchy. As result the federal and regional governments have complementary com-

petences and act as direct interlocutor with the EU on those competences. ‘Digital Belgium’ is an initiative of the Belgian Federal Government, launched in April 2015, to boost the digital economy and expand prospects for growth and jobs. There is an important (generous) tax deduction mechanism for innovation (in 2016 the income deduction for patents was extended to software and other IP); also deduction for R&D wage-cost; investment allowances. The tax reform of 2017 will lower company revenue tax rates and increase deductions for investments [3].

Průmysl 4.0 (Industry 4.0) is a national initiative aiming to maintain and enhance the competitiveness of the Czech Republic in the wake of the Fourth Industrial Revolution. The goal is to prepare not only the industry but the whole society for the economic and societal changes related to the fourth industrial revolution. P40 has a wide focus on the creation of business and social environment, in which the Czech economy can reach its full potential. [1].

In Poland the Future Industry Platform was announced as part of the Responsible Development Plan (‘Morawiecki Plan’) by the Ministry of Finance and Development in 2016 [9]. Providing industrial financing over a 25-year period, the Morawiecki Plan pursues an agenda of reindustrialisation through new partnerships, export-oriented support measures and comprehensive regional development. With a total planned investment of €235 billion over the next 25 years, the Plan seeks to unleash the potential of the economy to achieve development that improves the quality of life in Poland [4].

As about reality of Ukrainian enterprises, our country has a strong positions at manufacturing industry, which could make them promising Industry 4.0 markets. However, these industries continue to focus on traditional manufacturing and are not ready for digitalization.

On January 17, 2018, the Cabinet of Ministers of Ukraine during its regular meeting the concept for the development of the digital economy and society of Ukraine for 2018–2020 was approved. According to the plan, within the next three years, the government will modernize digital infrastructure, promote the development of Internet technologies and provide incentives for high-tech projects. The roadmap aims to cover 80 percent of the Ukrainian territory with broadband Internet by 2021 and carry out the digitalization of such sectors as education, medicine, ecology, infrastructure and transport. Today, thanks to the digital economy, 22 % of world GDP is created, and in China – 30 % of its GDP (\$ 3.4 trillion) [6].

A case of successful digitalization of domestic machine-building enterprise is represented by state enterprise “FED” (Kharkiv) [7]. In 2011, the company launched a large-scale project on the implementation of an automated system for planning, accounting and analysis of Enterprise Re-

source Planning (ERP) business processes. And in 2013, FED launched a new project for the implementation of information technologies. Digital transformation of the business using the elements of Industry 4.0 helped the enterprise to increase the capacity of the equipment and improve delivery time. The first results of implementation were obtained during the year. Stability and reliability in terms management already then allowed the enterprise to guarantee the fulfillment of new orders from the world's leading aircraft manufacturers in the amount of more than hundreds of millions of dollars [7].

### **Referenses**

1. Czech Republic: “Průmysl 4.0” Digital Transformation Monitor. May, 17 URL:[https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM\\_Prmysl%2040\\_CZ%20v1.pdf](https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_Prmysl%2040_CZ%20v1.pdf)
2. Industry 4.0 in Europe. CBI. Ministry of Foreign Affairs URL: <https://www.cbi.eu/market-information/outsourcing-itobpo/industry-40/>
3. Jan Larosse. Analysis of National initiatives of Digitising of European Industry, October, 2017. URL: [https://ec.europa.eu/futurium/en/.../be\\_country\\_analysis.pdf](https://ec.europa.eu/futurium/en/.../be_country_analysis.pdf)
4. Poland: Initiative for Polish Industry 4.0 – The Future Industry Platform. Digital Transformation Monitor. February, 2018. URL: [https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM\\_Poland%20\\_vf.pdf](https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_Poland%20_vf.pdf)
5. Індустрія 4.0 в машинобудуванні: стан в Україні та перспективи розвитку. Аналітичний звіт. Асоціація підприємств промислової автоматизації України. URL: <https://industry4-0-ukraine.com.ua/2018/10/18/аналітичний-звіт-індустрія-4-0-в-машино/>
6. Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації : розпорядж. КМУ від 17 січ. 2018 р. № 67-р.
7. Система управління производством на предприятии ФЕД. IT-Enterprise.SmartFactory. URL: <https://industry4-0-ukraine.com.ua/smart-factory/>

## **ЭКОНОМИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

*Пономарев С. В.*

*Харківський національний університет радіоелектроніки  
61166, Харків, просп. Науки, 14, email: nsipatova@gmail.com*

Любому підприємству, установі, організації в процесі своєї діяльності приходиться постійно стикатися з більшими потоками інформації, економічної в тому числі. При цьому з мно-

жества потоков информации необходимо отобрать то, что соответствует поставленным целям. Качественная информация делает действия специалистов различных областей экономики целенаправленными и эффективными и здесь важнейшая роль принадлежит эффективному использованию современных информационных технологий (ИТ).

К задачам (ИТ) относятся: сбор данных или первичной информации; обработка данных и получение результатов информации; передача результатов информации пользователю для принятия на ее основе решений. В современных условиях (ИТ) имеют стратегическое значение для развития экономики страны. Это обусловлено следующими положениями [1;2]:

- позволяют активизировать и эффективно использовать информационные ресурсы предприятия, которые сегодня являются наиболее важным стратегическим фактором его развития;
- информационные процессы являются важными элементами других более сложных производственных процессов;
- играют в настоящее время ключевую роль также и в процессах получения и накопления новых знаний.

Современная информационная технология не может существовать отдельно от технической (компьютерной) среды, под которой понимают аппаратные (технические) средства, предназначенные для организации процесса переработки данных (информации, знаний), а также аппаратные (технические) средства, предназначенные для организации связи и передачи данных (информации, знаний).

С появлением компьютеров появилась возможность использовать информационные технологии. В связи с этим возникла необходимость в определении понятия существовавшей до этого момента традиционной технологии преобразования исходной информации в требуемую результатную. Таким образом, появилось понятие предметной технологии. Необходимо помнить, что предметная технология и информационная технология влияют друг на друга.

Под предметной технологией понимается последовательность технологических этапов по преобразованию первичной информации в результатную, независимую от использования средств вычислительной техники и информационной технологии.

Информационные технологии могут существенно отличаться в различных предметных областях и компьютерных средах, выделяют такие понятия как обеспечивающие и функциональные технологии.

Обеспечивающие информационные технологии – это технологии обработки информации, которые могут использоваться как инструментарий в различных предметных областях для решения различных



задач. Они могут базироваться на совершенно разных платформах. Это связано с наличием различных вычислительных и технологических сред.

Функциональная информационная технология это такая модификация обеспечивающих информационных технологий, при которой реализуется какая-либо из предметных технологий. Таким образом, функциональная информационная технология образует готовый программный продукт (или часть его), предназначенный для автоматизации задач в определенной предметной области и заданной технической среде.

Преобразование (модификация) обеспечивающей информационной технологии в функциональную может быть выполнена не только специалистом-разработчиком систем, но и самим пользователем. Это зависит от квалификации пользователя и от сложности необходимой модификации.

В зависимости от вида обрабатываемой информации, информационные технологии могут быть ориентированы на: обработку данных (например, системы управления базами данных, электронные таблицы, алгоритмические языки, системы программирования и т. д.; обработку текстовой информации (например, текстовые процессоры, гипертекстовые системы и т. д.); обработку графики (например, средства для работы с растровой графикой, средства для работы с векторной графикой); обработку анимации, видеоизображения, звука (инструментарий для создания мультимедийных приложений); обработку знаний (экспертные системы).

Технология обработки информации на компьютере может заключаться в заранее определенной последовательности операций и не требовать вмешательства пользователя в процесс обработки. В данном случае пользователем отсутствует и информация будет обрабатываться в пакетном режиме обработки. При этом экономические задачи, решаемые в пакетном режиме, характеризуются следующими свойствами: алгоритм решения задачи полностью формализован и процесс решения не требует вмешательства человека; имеется большой объем входных и выходных данных, значительная часть которых хранится на магнитных носителях; расчет выполняется для большинства записей входных файлов; требуется большое время для решения задачи, что обусловлено большими объемами данных; имеется жесткий регламент обработки информации т. е. задачи решаются с заданной периодичностью.

В том случае, если необходимо непосредственное взаимодействие пользователя с компьютером, при котором на каждое свое действие пользователь получает немедленные действия компьютера, используется диалоговый режим обработки информации. Диалоговый режим не является альтернативой пакетному, а его развитием. Если при-

менение пакетного режима позволяет уменьшить вмешательство пользователя в решения задачи, то диалоговый режим предполагает отсутствие закрепленной последовательности операций обработки данных (если она не обусловлена предметной технологией).

При внедрении современных (ИТ) организацию преследуются две взаимосвязанные цели: сокращение затрат в организации; увеличение отдачи, повышение производительности.

Это достигаются за счет использования естественной специфики, которая проявляется в следующих аспектах.

1. Повышение производительности труда. Она имеет отношение к скорости, стоимости и качеству выполнения рутинных задач. Для повышения производительности труда в организациях применяют компьютерные системы справочно-нормативной информации, документооборота корпоративных систем масштаба предприятия – позволяющие менеджерам и служащим осуществлять за короткое время те действия, на которые ещё несколько десятилетий назад требовались дни и недели.

2. Увеличение конкурентоспособности бизнеса. Это возможно например, путем фиксирования информации о еженедельных поставках и возврате продукции от каждого продавца. После этого программа определяет доход от каждого продавца, сравнивает полученный результат, группируя их по сегментам и т.д. После этого определяется оптимальный ассортимент продукции для каждого сегмента, что позволяет увеличить доход дистрибьюторов и розничной торговли.

3. Интегрирование финансовой информации. Когда руководитель пытается оценить работу компании, он может столкнуться с разными оценками менеджеров по одной и той же проблеме. Например, финансовый отдел предоставляет свой вариант отчета о доходах, а отдел продаж – свой. Остальные подразделения так же могут показывать свои варианты того, каков их вклад в бизнес. Единая система создает один окончательный вариант отчета, который не может никем оспариваться, поскольку все используют одну информационную систему.

4. Быстрое обслуживание заказов. В современных ИТ для предприятий заказ проживает всю свою жизнь – от момента появления и до той минуты, когда товар отгружается клиенту, а бухгалтерия выписывает ему счет. Имея информацию в одной системе, а не «размазанной» по множеству различных приложений, компании легче отслеживать заказ и координировать производство, складирование и отгрузку по всем подразделениям одновременно.

5. Стандартизация и ускорение процесса производства. Крупные производственные компании, особенно нацеленные на приобретения и слияния, часто обнаруживают, что многочисленные подразделения компании делают одно и то же, используя разные методы и

разные компьютерные системы. Современные (ИТ) основаны на стандартных методах автоматизации определенных шагов производственного процесса.

7. Оптимизация складских запасов. Современные ИТ способствуют тому, что производственный процесс протекает регламентировано (без сбоев), улучшается процесс исполнения заказа внутри компании. Компания теперь может запастись меньше сырья, необходимого для производства продукта, и хранить меньше готовой продукции на складах. Для того чтобы радикально улучшить всю цепочку поставок, может использоваться специальный модуль, который сегодня входит в стандартную конфигурацию большинства систем.

8. Стандартизация информации по персоналу. В компаниях с большим количеством различных бизнес-единиц отделы кадров часто не имеют единой унифицированной методики отслеживания рабочего времени персонала и работы с ним. Это положение может исправить системы масштаба предприятия с модулями по управлению персоналом.

Современная (ИТ) в экономике направлена на создание различных видов отчетов: регламентированных и специальных. Они могут иметь форму суммирующих, сравнительных и чрезвычайных отчетов. Формироваться регулярно и/или по запросу и т. д.

**Выводы.** Целью информационной технологии, используемой в экономике и управлении бизнесом, является удовлетворение информационных потребностей всех без исключения сотрудников фирмы, имеющих дело с принятием решений.

### **Литература**

1. Васюхин О. В. Информационный менеджмент / О. В. Васюхин, А. В. Варзунов. – СПб. : СПбГУ. ИТМО. 2010. – 234 с.
2. Старовойтова Т. Ф. Информационные системы в экономике : пособие. – Минск, 2017. – 128 с.

## **СТИМУЛИРОВАНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ КАК ЭЛЕМЕНТ МОТИВАЦИИ В СИСТЕМЕ МАРКЕТИНГОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ**

*Костин Д. Ю.*

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
61166, Харьков, просп. Науки, 14, email: nsipatova@gmail.com*

Мотивация – это комплекс факторов (причин), побуждающих человека к определенным действиям. Мотивы покупателей, совершающих покупку, имеют достаточно сложную структуру, сравнимую,

пожалуй, с часовым механизмом и нередко иррациональны. Мотивация покупателей исследуется с помощью следующих основных методов: функционального, динамичного, иррационального.

Функциональный метод предполагает выявление причины приобретения данной вещи с одновременным учетом всех факторов, влияющих на принятие решения о покупке.

С помощью динамичного метода устанавливают, как мотивация человека при совершении покупки изменяется с возрастом или в процессе общественного развития.

Использование метода фундаментального анализа позволяет выявить глубинные мотивы поведения покупателей, заложенные в подсознании и неизвестные им самим. Данное исследование приобретает особую значимость, если учесть, что большинство мотивов поведения покупателей – иррационально.

Исследователи распределяют покупательские мотивы на две группы – эмоциональные и рациональные [1].

К эмоциональным, в частности, относят чувство превосходства, желание отличиться от других, страх, имитацию и подражание, чувство комфорта, развлечение. Такой мотив, как потребность покупателей быть лучше, выше других, отражает слоган: «Carlsberg, пожалуй, лучшее легкое пиво в мире». Или возьмем чувство комфорта. Потребители всегда хотят приобрести что-то для облегчения их жизни, относясь к этому эмоционально: «Tefal – ты всегда думаешь о нас». Мотив – развлечение – означает желание освободиться от однообразия, монотонности жизни. Поэтому именно на этом аспекте акцентируют внимание потребителей туристические фирмы.

Рациональные мотивы – экономия и качество. Существуют различные способы убеждения покупателя в дешевизне товара. Например, ему постоянно напоминают, что, купив данный товар здесь, он экономит; устанавливается общая цена или общее число покупок, за которые выделяется приз и т.д. Убеждают в надежности, качестве внешний вид товара, демонстрация процесса его изготовления и составных частей. С этой же целью бесплатно раздаются образцы в специальных миниупаковках и др.

Приведем наиболее распространенные мотивы совершения покупок применительно к современным условиям.

Стремление к выгоде, часто финансовой. Люди хотят денег, чтобы чувствовать себя в безопасности. Речь, например, идет о приобретении акций, затратах на образование, инвестициях в бизнес.

Страх потерь, обычно финансовых. Для того, чтобы что-нибудь получить, мы трудились, и мы не хотим терять это. Страх потери

объясняет, почему мы покупаем сейфы и охранную сигнализацию, приобретаем сторожевых собак.

Комфорт и удобство. Покупатели расходуют деньги на то, чтобы сделать жизнь удобней, чтобы избежать хлопот. Стремление к комфорту и удобству объясняет, почему люди покупают стиральные машины или микроволновые печи.

Безопасность и защита. Данный мотив является главным при покупке страховых полисов, благодаря которым, даже если мы уйдем из жизни, близкие будут защищены. Мы защищаем то, что мы любим.

Гордость за собственность. Мы считаем, что вещи могут рассказать о нас вместо нас, и мы хотим быть уверены, что их рассказ будет правильным! По этой причине люди могут купить новый «Бентли».

Удовлетворение эмоций. Например, покупки открыток, подарков, обедов осуществляются в попытке получить чью-то любовь, восхищение, признание и прощение, или продемонстрировать собственную любовь и признание.

Удовлетворение Эго. Людям нравится хорошо выглядеть. Они покупают косметику, абонементы в тренажерные залы, услуги пластических хирургов и т.п.

Стимулирование сбыта (реализации, Р) в развитых странах широкое распространение получило да второй половине XX века.

Стимулирование сбыта (Р) является элементом маркетинговых коммуникаций, используется для относительно кратковременного воздействия на рынок.

По сравнению с рекламой стимулирование сбыт (Р) имеет важные преимущества: оно позволяет быстро и гибко воздействовать на спрос и поведение покупателя, который из потенциального становится реальным потребителем данного товара. Кроме того, если стимулирование сбыта (Р) отвечает ожиданиям, то оно внушает потребителю симпатию, вызывает интерес и формирует лояльность к данной марке при меньших, чем требует реклама, затратах.

Методы стимулирования сбыта (Р) могут быть «жесткими» и «мягкими». Первые включают, например, существенное понижение цен, продажу дополнительного количества товара по неизменной цене (три единицы товара по цене двух единиц). Вторые охватывают, в частности, игры, конкурсы среди покупателей.

Комплекс стимулирования охватывает методы стимулирования покупателей, торговых посредников, а, также продавцов. Цели и методы стимулирования сбыта (Р) различаются в зависимости от того, на кого они направлены.

Цели стимулирования потребителей: увеличить число покупателей и увеличить объемы покупок, сделанных одним покупателем.

Основные методы стимулирующего воздействия, направленные на покупателей – это: бесплатные образцы товаров, купоны, лотереи, премии за покупку отдельных товаров, упаковки по льготной цене, гарантии возвращения денег в определенных ситуациях, зачет стоимости подержанного товара при покупке нового.

Цели стимулирования торговых посредников: убеждение в целесообразности приобретения товара и включения его в свой ассортимент, побуждение розничного торговца к оптимальному размещению данного товара в торговом зале.

Основные методы стимулирующего воздействия, направленные на торговых посредников – это: скидки, связанные с внесением товара в каталог, обусловленные количеством приобретаемого товара и возмещением части расходов на рекламу; купоны; льготы в натуральном выражении (раздача образцов), конкурсы витрин с вручением победителю приза, операция «загадочный клиент». Суть операции состоит в том, что «лица, назначенные предприятием, инкогнито перемещаются от одной торговой точки к другой и вручают их владельцам ценные подарки при условии, что порядок и изобилие царят на полках магазинов, а рекламное обоснование необходимости покупки данного товара доведено до потребителя» [2 с. 255].

Цели стимулирования продавцов: добиться их заинтересованности в привлечении к покупке большего количества покупателей, а также в количестве и объеме покупок, сделанных одним покупателем; включение товара в ассортимент розничного торгового предприятия, побуждение розничного торговца к оптимальному размещению данного товара в торговом зале.

Основные методы стимулирующего воздействия, направленные на продавцов – это премирование за достижение хороших показателей работы и выполнение годовых показателей, экскурсии и турпоездки для лучших работников, дополнительный отпуск.

**Выводы.** В результате использования комплекса стимулирования покупателей, торговых посредников, продавцов формируется определенная психологическая готовность согласиться с коммерческим предложением благодаря специфической информации о предприятии-производителе (продавце) или его продукции и, в конечном счете, обеспечить объем продаж, доход предприятия.

### Литература

1. Черненко Н. В. Основы маркетинга: ответы на экзаменационные вопросы / Н. В. Черненко. – Минск, 2014. – 112 с.
2. Голубкова Е. Н. Маркетинговые коммуникации / Е. Н. Голубкова. – М., 2003. – 218 с.

## **ИНСТРУМЕНТАРИЙ МОДЕЛИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ**

*Пересада Е. В., Ефремова О. О.*

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
61166, Харьков, просп. Науки, 14, email: nsipatova@gmail.com*

Важнейшим инструментом для проведения реинжиниринга (перепроектирования) бизнес-процессов является моделирование. Для проведения анализа состояния организации необходимо иметь модель двух видов:

– «как есть (as is)», представляющая собой описание реального положения дел на предприятии (структура, протекающие бизнес-процессы, используемые технологии и т.д.). Такая модель позволяет понять, как функционирует предприятие и какие процессы в нем протекают, а также выявить ошибки и узкие места бизнес-процессов и сформулировать предложения по их реинжинирингу [1, с. 66–68; 2];

– «как должно быть (to be)» интегрирующая предложения руководства, сотрудников организации, экспертов и системных аналитиков и позволяющая сформулировать видение новых бизнес-процессов, оценить их эффективность и целесообразность реализации.

Для моделирования бизнес-процессов используется несколько различных методов. Наиболее распространенными являются:

1. Метод моделирования, используемый в технологии Rational Unified Process (Structured Analysis and Design Technique – SADT) и его более современная разновидность IDEF0 (Integrated Definition). Это классический метод процессного подхода к управлению. Основной принцип процессного подхода заключается в структурировании деятельности организации в соответствии с ее бизнес-процессами, а не организационно-штатной структурой. Результатом применения метода SADT (IDEF0) является модель, которая состоит из диаграмм, фрагментов текстов и глоссария имеющих ссылки друг на друга. Диаграммы – главные компоненты модели, все функции организации и интерфейсы на них представлены как блоки и стрелки (дуги) соответственно.

Работа (Activity) изображается прямоугольником. Стрелки сверху «Управление» (Control) – правила, стратегии, процедуры или стандарты, которыми руководствуется работа. Стрелки слева «Вход» (Input) – материал или информация, которые используются или преобразуются работой для получения результата (выхода). Стрелки справа «Выход» (Output) – материал или информация, которые производятся работой. Работа без результата не имеет смысла и не должна моделироваться.

Стрелки снизу «Механизм» (Mechanism) – ресурсы, которые выполняют работу, например персонал предприятия, станки, устройства.

В отличие от IDEF0 – диаграмм IDEF3 – диаграмма показывает процесс в динамике. Поэтому IDEF3 – диаграмма, кроме элемента «Работа», содержит элементы: Связь предшествования, Связь отношения – Поток объектов – Перекрестки – Перекресток слияния – Перекресток ветвления.

2. Диаграммы потоков данных (Data Flow Diagrams – DFD), представляющие собой иерархию функциональных процессов, связанных потоками данных. Цель такого представления – продемонстрировать, как каждый процесс преобразует свои входные данные в выходные, а также выявить отношения между этими процессами.

Основными компонентами диаграмм потоков данных являются:

– внешние сущности изображают входы в систему и/или выходы из нее;

– системы и подсистемы, а также процессы в DFD представляют собой функции системы, преобразующие входы в выходы. Накопители данных изображают объекты в покое. Потоки данных (стрелки) описывают движение объектов из одной части системы в другую.

Основное назначение систем моделирования бизнес-процессов связано с повышением эффективности работы организации, снижением стоимости выпускаемой продукции или предоставляемых услуг и улучшения системы управления. Этот класс программного обеспечения создавался с таким расчетом, чтобы можно было быстро определить слабые места процессов и подразделения компании, которые снижают общую эффективность работы.

В общем виде структура системы содержит программные компоненты для совместного моделирования бизнес-процессов, инструменты для создания и управления бизнес-правилами и модули, позволяющие создать инфраструктуру и интегрировать ее в действующий бизнес-процесс. Также структура системы включает в себя инструмент управления потоками работ (workflow) и репозиторий для выполнения и хранения моделей бизнес-процессов. Еще одним важным элементом структуры системы является модуль стоимостного анализа и представления отчетов, который позволяет пользователям осуществлять мониторинг бизнес-процессов.

3. Система ARIS (Architecture of Integrated Information System), представляющая собой комплекс средств анализа и моделирования деятельности предприятия. Инструментальная среда ARIS представляет некоторый подход к формализации информации о деятельности предприятия и представлению ее в виде графических моделей, удоб-



ных для понимания и анализа. Создаваемые при помощи данного средства модели отражают существующую ситуацию на предприятии с той или иной степенью приближенности. Степень детализации описания зависит от целей осуществляемого проекта. Построенные по данной методологии модели могут быть использованы для анализа и выработки различного рода решений (!) по реорганизации предприятия, внедрению информационной системы поддержки его деятельности.

**Выводы.** Наиболее известным программным продуктом, реализующим методы IDFO, IDF3, DFD, является пакет BPwin.

### **Литература**

1. Старовойтова Т. Ф. Информационные системы в экономике : пособие / Т. Ф. Старовойтова. – Минск : Амалфея. 2017. – С. 66–68.
2. Балдин К. В. Информационные системы в экономике / К. В. Балдин. – М. : Инфра. 2014. – 224 с.

## **РОЗВИТОК ІТ-ГАЛУЗИ В СИСТЕМІ СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ**

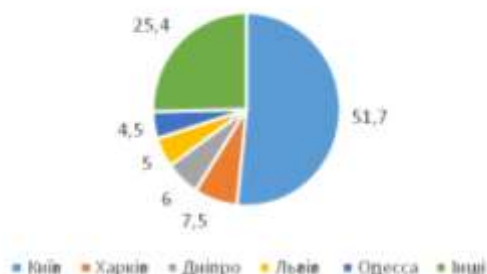
*Кириї В. В.*

*Харківський національний університет радіоелектроніки  
пр Науки, 14, e-mail:valentyna.kyriy@nure.ua*

Сучасний досвід діяльності підприємств у напрямку інтеграції до Європейського економічного простору стикається з низкою негараздів, які, в свою чергу мають коріння як в сучасному економічному становищі України, так і є наслідками, економічного становища, отриманого Україною за часів Радянського Союзу.

Розвиток регіонів в сучасному науковому і практичному розумінні заснований на можливості регіональної спеціалізації так, як її розуміють у Європейському Союзі, тобто смарт-спеціалізації. Критичний аналіз сучасного розуміння смарт-спеціалізації у працях українських дослідників та з боку державного представництва в Україні представлено у роботі Олени Снігової [1], де вона зазначає, що спроби реалізації смарт-стратегії в Україні мають як значні переваги, як то значний потенціал в розвитку окремих галузей науки та інновацій, так і значні перепони через некоректне розуміння смарт-реалізації, спроба її узгодити, прирівняти до традиційної галузевої спеціалізації регіонів.

Проте, розглядаючи стан харківського регіону на сучасному етапі слід зазначити, що значний внесок в його розвиток вносить так званий ІТ-сектор, який є другим в Україні після Київського (рис. 1).



**Рис. 1. Структура виробництва ІТ за регіонами України**

За дослідженням провідних консалтингових організацій нарощування обсягів виробництва та реалізації сектору значне, постійно зростає, а тим більше з огляду на загальну стагнацію виробництв [2]. Так в 2017 р. надходження до бюджету від підприємств галузі склали 4,1 млрд грн, а в 2018 р. прогнозується зростання цього показника на 30 %. Більшість працівників цієї галузі є самозайнятими особами та платниками податку на доходи фізичних осіб, що й характеризує структуру податків, що надходять до бюджетів різного рівня (табл. 1).

Таблиця 1

**Структура сплачених ІТ-компаніями податків, %**

Вид податку	2017 р.	2016 р.	2015 р.	2014 р.	2013 р.
ПДФО	47	42	41	36	29
Податок на прибуток	16	22	22	21	21
ПДВ	32	30	32	36	45
Інші податки	5	6	5	7	5

Розвиток благополуччя держави, регіону складається з благополуччя окремої особи. Розглядаючи ІТ галузь слід зазначити, що середній рівень забезпеченості та фінансової захищеності особи в галузі значно вищий за середній в Україні. Так, рівень заробітної плати в галузі перевищує в два та більше разів середній по Україні, майже 85% робітників є працівниками з вищою освітою, більшість з яких, в свою чергу, є профільними спеціалістами в галузі. І хоча не всі тенденції змін є позитивними (збільшується відсоток осіб, що не продовжили навчання після отримання освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр) загальний рівень попиту на спеціальності цієї галузі стабільно високий у роботодавців та продовжує зростати (табл. 2). Підготовку студентів в ІТ-галузі в Україні у 2017 р. здійснювали 150 ВНЗ. З них 147 готували

бакалаврів, 99 – магістрів, і 35 – навчали спеціалістів. Топ-15 закладів вищої освіти навчали 52,6 % бакалаврів, 53,3 % – магістрів і 87,2 % – спеціалістів.

Таблиця 2

**Характеристика освітніх тенденцій в галузі**

Рівень освіти	2018 р.	2017 р.	2016 р.	2015 р.
Бакалавр тис. осіб	16,1	16,6	16	11,4
Магістр, тис. осіб	6,1	4,7	3,1	3,1
Спеціаліст тис. осіб	0,8	5,7	5,6	6,5
Не продовжили навчання, тис. осіб	9,2	6	7,3	1,8

Слід зазначити, що розвиток ІТ-клубера є внутрішньою потребою підприємців, що й є однією з основ смарт-спеціалізації.

**Література**

1. Снігова О. Smart-спеціалізація та stupid-реалізація [Електронний ресурс] / О. Снігова // Дзеркало тижня 2018–04–29. – URL: [https://dt.ua/economics\\_of\\_regions/smart-specializaciya-ta-stupid-realizaciya-276489\\_.html](https://dt.ua/economics_of_regions/smart-specializaciya-ta-stupid-realizaciya-276489_.html)
2. Огляд ІТ-ринку праці [Електронний ресурс]. – Харків, 2017. – URL: <https://dou.ua/lenta/articles/it-market-kharkiv/>.
3. KHARKIV IT-RESEARCH [Electronic recourse]. – 2018. – URL: <http://it-kharkiv.com>

**ТАКТИЧНІ УМОВИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ  
ОГЛЯДУ МІСЦЯ ПОДІЇ ПРИ РОЗСЛІДУВАННІ  
КРАДІЖОК ІНДИВІДУАЛЬНОГО МАЙНА,  
ВЧИНЕНИХ У СІЛЬСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ**

*Місюра Н. М.*

*Національна академія внутрішніх справ України  
Київ, пл. Солом'янська, 1, e-mail: misnat@meta.ua*

Загальні положення тактики слідчого огляду включають у себе тактичні прийоми, способи та етапність огляду, а також принципи фіксації його результатів. Нами було виділено наступні тактичні умови, що спрямовані на ефективне проведення огляду місця події у провадженнях по крадіжкам індивідуального майна, вчинених у сільській місцевості, зокрема: збереження цілісності обстановки до початку огляду;

своєчасність та невідкладність його проведення; повнота, об'єктивність та послідовність огляду; керівна роль слідчого під час проведення огляду; обов'язкова участь не менше двох понятих; добровільна згода власника або ухвала слідчого судді на проведення огляду у житлі чи іншому володінні особи; застосування необхідних технічних засобів; своєчасне використання знань спеціаліста; проведення огляду виявлених об'єктів на місці проведення слідчої дії; використання у необхідних випадках службово-розшукової собаки.

Розглянемо детальніше зазначені умови для ефективного розслідування крадіжок індивідуального майна, вчинених у сільській місцевості.

**Збереження цілісності обстановки до початку огляду.** Це одна із основних вимог для проведення огляду, оскільки забезпечує збереження інформації, що міститься у матеріальних слідах. Із-за незнання важливості збереження обстановки вчинення злочину до приїзду слідчо-оперативної групи, потерпілий та інші особи, які з'явилися на місці вчинення злочину, шляхом затоптування знищують слідову картину злочину. Тому при отриманні повідомлення про вчинений злочин, оперативний черговий пояснює заявникові про необхідність здійснення охорони місця події. Після прибуття на місце події слідчий також діє по можливості збереження слідової картини, визначивши межі огляду та виставивши охорону.

**Своєчасність та невідкладність проведення огляду.** Вказана умова обумовлена змінністю зовнішнього світу і неможливістю точного відтворення тієї ж обстановки. Законодавством також врахована ця особливість, передбачивши ч. 3 ст. 214 КПК України, що огляд місця події у невідкладних випадках може бути проведений до внесення відомостей про кримінальне правопорушення до ЄРДР, яке здійснюється негайно після завершення огляду. Під невідкладними слід розуміти такі випадки, коли зволікання з оглядом може призвести до негативних наслідків для кримінального провадження – зникнення слідів кримінального правопорушення, об'єктів, які можуть стати згодом речовими доказами, зміни обстановки тощо [1, с. 604].

**Повнота, об'єктивність та послідовність огляду.** Повнота передбачає максимальне виявлення, фіксацію, вивчення та оцінку фактичних даних з урахуванням усіх можливих версій. Об'єктивність огляду означає, що висновки і судження слідчого не підлягають фіксації в протоколі огляду. Всі дії слідчого відображаються в протоколі огляду місця події у тій послідовності, в якій проводився сам огляд, та у тому вигляді, в якому виявлене спостерігалось на момент огляду.

У провадженнях по крадіжкам індивідуального майна, вчинених у сільській місцевості, місце вчинення злочину, на відміну від

крадіжок, вчинених у місті, нерідко має більшу за площею територію, на якій локалізуються сліди злочину (ділянки дороги, вулиці, подвір'я і т.п.). З метою ефективного проведення огляду витрачається велика кількість часу, тому необхідно дотримуватися як раціональної достатності, так і ретельності та повноти у вивченні інформації та її оформленні.

**Керівництво слідчо-оперативною групою на місці події здійснює слідчий.** Згідно з нормами кримінального процесуального законодавства огляд місця події здійснюється слідчим. Оперативні працівники мають право проводити огляд за письмовим дорученням слідчого (п. 3 ч. 2 ст. 40 КПК України). Під час виконання доручень слідчого співробітник оперативного підрозділу користується повноваженнями слідчого (ч. 2 ст. 41 КПК України). Слідчий визначає порядок проведення огляду, його вказівки мають бути спрямовані на забезпечення повноти, всебічності й об'єктивності огляду і є обов'язковими для всіх осіб, що присутні чи беруть участь у ньому.

**Обов'язкова участь не менше двох понятих** під час проведення огляду незалежно від застосування технічних засобів фіксування вказаної слідчої дії. Понятими не можуть бути потерпілий, родичі підозрюваного, обвинуваченого і потерпілого, працівники правоохоронних органів, а також особи, зацікавлені в результатах кримінального провадження (ч. 7 ст. 223 КПК України). Однією із важливих проблем у сільській місцевості є залучення понятих при огляді місця події. Це пов'язано із особливостями демографії населення, їхніми мікросоціальними зв'язками, малонаселеністю чи взагалі безлюдністю. У таких випадках необхідно ще до виїзду на місце події подбати про участь понятих у слідчій дії. Також слід залучати потерпілих до проведення огляду, оскільки вони зможуть допомогти у визначенні змін, внесених у обстановку в результаті вчинення крадіжки, кількісно-якісні характеристики викраденого майна, належність виявлених слідів на місці вчинення злочину до самої події.

**Добровільна згода особи, яка володіє житлом чи іншим володінням, або ухвала слідчого судді на проведення огляду** (ч. 1 ст. 233 КПК України). У законі не вказана, у якій формі має бути викладена добровільна згода особи, яка є володільцем житла. Уявляється, що така форма згоди має бути письмовою. Також можна зазначити про добровільну згоду особи у протоколі огляду, засвідчивши згоду підписом власника [1, с. 589].

**Своєчасне використання знань спеціаліста.** Ч. 3 ст. 237 КПК України зазначає, що «з метою одержання допомоги з питань, що потребують спеціальних знань, слідчий, прокурор для участі в огляді може запросити спеціалістів» [2]. Як спеціалісти в умовах сільської

місцевості можуть залучатися криміналіст, біолог, агроном, зоолог, ветеринар та ін.

**Застосування необхідних технічних засобів.** Одним з важливих умов ефективного розслідування являється застосування учасниками слідчо-оперативної групи належних засобів криміналістичної техніки. Це дозволить вирішувати задачі огляду місця події, та проводити попередні експрес-дослідження на цьому місці.

**Проведення огляду виявлених об'єктів на місці проведення слідчої дії.** Сліди злочину, інші речі та документи, виявлені при огляді, повинні бути негайно оглянуті на місці, про що зазначається в протоколі. Водночас законодавець зазначає, що у разі якщо огляд речей і документів на місці здійснити неможливо або їх огляд пов'язаний з ускладненнями, вони тимчасово опечатуються і зберігаються у такому вигляді доти, доки не буде здійснено їх остаточні огляд і опечатування (ч. 5 ст. 237 КПК України).

**Використання у необхідних випадках службово-розшукової собаки.** Перед початком детального огляду необхідно застосовувати службово-розшукову собаку для визначення шляху підходу та відходу злочинця, для його розшуку «за гарячими слідами», також для виявлення речей та інших предметів, що містять запахові сліди злочинця.

Отже, огляд місця події є однією із найскладніших і, водночас, найважливіших слідчих (розшукових) дій при розслідуванні крадіжок індивідуального майна, вчинених у сільській місцевості. Дотримання зазначених вище тактичних умов сприятиме ефективному проведенню огляду місця події, що у свою чергу забезпечить швидке, повне та неупереджене розслідування.

## Література

1. Кримінальний процесуальний кодекс України. Науково-практичний коментар : у 2 т. Т. 1 / О. М. Бандурка, Є. М. Блажівський, Є. П. Бурдоль та ін. ; за заг. ред. В. Я. Тація, В. П. Пшонки, А. В. Портнова. – Харків : Право, 2012. – 768 с.
2. Кримінальний кодекс України від 05.04.2001 р. (станом на 06.09.2018 р.) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2341-14>

## Секція проблем образования

### ІНФОРМАЦІЙНИЙ СУПРОВІД НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ

*Безклубенко І. С.<sup>1</sup>, Баліна О. І.<sup>2</sup>, Буценко Ю. П.<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup>Київський національний університет будівництва і архітектури  
03680, Київ, Повітрофлотський пр-т, 31, e-mail: i.bezklubenko@gmail.com*

*<sup>2</sup>elena.i.balina@gmail.com*

*<sup>3</sup>НТУ України «Київський політехнічний інститут» ім. І. Сікорського  
E-mail: armchairdoc@ukr.net*

Розглядається динамічна характеристика вивчення студентом навчального предмету з використанням певної математичної моделі. Наведене обґрунтування доцільності використання такого методу. Для елементів математичної моделі сформульовані правила їх визначення.

Приєднання України до Болонської конвенції визначило безальтернативною основою для оцінювання студентів їх індивідуальний рейтинг. У випадку окремого навчального предмету він складається з балів, накопичених відповідною особою протягом семестру та отриманих за виконання екзаменаційної чи залікової роботи (у разі, коли підсумкова оцінка не виставляється «автоматом»). Зрозуміло, що формальна реалізація такої процедури демонструє чимало недоліків. Відзначимо основні з них. По-перше, суто адитивний характер рейтингу не дозволяє виділяти такі знання та уміння студента, які є критично важливими для засвоєння предмета і, відповідно, розглядаються як необхідні для отримання позитивної оцінки. По-друге, набрана кількість балів не відображає повністю дотримання студентом графіка навчального процесу – виконання видів робіт, за які нараховуються бали, саме у встановлені строки (при цьому мається на увазі, звичайно, отримання ним позитивних оцінок за такі роботи). По-третє, для створення об'єктивної характеристики роботи студента протягом семестру важливо враховувати стабільність його результатів, тобто те, наскільки вони коливаються протягом вивчення навчального матеріалу.

На наш погляд, саме врахування таких трьох позицій дозволяє при підсумковому контролі (проведенні екзамену чи заліку) максимально об'єктивно оцінити здобутки студента, а також проаналізувати загальну картину вивчення предмету у групі, на потоці, на факультеті.

За першим пунктом слід зауважити, що стандартна форма положення про оцінювання студента на заліку (іспиті) не передбачає мультиплікативності, тобто, наприклад, не дає формальних підстав для не допуску до його здачі студента, який протягом семестру не зміг продемонструвати володіння таблицею похідних та правилами диференціювання. На практиці виявляється неможливим надати цьому показнику такої ваги (у балах), щоб просте підсумовування балів відобразило його принципову важливість для остаточної оцінки здібностей студента та його ставлення до предмету. На жаль, формальні міркування наразі майже ніколи не дозволяють ввести до РСО таку позицію як «колоквіум», що з усіх точок зору було б найкращим, на наш погляд, рішенням проблеми.

За другим пунктом, перш за все, слід констатувати неможливість стійкого засвоєння знань, умінь та навичок (а також – компетенцій!) при порушенні належного часового режиму, визначеного робочою навчальною програмою. При цьому має місце скорочення часу на вивчення частини розділів, невідповідність до сприйняття поточного матеріалу через незасвоєння попереднього та інші негативні явища. Додатковою обставиною в такому випадку виступає ускладнення роботи викладачів (через неоднорідність аудиторії, необхідність багаторазового повторення контрольних міроприємств), що неминуче веде до зниження ефективності їх діяльності. Зауважимо, що інформація про кількість пропущених годин (аудиторних занять) та наявність для цього поважних причин, попри її важливість з адміністративної точки зору, не є істотною у даному випадку, як нам здається.

За третім пунктом зазначимо, що стабільність досягнутих результатів є само собою зрозумілою у випадках найкращих та найгірших студентів. Що ж стосується студентів проміжних категорій (а їх більшість), то для викладача завжди було і є важливим розрізнення «твердих» трієчників та «хорошистів» у порівнянні з перспективними у плані підвищення успішності студентами. поточна успішність останніх відрізняється наявністю високих оцінок по окремих позиціях рейтингу.

Враховуючи зазначене, нам здається раціональним запровадження паралельно із традиційною «табличною» інформацією про хід навчального процесу із предмету у групі, на потоці, факультеті, таких цифрових показників, що можуть бути названі «показниками особистих досягнень» студента – ПОД (або personal achievements index – PAI). Такий показник обов'язково має включати у цифровому вигляді наступні дані:

– «координати» студента (наприклад, номер залікової книжки чи студентського білета), що дозволяє визначити решту його персональних даних;



– «координати» предмета та забезпечення його викладання (випускна та забезпечуюча кафедри, місце у навчальному плані, викладачі, що ведуть заняття із предмету).

Зрозуміло, що ПОД повинен містити поточний (або проміжний перед екзаменом чи заліком, остаточний – після їх проведення) рейтинг студента. Він має обов'язково доповнюватись даними про максимально можливий для студента у даний час рейтинг та його місце у рейтингу групи (курсу) за набраними балами.

Що ж стосується згаданих, додаткових показників, то перший із них (засвоєння «критичних» розділів) може бути відображений послідовністю нулів та одиниць (відповідно до встановленої попередньо наявності таких розділів). Для відображення другого, пропонується запровадити показник часової пунктуальності – ПЧП (time punctuality index – ТПІ), який може бути обчислений, наприклад, за формулою:

$$\ddot{I} \times \dot{I} = \sum_{k=1}^{n(t)} (t_k - t_k),$$

де  $t_k$  – передбачена робочою навчальною програмою дата  $k$ -го контрольного міроприємства;  $t_k$  – реальна дата проходження його студентом із позитивною оцінкою,  $n(t)$  – номер останнього контрольного міроприємства, проведеного до поточної дати.

Таким чином, цей параметр навчальної діяльності студента демонструє сумарний час «просрочки» ним здачі розділів типового розрахунку чи курсової роботи, колоквіумів, виконання контрольних робіт тощо. Він може бути доповнений місцем студента у рейтингу групи (поток), виведеному за його зростанням.

Остаточно зауважимо, що на наш погляд, супроводження навчального процесу введенням для кожного студента такого цифрового супроводу, дозволить повноцінно інформувати як викладачів, так і адміністрацію про стан справ як кожного конкретного студента, так і у групі (поточи) в цілому.

## **Література**

1. Balyna O., Bezklubenko I., Butsenko Y. (2017) Additional parameters are in informative providing of educational process. Fourth international Scientific-practical conference “Management of development of technologies”, Ministry of education and science of Ukraine, Kyiv, 19–20 May 2017. Київ : Київ. нац. ун-т будівництва і архітектури.

## ДО ПИТАННЯ ПРО СПРИЙНЯТТЯ І РОЗУМІННЯ СТУДЕНТАМИ ТЕКСТІВ З ФІЗИКИ

Подласов С. О.<sup>1</sup>, Меньяйлов С. М.<sup>2</sup>, Кузь О. П.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», E-mail: s.podlasov@kpi.ua

<sup>2</sup>Національний авіаційний університет, E-mail: msm56msm@gmail.com

<sup>3</sup>НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», E-mail: apavlovkuz2016@gmail.com

Розвиток інформаційно-комунікаційних технологій ініціював їх широке застосування в навчальному процесі як для підтримки традиційних форм навчання, так і для організації е-навчання, до якого відносять, зокрема, дистанційне, мобільне та змішане. У таких формах навчання студенти мають оволодівати знаннями, самостійно працюючи з навчальними текстами. Такі тексти з фізики містять також математичні вирази законів, певні перетворення та доведення, які передбачають наявність базових знань як з фізики, так і з математики, а також розвиненого понятійного (абстрактного) мислення.

Вивчення фізики студентами першого курсу технічного університету ґрунтується на фонових знаннях з фізики та математики, які повинні бути сформовані в школі. Однак досвід свідчить, що значна частка студентів має недостатній рівень підготовки з фізики та математики за програмою середньої школи, вони не володіють навичками навчальної роботи і у них недостатньо розвинене абстрактне мислення [1]. Недоліки шкільної підготовки з фізики стали особливо помітними після того як для вступу у технічні університети абітурієнтам дозволили мати сертифікат зовнішнього незалежного оцінювання з іноземної мови замість сертифікату з фізики. За даними приймальної комісії Національного технічного університету України «КПІ ім. Ігоря Сікорського» 42 % вступників 2017 р. склали ЗНО з іноземної мови замість фізики [2]. Середній по університету бал з фізики зарахованих на навчання осіб складав 156,8, а для «непрестижних» факультетів, за результатами нашого опитування, середній бал складав 132–135. Таким студентами виявляється складно самостійно працювати з навчальною літературою, оскільки представлена в ній інформація часто знаходиться поза зоною їх найближчого розвитку. Крім того, за нашими даними 37 % студентів технічного університету, котрі планують стати інженерами, закінчували навчальні заклади з поглибленим вивченням іноземної або української мови, медико-біологічного, економічного профілю та подібні. Такі профілі навчання, переважно, вимагають наочно-образного, наочно-дійового мислення, а не понятійного, яке необхідне для вивчення природничих та технічних дисциплін. Для покращення ситуації в контексті вивчення фізики в закладах середньої освіти прий-

мальна комісія КПШ пропонує обов'язкову наявність в старшій школі класів природничо-математичної підготовки [2].

Усе сказане суттєво впливають на можливості адекватного сприйняття і розуміння студентами першого текстів з фізики при їх самостійному опрацюванні.

Сприйняття і розуміння навчального матеріалу при застосуванні сучасних інформаційних технологій можна суттєво поліпшити, застосовуючи візуалізацію фізичних процесів – поступове розгортання образу, що зумовлює активізацію мислительної та пізнавальної діяльності і «слугувати опорою адекватних мислительних та практичних дій». Наочні образи скорочують словесні пояснення і можуть сприяти появі схематичного образу великої ємності, ущільнюючи інформацію. Дублювання словесної інформації образною сприяє виникненню в свідомості студентів образів, логічних ланцюжків, відтак, більш глибокому усвідомленню та запам'ятовуванню навчальної інформації, встановлює місток між наочно-образним та понятійним мисленням.

Для узагальнення навчального матеріалу і створення системи опорних сигналів може застосовуватися інфографіка – «...графічний спосіб подання інформації, даних і знань, метою якого є швидко і точно передавати складну інформацію». Її застосування у формі, яка відповідає змісту, допомагає реципієнту швидко зрозуміти і запам'ятати інформацію.

Однак застосування засобів ІКТ також має свої недоліки. По-перше, велика кількість динамічних об'єктів розсіює увагу студентів, не дає змоги зосередитись на головному. По-друге, одним з важливих завдань навчання фізики є розвиток понятійного мислення, яке може бути сформованим при поєднанні словесних та візуальних форм подання інформації. По-третє, значна кількість візуальних об'єктів беруться з інформаційних мереж, на сторінках яких багато гіперпосилань, іконок, що притягують увагу, дозволяючи читачеві переходити з однієї сторінки на іншу. Це відволікає увагу і не дозволяє зосередитись на сприйнятті інформації, ефективному її опрацюванні та передачі у довготривалу пам'ять, при цьому мозок ще й відчуває постійне перевантаження. Треба також враховувати, що студенти-першокурсники ще не мають достатнього досвіду роботи з навчальними матеріалами, представленими на екрані комп'ютера, планшета тощо. За результатами опитування 28 % студентів першого курсу використовували засоби ІКТ для навчання, але тільки 51 % з них користувалися матеріалами на спеціалізованих сайтах, а 38 % – виключно Вікіпедією.

Сприйняття і розуміння першокурсниками навчального матеріалу з фізики можна полегшати при правильній організації науково-навчального тексту. Представлені в ньому знання повинні бути чітко

структуровані і спеціально адаптовані для більш простого оволодіння ними. Саме тому в розроблених нами курсах лекцій як традиційного, так для змішаного та дистанційного навчання ми намагалися враховувати фактори, що впливають на сприйняття та розуміння навчальних текстів з природничих дисциплін.

Для реалізації змішаного навчання при роботі студентів над теоретичним матеріалом доцільно використовувати модель перевернутого класу (*flipped-classroom model*), яка є однією з реалізацій ротаційної моделі змішаного навчання. У цій моделі студенти «переміщуються» за встановленим графіком між спілкуванням з викладачем в аудиторії протягом регламентованого навчального часу й роботою з початковими матеріалами та інструкціями у форматі віддаленого доступу, наприклад, з дому після завершення занять. Доставка навчальних матеріалів та інструкцій за допомогою Інтернету є основною відмінністю між «перевернутим класом» та звичайним виконанням домашнього завдання. При цьому студенти самостійно вибирають місце, час і темп своєї роботи з інтернет-ресурсами. Організовувати таку роботу студентів зручно за допомогою системи підтримки навчального процесу LMS Moodle [3]. У ній реалізовано елемент діяльності «Урок» (інакше – «Лекція»), в якому можливо поєднання викладу теоретичного матеріалу та контролю його засвоєння.

У структурі елементу «Уроку» врахована особливість психіки людини легше сприймати інформацію, яка подається малими порціями, і краще засвоювати її при виконанні над нею розумових дій. З цієї причини «Урок» в Moodle складається невеликих логічно завершених частини, які можуть бути розділені контрольними завданнями у форматі тестів: на відповідність, есе, коротка відповідь, множинний вибір, правильно/неправильно, числова відповідь. Укладач курсу має можливість обумовити можливість переходу до вивчення наступної частини тільки в разі в разі правильного виконання завдань. Якщо ж завдання виконано невірно, то студент повинен повторно опрацювати відповідну частину навчального матеріалу і повторно виконати контрольне завдання. Для того щоб при повторному тестуванні студент не одержував ті самі завдання, можна скласти декілька близьких за змістом завдань, об'єднавши їх у кластер, з якого система випадковим чином вибирає одне. Результати роботи студента фіксуються в електронному журналі і контролюються викладачем. При підготовці навчальних матеріалів для роботи студентів в моделі перевернутого класу були враховані середній реальний рівень знань студентів та вимоги до змісту та оформленню цих матеріалів. За результатами опитування студентів все це спростило сприйняття і розуміння тексту, появу мотивації навчання та активізацію пізнавальної діяльності.

## Література

1. Меньяйлов С. М. Типові труднощі першокурсників на початковому етапі вивчення курсу фізики та шляхи їх подолання / С. М. Меньяйлов // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. Серія: педагогічні науки. – Чернігів : ЧДПУ, 2004. – № 23. – Вип. 23. – С. 194–199.

2. Порівняльний аналіз результатів ЗНО з фізики вступників до КПІ ім. Ігоря Сікорського в 2016 та 2017 роках. Вступна кампанія до закладів вищої освіти України: проблеми та перспективи [Електронний ресурс] / В. М. Можаровський, П. Л. Литвиненко, Р. І. Сегол та ін. : зб. матеріалів I Всеукр. наук.-практ. конф. 13 квітня 2018 р., м. Київ. – С. 43–45. – URL: <http://pk.kpi.ua/wp-content/uploads/2018/04/zbyrnyk.pdf> (дата звернення: 10.11.2018).

3. Подласов С. О. Елементи змішаного навчання фізики в технічному університеті / С. О. Подласов, О. В. Матвійчук, В. П. Бригінець // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2017. – Т. 61, № 5. – С. 151–161.

## ТВОРЧА САМОРЕАЛІЗАЦІЯ ШКОЛЯРА НА УРОКАХ МУЗИЧНОГО МІСТЕЦТВА

*Халєєва О. В., Костіна Л. М.*

*Комунальний заклад «Харківська гуманітарно-педагогічна академія»  
Харківської обласної ради*

Система освіти, яка була адекватна в недавньому минулому, непридатна до сучасності. Сьогодні вона має вийти за рамки формальної освіти й навчання, де навчально-виховний процес часто перетворюється на однобічний, обмежений, а умови для реалізації інтересів учня в кращому разі звужуються до мінімуму. В результаті з'являються суперечності між інтересами дитини і можливостями їх реалізації. Обмеження прояву особистісної свободи школяра в навчальній діяльності якраз і є характерною рисою авторитарної спрямованості педагогічного процесу, що має найбезпосередніший вплив на розвиток його суб'єктності. Тобто, школа повинна не механічно передавати школяреві якомога більше знань, а навчити його здобувати і використовувати їх, виховувати певні особистісні якості, створювати умови для його саморозвитку й творчої самореалізації.

Гуманізація педагогічного процесу особливо актуальна для музичного виховання школярів. Мистецтво, будучи найстарішою формою

соціалізації, найпершим інструментом переведення підсвідомих образів у форми, зрозумілі іншим людям, є джерелом духовної культури особистості, її творчих здібностей перетворювального відношення до себе, оскільки зміст мистецтва є проявом внутрішнього світу людини. Як наголошував Л. Виготський, мистецтво ніколи прямо не породжує собою тієї або іншої практичної дії, воно тільки готує організм до цієї дії [2, с. 313], тобто своїми внутрішніми резервами музика, перш за все, впливає над підсвідомість, активізуючи й навіть формуючи певні психічні функції особистості дитини. Отже, хаотичний внутрішній світ дитини під впливом музики, самостійних дій у процесі співу, слухання музики, танцювальних, ігрових дій набуває певної структури, що власлива середовищу, що її оточує.

Виходячи з ідеї самотворчості (О. Крутова) особистість є джерелом власного розвитку, в тому числі й розвитку внутрішньої свободи, отже вона може бути вільною й здатною до самовираження й самореалізації внаслідок позитивної сили виявляти свою справжню індивідуальність. Зрозуміло, що для виникнення такої позитивної сили в навчально-виховному процесі школи мають бути створені умови для прояву особистості школяра (а не тільки для педагогічного впливу) й накопичення відповідного досвіду самореалізації. Лише в цьому випадку можна сподіватися на реалізацію основного призначення музичного мистецтва – матеріалізувати внутрішній світ дитини і створити умови для його перетворення. Тоді музика з комплексу знань зможе перетворюється на засіб і спосіб самореалізації і духовного збагачення школяра.

Сьогодні стає очевидним, що передбачене традиційною шкільною програмою оволодіння основами музики базується на засадах загальної й музичної естетики та музикознавства. На уроках вивчається специфіка музики, засоби її побудови й виразності, основні естетичні категорії та їх особливості в музиці. Всі ці і багато інших понять, що відносяться до основ музичного мистецтва подаються школярам у процесі навчання й охоплюють їхню діяльність, свідомість та музичний досвід. Вважається, що здійснюючи це, ми досягаємо основної мети музично-естетичного виховання в загальноосвітній школі – збагачуємо музичну культуру школяра. Але, насправді, здійснити це в практичній діяльності дуже складно, учитель не володіє методикою виховання особистості в ході пізнання музики й вирішення такого завдання залишається на рівні благих побажань або й відвертих декларацій [4]. Тобто, залишається проблемою дійсна ефективність цього впливу на розвиток особистісної свободи школяра і на основі цього становлення таких атрибутів його суб'єктності як самостановлення, самовираження, самоактивність, самореалізація.

На думку Б. Битинаса [1, с. 73] самостановлення людини виражається в першу чергу не через процес саморозвитку. Якщо музичні знання не несуть певного емоційного і ціннісного змісту і не сприяють самореалізації особистості, для неї вони не є актуальними. Тому музичне виховання слід орієнтувати саме на музичну самореалізацію школяра, а не на традиційне засвоєння знань, розвиток умінь і навичок навчальної діяльності. Обговорювану позицію можливо здійснити, враховуючи як мінімум два моменти: актуальність музичних знань для самовираження особистості (вони стають значущими, тобто з самого початку їх засвоєння набувають сенсу й емоційного змісту, а їхнє подальше використання забезпечує збагачення й вдосконалення цієї цілісності); знання як засіб важливої для школяра діяльності, що орієнтована на самовираження (навчальна діяльність еволюціонує, збагачується певними знаннями, навичками, вміннями, з одного боку, і досвідом самовираження – з іншого, й у процесі такої еволюції вона набуває нові форми свого існування) [3, с. 35].

В рамках педагогіки свободи роль педагога-музиканта у цьому процесі є роллю активного спостерігача, що через музичне мистецтво досліджує й розвиває особистісну свободу школяра, створюючи для цього сприятливі умови за допомогою актуальної для нього діяльності. Стрижнем такої взаємодії між учителем і учнями є повага до їх уподобань, прагнень і досягнень, надання їм достатнього простору для вияву самостійності й творчості. Так, залежно від вікових та індивідуально-типологічних особливостей школяра, він не тільки співає, малює, імпровізує, складає свої композиції, набуваючи новий емоційний досвід, а й використовує актуальні знання з метою самовираження.

Наприклад, уявлення про музичну інтонацію він демонструє власним мотивом або мелодією, характеризує її певними поняттями (сумна, весела, іскриста, згасаюча), перетворюючи загальні знання в за-сіб самовираження, що в кожній конкретній ситуації для конкретного учня, мають особистісний сенс. І це вже є процес не тільки пізнання, але і самореалізації, оскільки встановлення «свого відношення» пов'язано і саме з самовираженням [5, с. 42].

**Висновки.** Таким чином, в актуальний для учня процес інтегруються ті музичні знання, які стають необхідними для його діяльності, орієнтованої на самовираження. Так поступово актуальна для самовираження діяльність, обумовлена певним сенсом й емоційним змістом, наповнюється музичними знаннями, значущими і потрібними для самовираження суб'єкта. Вона зберігає свою важливість і одночасно стає новим способом самовираження. І це відбувається не шляхом його прямолінійного навчання, а на основі його творчої самореалізації.

## Література

1. Битинас Б. Введение в философию воспитания / Б. Битинас. – М. : Педагогика, 1996. – 174 с.
2. Выготский Л. Психология искусства / Л. Выготский. – М. : Искусство, 1986. – 222 с.
3. Кевишас И. Музыкальное воспитание в школе / И. Кевишас // Образование и воспитание. – 1999. – № 10. – С. 33–35.
4. Пиличяускас А. Познание музыки как воспитательная проблема : пособие для учителя / А. Пиличяускас. – М., 1992. – 124 с.
5. Растригіна А. М. Самореалізація на уроках музики як засіб становлення внутрішньої свободи особистості школяра / А. М. Растригіна // Наукові записки. Психолого-педагогічні науки. – 2005. – № 2. – С. 41–43.

## USE OF TECHNOLOGY IN ENGLISH LANGUAGE CLASS

*Kostenko D.*<sup>1</sup>

*<sup>1</sup>Institute of Philology of Taras Shevchenko National University of Kyiv  
Taras Shevchenko Blvd., 14, Ukraine, E-mail: <sup>1</sup>kostenkodmytro5@gmail.com*

Technology is an effective tool for learners. Learners must use technology as a significant part of their learning process. Teachers should model the use of technology to support the curriculum so that learners can increase the true use of technology in learning their language skills[1]. Learners' cooperation can be increased through technology. Cooperation is one of the important tools for learning. Learners cooperatively work together to create tasks and learn from each other through reading their peers' work[2].

Bennett, Culp, Honey, Tally, and Spielvogel asserted that the use of computer technology lead to the improvement of teachers' teaching and learners' learning in the classes [3].The use of computer technology helps teachers meet their learners' educational needs. According to Bransford, Brown, and Cocking, the application of computer technology enables teachers and learners to make local and global societies that connect them with the people and expand opportunities for their learning[4].They continued that the positive effect of computer technology does not come automatically; it depends on how teachers use it in their language classrooms.

According to Susikaran, basic changes have come in classes beside the teaching methods because chalk and talk teaching method is not sufficient to effectively teach English[5].Raihan and Lock state that with a well-planned classroom setting, learners learn how to learn efficiently.



Technology-enhanced teaching environment is more effective than lecture-based class [6]. Teachers should find methods of applying technology as a useful learning instrument for their learners although they have not learnt technology and are not able to use it like a computer expert.

The application of technology has considerably changed English teaching methods. It provides so many alternatives as making teaching interesting and more productive in terms of advancement [7]. In traditional classrooms, teachers stand in front of learners and give lecture, explanation, and instruction through using blackboard or whiteboard. These method must be changed concerning the development of technology. The usage of multimedia texts in classroom assists learners in become familiar with vocabulary and language structures. The application of multimedia also makes use of print texts, film, and internet to enhance learners' linguistic knowledge. The use of print, film, and internet gives learners the chance to collect information and offers them different materials for the analysis and interpretation of both language and contexts [8].

Dawson, Cavanaugh, and Ritzhaupt and Pourhosein Gilakjani maintained that using technology can create a learning atmosphere centered around the learner rather than the teacher that in turn creates positive changes [9]. They emphasized that by using computer technology, language class becomes an active place full of meaningful tasks where the learners are responsible for their learning. Drayton, Falk, Stroud, Hobbs, and Hammerman argued that using computer technology indicates a true learning experience that enhances learners' responsibilities [10]. Technology encourages learners to learn individually and to acquire responsible behaviors. The independent use of technologies gives learners self-direction.

The use of internet increases learners' motivation. When learners learn with technology, it assists them in developing their higher order thinking skills. It can be concluded that the true combination of multimedia and teaching methodology is very important to attract learners' attention towards English language learning, was that learners learned vocabulary, spelling, and sentence structure by reading the work of their classmates.

In this paper, some important issues pertinent to the use of technology in language learning are reviewed. Teachers should be convinced of the usefulness and advantages of technology in improving learners' learning. This means that teachers need support and training for integrating technology into language teaching. In addition, the review literature indicated that the use of technologies plays a key role in language learning based on their own pace, helps in self-understanding, does not stop interaction with the teacher, and creates high motivation in learners for the effective learning of language skills. Furthermore, the paper represented that learners should use technology to enhance their language skills because it

has as a crucial role in developing learners' creativity and provides them with interesting, enjoyable, and exciting alternatives to study the language. To sum up, the findings of this literature review showed that technology provides interaction between teachers and learners, provides comprehensible input and output, helps learners to develop thinking skills, makes learning and teaching becomes more student-centered, promotes learners' autonomy and helps them feel more confident, and increases learners' motivation to effectively learn a foreign language.

### References

1. Costley, K. C. (2014). The positive effects of technology on teaching and student learning. Arkansas Tech University.
2. Keser, H., Uzunboylu, H., & Ozdamli, F. (2012). The trends in technology supported collaborative learning studies in 21st century. *World Journal on Educational Technology*, 3(2), 103-119.
3. Bennett, D., Culp, K. M., Honey, M., Tally, B., & Spielvogel, B. (2000). It all depends: Strategies for designing technologies for educational change. Paper presented at the International Conference on Learning Technology, Philadelphia, PA.
4. Bransford, J., Brown, A., & Cocking, R. (2000). How people learn: Brain, mind, experience, and school. Washington, DC: National Academic Press.
5. Susikaran, R. S. A. (2013). The use of multimedia in English language teaching. *Journal of Technology for ELT*, 3(2). <https://sites.google.com/site/journaloftechnologyforelt/archive/3-2-april-2013/1-the-use-of-multimedia-in-english-language-teaching>
6. Raihan, M. A., & Lock, H. S. (2010). Technology integration for meaningful learning-the constructivist view. *Bangladesh Educational Journal*, 11 (1), 17-37.
7. Patel, C. (2013). Use of multimedia technology in teaching and learning communication skill: An analysis. *International Journal of Advancements in Research & Technology*, 2 (7), 116-123.
8. Arifah, A. (2014). Study on the use of technology in ELT classroom: Teachers' perspective. M. A. Thesis, Department of English and Humanities, BRAC University, Dhaka, Bangladesh.
9. Dawson, K., Cavanaugh, C., & Ritzhaupt, A. (2008). Florida's EETT Leveraging Laptops Initiative and its impact on teaching practices. *Journal of Research on Technology in Education*, 41 (2), 143-159. <https://doi.org/10.1080/15391523.2008.10782526>
10. Drayton, B., Falk, J. K., Stroud, R., Hobbs, K., & Hammerman, J. (2010). After installation: Ubiquitous computing and high school science in three experienced, high-technology schools. *Journal of Technology, Learning, and Assessment*, 9 (3), 1-57. <https://eric.ed.gov/?id=EJ873677>

## Содержание

### Секция проблем строительства и архитектуры

#### **Афанасьєва Л. В.**

Про можливість використання залізобетонних конструкцій  
в умовах дії високошвидкісного удару ..... 3

#### **Лесько В. І., Безклубенко І. С., Клименко М. О.**

Специфічні моделі роботоздатності та параметричної надійності  
гідроприводів машин ..... 7

#### **Кузьмич А. И.**

Расчет точности определения положения мостовых опор ..... 11

#### **Гетун Г. В., Соломін А. В., Лесько І. М., Кошева В. О., Кузнецов Д. С.**

Вимоги до показників енергоефективних будівель в Україні ..... 14

#### **Гетун Г. В., Козак Н. Ф., Пилипчук О. Д.**

Створення комфортного колірною середовища  
як одне із завдань екології інтер'єрного простору ..... 24

#### **Демидова О. О., Новак Є. В., Шатрова І. А., Титок В. В.**

Маркетингове забезпечення діяльності будівельного підприємства ..... 27

### Секция проблем материаловедения

#### **Кулиш А. В., Попова Т. Н., Уколов А. И.**

Анализ биообрастания супергидрофобной и полированной поверхности  
судостроительной стали в районе Керченского пролива ..... 32

#### **Копей Б. В.**

Розроблення та дослідження виробів з полімерних композитних матеріалів  
для нафтогазової промисловості України ..... 35

#### **Гречанюк Н. И., Гречанюк В. Г., Витовецкая Т. В.**

Современное состояние электронно-лучевых технологий,  
применяемых в различных областях техники ..... 41

#### **Гречанюк И. Н.**

Электронно-лучевое оборудование  
для плавки и испарения металлов и сплавов ..... 44

#### **Бідюк В. Д.**

Визначення вмісту магнітної фракції в складі речовин на фоні завод ..... 47

**Секция проблем нанотехнологий**

**Костюк Г. И., Тимофеев А. Г.**

Эффективность и работоспособность режущего инструмента из твёрдого сплава «Сандвик коромант» с покрытием  $0,18\text{HfN} + 0,82\text{ZrN}$  при фрезеровании титанового сплава BT22 .....52

**Костюк Г. И., Романов М. С., Торосян Г. Д., Попов В. В.**

Эффективность и работоспособность режущего инструмента из модифицированного твёрдого сплава BK10 с покрытием  $0,18\text{HfN} + 0,82\text{ZrN}$  при фрезеровании титанового сплава BT22 .....55

**Костюк Г. И.**

Влияние доли карбида вольфрама в твердых сплавах на объем зерна и возможность образования наноструктур.....57

**Костюк Г. И., Бруйка О. О., Евсеенкова А. В.**

О влиянии доли карбида титана на образование наноструктур в твердых сплавах ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ , TiC) при разном их соотношении .....60

**Костюк Г. И., Семенов О. Д., Широкий Ю. В., Воляк Е. А.**

Эффективность образования наноструктур на поверхности твердого сплава ВЗ и способ задания теплофизических и термомеханических характеристик.....63

**Костюк Г. И., Ляшенко А. М.**

Эффективность применения фрез из модифицированного BK10 и Сандвик Коромант с покрытием  $0,2\text{HfN}+0,8\text{ZrN}$  при обработке титанового сплава BT22 .....67

**Секция специальных проблем**

**Кузь А. П., Котовский В. Й.**

Системы технического зрения для дистанционного энергоаудита сложных объектов.....70

**Белов М. Е., Леник Д. К., Кваснюк Д. И.,**

**Сорочан Е. Н., Шайко-Шайковский А. Г.**

Аппаратура и сравнительная методика дистанционного бесконтактного измерения тепловых потоков с помощью комплекса «Термодин» и тепловизора .....75

**Стецюк В. І., Горященко К. Л., Peter Shider**

Моделювання системи керування синхронним електроприводом.....78

<b>Драч І. В., Ткачук В. П., Пакліна Ю. С.</b> Нечітка продукційна модель оцінки параметра методу випадково-спрямованого пошуку збалансованого стану ротора.....	83
<b>Грипинська Н. В., Драч І. В.</b> Наближене обчислення подвійного інтеграла за формулою мажорантного типу.....	88
<b>Сокол А. Ф.</b> Роль експертів в клінічній практиці: граници можливостей і психологічні лопушки .....	93
<b>Зембицька М. В., Горошко А. В.</b> Сучасний стан лінгво-статистичних методів семантичного аналізу текстів .....	96

### **Секция проблем экономики, управления и права**

<b>Чайковская М. П., Селиванов П. П.</b> Проблемы стандартизации и безопасности при переходе к «Индустрии 4.0» .....	98
<b>Костін Ю. Д.</b> Научиться управлять инновационными процессами .....	102
<b>Sheiko I., Petrova R.</b> Globalization Processes: Challenges for Ukraine .....	105
<b>Sheiko I., Storozhenko O.</b> Challenges of Digitalization for Ukrainian Industrial Enterprises .....	108
<b>Пономарев С. В.</b> Экономика и информационные технологии .....	110
<b>Костин Д. Ю.</b> Стимулирование реализации продукции как элемент мотивации в системе маркетинговых коммуникаций .....	114
<b>Пересада Е. В., Ефремова О. О.</b> Инструментарий моделирования бизнес-процессов .....	118
<b>Кирий В. В.</b> Розвиток ІТ-галузі в системі спеціалізації регіонів України .....	120
<b>Місюра Н. М.</b> Тактичні умови ефективності проведення огляду місця події при розслідуванні крадіжок індивідуального майна, вчинених у сільській місцевості .....	122

**Секция проблем образования**

<b>Безклубенко І. С., Баліна О. І., Буценко Ю. П.</b> Інформаційний супровід навчальної діяльності студентів .....	126
<b>Подласов С. О., Мснийлов С. М., Кузь О. П.</b> До питання про сприйняття і розуміння студентами текстів з фізики.....	129
<b>Халєєва О. В., Костіна Л. М.</b> Творча самореалізація школяра на уроках музичного мистецтва .....	132
<b>Kostenko D.</b> Use of Technology in English Language Class .....	135

Scientific Edition

## SCIENCE AND EDUCATION

XIII International Conference  
*January 4–13, 2019, Hajduszoboszlo, Hungary*

---

Научное издание

## НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ

Сборник трудов XIII Международной научной конференции  
*4–13 января 2019 г., Хайдусобосло, Венгрия*

---

Наукове видання

## НАУКА ТА ОСВІТА

Збірник праць XIII Міжнародної наукової конференції  
*4–13 січня 2019 р., Хайдусобосло, Угорщина*

(українською, російською та англійською мовами)

---

Відповідальний за випуск: **Горошко А. В.**

Технічний редактор: **Яремчук В. С.**

Технічне редагування, коректування і верстка: **Чопенко О. В.**

Підписано до друку 11.12.2018. Формат 30×42/4.  
Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.  
Друк різнографією. Ум. друк. арк. – 8,28. Обл.-вид. арк. – 7,26.  
Тираж 100. Зам. № 211/18

---

Віддруковано в редакційно-видавничому відділі ХНУ.  
29016, м. Хмельницький, вул. Інститутська, 7/1.  
Свідоцтво про внесення в Державний реєстр,  
серія ДК № 4489 від 18.02.2013 р.