



**Czech Technical University in Prague**

International scientific and practical conference

**TECHNICAL SCIENCES:  
THE ANALYSIS OF TRENDS AND  
DEVELOPMENT PROSPECTS**

July 2–3, 2021

**Prague, Czech Republic  
2021**

International scientific and practical conference «Technical sciences: the analysis of trends and development prospects» : Conference proceedings, July 2–3, 2021. Prague: «Baltija Publishing», 2021. 144 pages.

**Head of the Organizing Committee** – Rector, doc. RNDr.  
**Vojtěch Petráček**, CSc, Czech Technical University in Prague.

Each author is responsible for content and formation of his/her materials.  
The reference is mandatory in case of republishing or citation.

## CONTENTS

### INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES

- Алгоритм збільшення зображення на основі оптимізації моментно-інваріантної метрики  
**Бедрагюк Г. І.**.....7
- Розвиток кіберзахисту – одна із складових безпеки України  
**Лаврут О. О., Лаврут Т. В., Колесник В. О.**.....9
- Особливості функціонування підсистеми підтримки прийняття антикризових рішень системи ситуаційних центрів єдиної державної системи цивільного захисту в умовах невизначеності вхідної інформації при надзвичайних ситуаціях  
**Тютюник В. В., Тютюник О. О.**.....14
- Інформаційна модель управління вартістю, тривалістю та якістю проектів з експлуатаційного утримання доріг  
**Харченко А. М., Заворотний С. М., Цибульський В. М.**.....19

### MATERIALS SCIENCE

- Pulse discharge preparation of AL–TI–C system grain refiner for modification of melts  
**Lypian Ye. V., Prystash M. S., Torpakov A. S.** .....22
- Вплив передрекристалізаційної термічної обробки на механічні властивості та щільність дислокацій сталей  
**Макруха Т. О., Бобров М. М., Карпеченко А. А.**.....26
- Modification of repair coatings by inputting a natural component – clay  
**Rybalko I. M., Skoblo T. S.** .....30

### INDUSTRIAL ENGINEERING

- Improving the reliability of cutter knives by improving the manufacturing process  
**Babanov I. G., Dolomakin Yu. Yu., Babanova O. I.**.....35
- Тенденції удосконалення робочих органів для сортування та очищення сипких матеріалів  
**Лузан П. Г., Петренко Д. І., Лузан О. Р.** .....39

## **METALLURGY**

Способ восстановления охлаждающих качеств минерального масла при закалке металлических изделий

**Проценко Л. Н., Разумцева О. В. .... 43**

## **ELECTRIC POWER ENGINEERING, ELECTRIC ENGINEERING AND ELECTROMECHANICS**

До питань підвищення ефективності запобігання поширення пожежі під час пошкодження маслонаповнених трансформаторів

**Климась Р. В., Балло Я. В. .... 47**

A principally new control system for operating modes of the integrated power system of Ukraine using automatically controlled electric power complexes

**Lenchevsky Ye. A., Teslenko O. I. .... 51**

## **CHEMICAL TECHNOLOGIES AND ENGINEERING**

Хімічні технології та інженерія чутливий датчик для потенціометричного визначення аніонів на основі ВПЕ модифікованого четвертинною амонійною сіллю

**Смик Н. І., Самплавський В. В. .... 56**

## **BIOLOGICAL TECHNOLOGIES AND BIOENGINEERING**

Determination of solubility of active ingredients in complex dermatological medicine with probiotic

**Soloviova A. V., Kaliuzhnaia O. S. .... 59**

## **ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS**

Statement of the problem of structural synthesis of atmospheric-optical system

**Blazhennyi N. V. .... 63**

Методи апроксимації біологічних сигналів за допомогою функцій Гауса

**Мосьпан Д. В., Мосьпан В. О., Юрко О. О. .... 65**

**FOOD TECHNOLOGIES**

Перспективи комплексного перероблення томатної сировини <b>Бендерська О. В.</b> .....	<b>72</b>
Influence of morphological structure of pork on thermophysical characteristics in the process of freezing-defrost <b>Dromenko O. B., Yancheva M. O., Bogaditsa O. O.</b> .....	<b>75</b>
Research and analysis of semi-finished products made from pork and freshwater fish <b>Tischenko V. I., Bozhko N. V., Shubina Ye. A.</b> .....	<b>79</b>
Крохмаль пшеничний та його фізична модифікація <b>Хомічак Л. М., Кузнєцова І. В., Висоцька С. І.</b> .....	<b>84</b>

**ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES**

Дослідження екрануючих властивостей рідинних композиційних матеріалів <b>Левченко Л. О., Панова О. В., Тихенко О. М.</b> .....	<b>89</b>
---	-----------

**ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION**

Airport construction: changing the emphasis of developing competencies of higher education students <b>Agieieva G. M.</b> .....	<b>94</b>
Розвиток методів оцінки напружено-деформованого стану армованого жорсткого дорожнього одягу <b>Гамеляк І. П., Цибульський В. М., Харченко А. М.</b> .....	<b>98</b>
Tectonic formation of bioclimatic high-rise buildings <b>Krivenko O. V., Bukina Yu. O.</b> .....	<b>100</b>
Ділова культура і геном ділової досконалості будівельного виробництва – основа культури виробничих відносин суспільства <b>Савенко В. І., Полосенко О. В., Победа С. С.</b> .....	<b>104</b>
Аналіз світового досвіду утримання автомобільних доріг у зимовий період <b>Смірнов А. М.</b> .....	<b>109</b>
Розробка мобільного комплексу для діагностики експлуатаційного стану дорожніх покриттів «МК-ДЕС-НТУ» <b>Шуляк І. С., Чечуга О. С.</b> .....	<b>112</b>

## **TRANSPORT**

Параметризація процесу проектування деталей двигуна автомобіля з використанням САПР SolidWorks <b>Йовченко А. В.</b> .....	<b>115</b>
Розв'язання транспортних задач за допомогою табличного процесора Microsoft Office Excel <b>Прокудін Г. С., Єрко Я. В., Редіч Ю. А.</b> .....	<b>120</b>
Основи системного підходу до вирішення задач підвищення ефективності міжнародних вантажних перевезень <b>Чупайленко О. А., Білокур М. В., Поліщук Р. В.</b> .....	<b>125</b>

## **GENERAL ISSUES OF ENGINEERING SCIENCES**

Аналіз об'єктно-орієнтованого підходу <b>Дмітрієв О. М., Келлер І. К.</b> .....	<b>129</b>
Інтегрований метод вивчення конструкції автомобіля для підготовки його до експлуатації <b>Петров Л. М., Кішнянус І. В., Нікішин В. А.</b> .....	<b>134</b>
Аналіз законодавчих змін у сфері землеустрою, кадастру та містобудування під час формування та використання територій об'єднаних громад <b>Пілічева М. О., Анопрієнко Т. В., Маслій Л. О.</b> .....	<b>139</b>

**INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES**DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-1>**АЛГОРИТМ ЗБІЛЬШЕННЯ ЗОБРАЖЕННЯ НА ОСНОВІ  
ОПТИМІЗАЦІЇ МОМЕНТНО-ІНВАРІАНТНОЇ МЕТРИКИ****Бедратюк Г. І.**

*старший викладач кафедри інженерії програмного забезпечення  
Хмельницький національний університет  
м. Хмельницький, Україна*

Одним із найпоширеніших методів обробки зображень, яке часто зустрічається в прикладних застосуваннях, є масштабування, тобто збільшення, або зменшення розмірів растрового зображення без зміни його пропорцій. Останнім часом великий інтерес викликають алгоритми відновлення зображення з високою роздільною здатністю із зображень низької роздільної здатності, які мають загальну назву алгоритми із супер-роздільною здатністю (Super-Resolution). Останні роботи в цій області [1-5], які базуються на використанні згорткових нейронних мереж, досягли значного покращення якості зображення. Проте задача відновлення зображення є в цілому некоректно поставленою оберненою задачею, яка допускає неоднозначність розв'язку. Внаслідок чого виникає проблема – за якими критеріями відібрати потрібне збільшене зображення із багатьох можливих зображень? Інша подібна задача яка виникає це задача порівняння якості отриманих зображень отриманих різними методами, а також задача порівняння якості збільшеного зображення із оригіналом. Існує біля сотні різноманітних метрик, для вимірювання якості зображення, найбільш популярні з них – середня квадратична помилка (MSE), пікове співвідношення сигналу до шуму (PSNR), універсальний індекс якості зображення (UQI), індекс структурної схожості (SSIM), індекс дескрипторної схожості (FSIM), градієнтна міра подібності (GSM), міра рівня шуму (NQM). Проте не всі вони адекватно реагують на спотворення зображення при масштабуванні. Ми пропонуємо новий метод інтерполяції зображення як варіант задачі оптимізації на основі геометричних моментів зображення. *Геометричним моментом* порядку  $p + q$  функції  $f(x, y)$  називається вираз

$$m_{pq}(f(x, y)) = m_{pq} = \iint_{\Omega} x^p y^q f(x, y) dx dy, \Omega \subset \mathbb{R}^2.$$

Для дискретного бінарного зображення його геометричний момент  $m_{0,0}$  є кількістю білих пікселів. Також, в термінах моментів виражається координати центру мас зображення:

$$\bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{0,0}}, \bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{0,0}}.$$

Нормалізованим моментом  $\mu_{pq}$  порядку  $p + q$  називається вираз

$$\eta_{p,q} = \frac{m_{pq}}{m_{00}^{\frac{p+q}{2}+1}}.$$

Автором в [6] запропоновано ввести такі дві метрики як міру оцінки якості масштабування зображень

$$\rho_1(f, f') = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} (\eta_{p,q} - \eta'_{p,q})^2,$$

$$\rho_2(f, f') = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} |\eta_{p,q} - \eta'_{p,q}|, (x, y) \neq (0,0).$$

Всяка інтерполяція зображень зводиться до присвоєння деяких значень новим пікселям збільшеного зображення. Якість збільшення можна подати як деяку функцію від цих нових значень пікселів, виражену в термінах нормалізованих моментів. Головна ідея методу полягає у виборі таких нових значень пікселів збільшеного зображення, які мінімізують відстань між збільшеним зображенням та оригіналом. Пропонується використати такі метрики як функцію втрат у процесі навчання згоркових нейронних мереж з метою зменшення часу навчання і покращення якості збільшених зображень.

### Література:

1. Ledig, Christian, et al. "Photo-realistic single image super-resolution using a generative adversarial network." Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2017.
2. Dong, Chao, et al. "Image super-resolution using deep convolutional networks." IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence 38.2 (2015): 295-307.
3. J. Kim, J. Kwon Lee, and K. Mu Lee, "Accurate image super-resolution using very deep convolutional networks," in Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2016. P. 1646–1654



4. Z. Li, J. Yang, Z. Liu, X. Yang, G. Jeon, and W. Wu, “Feedback network for image super-resolution,” in Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2019. P. 3867–3876.

5. Z. Liu, L. Wang, C. Li, W. Siu, and Y. Chan, “Image super-resolution via attention based back projection networks,” in Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision Workshop, 2019.

6. Бедратюк Г.І. Аналіз якості методів повороту зображення за допомогою моментних інваріантів. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. 2020. № 2. С. 56-6.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-2>

## **РОЗВИТОК КІБЕРЗАХИСТУ – ОДНА ІЗ СКЛАДОВИХ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ**

### **Лаврут О. О.**

*доктор технічних наук, доцент,  
професор кафедри тактики  
Національна академія сухопутних військ  
імені гетьмана Петра Сагайдачного*

### **Лаврут Т. В.**

*кандидат географічних наук, доцент,  
старший науковий співробітник науково-дослідного відділу  
(систем управління військами)  
Наукового центру Сухопутних військ  
Національної академії сухопутних військ  
імені гетьмана Петра Сагайдачного*

### **Колесник В. О.**

*старший науковий співробітник  
Національна академія сухопутних військ  
імені гетьмана Петра Сагайдачного  
м. Львів, Україна*

Ми живемо в епоху глобалізації, коли інформаційні технології та телекомунікаційні системи охоплюють усі сфери життєдіяльності людини, держави. Зростають обсяги інформації, що циркулює,

змінюються технічні засоби, зростають і ризики інформаційної безпеки в забезпеченні живучості інформаційно-телекомунікаційних систем як в цивільній сфері, так і в силових структурах [5, с. 91-101; 6, с. 42-49; 7, с. 128-134]. Питання кібербезпеки завжди було актуальним у світі. За ефективністю та наслідками застосування кіберзброю можна порівняти до зброї масового ураження.

Від початку протистояння з Росією, кіберпростір став ще одним майданчиком, на якому розгортаються воєнні дії. Як показує досвід, особливого кібервпливу дійсно зазнають населення та інфраструктура будь-якої держави. Сьогодні кожна людина є суб'єктом кіберпростору. Ноутбук, планшет, мобільний телефон – потенційно уразливі гаджети. Найпростіша загроза, з якою може стикнутися будь-яка людина в світі, розсилання посилань та фішингів листів із незрозумілими пропозиціями. Такі листи можуть завантажувати шкідливе програмне забезпечення, блокувати телефон чи комп'ютер з метою проникнення в систему, у якій працює людина, вимагання грошей, використання їх особистих даних тощо. Саме тому починаючи з 2020 року в Україні розпочалася реформа сфери кіберзахисту [4].

Національна система кібербезпеки України є сукупністю суб'єктів забезпечення кібербезпеки та взаємопов'язаних заходів політичного, науково-технічного, інформаційного, освітнього характеру, організаційних, правових, оперативно-розшукових, розвідувальних, контррозвідувальних, оборонних, інженерно-технічних заходів, а також заходів криптографічного і технічного захисту національних інформаційних ресурсів, кіберзахисту об'єктів критичної інформаційної інфраструктури [3].

Основними суб'єктами національної системи кібербезпеки є Державна служба спеціального зв'язку та захисту інформації України, Національна поліція України, Служба безпеки України, Міністерство оборони України та Генеральний штаб Збройних Сил України, розвідувальні органи, Національний банк України [3].

Наша держава вимушена швидко реагувати на виникнення нових загроз та вести пошук ефективних заходів кіберзахисту. Так в Україні вже створений Державний центр кіберзахисту (Кіберцентру UA30) – установа, яка безпосередньо займається захистом державних інформаційних ресурсів. Він надає послуги не тільки державним органам, але громадянам і бізнесу. В травні цього року за участі Президента України відбулося його офіційне відкриття.

Кіберцентр UA30 матиме чотири пріоритети: захист державних реєстрів; захист громадян, приватної інформації та бізнесу; розвиток

культури кібергігієни; формування кадрового резерву кібербезпеки. Основна задача центру – робота над тим, щоб переважна більшість держреєстрів були під його захистом до 2024 року.

Державним центром кіберзахисту вживаються заходи з протидії кібератакам. Також власникам інформаційних систем, керівникам підрозділів, які відповідають за інформаційну безпеку державних органів України постійно надаються рекомендації щодо протидії кібератакам, а також проводить робота щодо попередження зараження інфраструктури шкідливим програмним забезпеченням.

Вирішити питання кіберзахисту в державі можна лише завдяки комплексному підходу. Так, заступник Голови Держспецзв'язку Олександр Потій під час виступу на науково-практичній конференції «Інформаційно-телекомунікаційні системи і технології та кібербезпека: нові виклики, нові завдання» презентував Організаційно-технічну модель кіберзахисту [1]. Він пояснив, що якщо розглядати кіберзахист як цілеспрямовану діяльність із забезпечення безпеки кіберпростору, то необхідно визначити структуру такої діяльності, суб'єкти кіберзахисту, цілі кіберзахисту та відповідну інфраструктуру, яка цю діяльність буде підтримувати [1]. Організаційно-технічна модель кіберзахисту складатиметься з трьох вертикально та горизонтально інтегрованих інфраструктур (рис. 1).

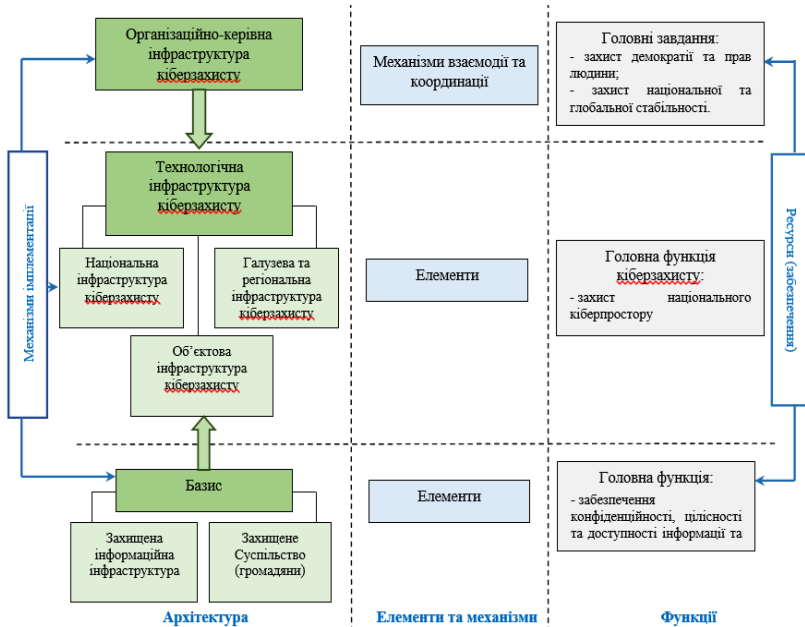
Механізми імплементації цієї моделі та її ресурсне забезпечення – є найважливішими компонентами, які охоплюють всі рівні архітектури. Розробка і удосконалення нормативної бази шляхом прийняття відповідних законодавчих актів, нормативних актів, стандартів, наказів на всіх рівнях дозволить в подальшому імплементувати цю модель.

Сьогодні в Україні питаннями кіберзахисту опікуються також у Міністерстві оборони України, Службі безпеки України, де створені відповідні підрозділи. Розпочато процес приєднання України до Об'єднаного центру передових технологій з кібероборони НАТО, який забезпечує боротьбу з кібератаками та кіберзахист інформаційних систем [8].

В рамках розвитку даного напрямку Ситуаційний центр забезпечення кібербезпеки Служби безпеки України ввів в дію національну платформу Malware Information Sharing Platform «Ukrainian Advantage» (MISP-UA) для ефективної протидії кіберзагрозам і обміну даними щодо ризиків [2].

Використання системи дає можливість кіберфахівцям Служби передбачати шляхи атак, потенційні загрози та інструменти нейтралізації для подальшого реагування. За своїм функціональним

наповненням платформа дозволяє зміцнити стан кібербезпеки різних секторів державного управління та економіки України. З її допомогою відбувається державно-приватна взаємодія для спільного захисту інформаційного та кіберпростору держави загалом.



**Рис. 1. Організаційно-технічна модель кіберзахисту**

Україна зараз на передовій боротьби з викликами в кіберпросторі. Однак, покладатися лише на те, що всі питання кіберзахисту вирішить держава не варто. Кожна людина, кожен громадянин має знати, як убезпечити та захистити себе, свої конфіденційні дані, банківські рахунки тощо.

Таким чином, питання кіберзахисту є актуальним. Його вирішення повинно відбуватись комплексно як на рівні звичайних користувачів, так і на державному рівні в рамках створення сучасної законодавчої бази, відповідних програмних і технічних рішень. Збільшення інвестування в кібербезпеку дасть можливість запобігти атакам на великі державні і приватні компанії та протистояти намірам дестабілізувати суспільство.

### Література:

1. В Україні презентовано Організаційно-технічну модель кіберзахисту. URL: <https://softline.org.ua/news/v-ukraini-prezentovano-orhanizatsiino-tekhnichnu-model-kiberzakhystu.html> (дата звернення 27.06.2021).
2. Для протидії кіберзагрозам СБУ вводить в дію оновлену версію платформи MISP-UA. URL: <https://ssu.gov.ua/novyny/7800> (дата звернення 29.06.2021).
3. Закон України «Про основні засади забезпечення кібербезпеки України». *Відомості Верховної Ради (ВВР)*. 2017, № 45, ст. 403. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2163-19#Text> (дата звернення 27.06.2021).
4. Кібероборона України: стан, проблеми та актуальні заходи щодо її забезпечення. URL: <http://orh.com.ua/кібероборона-україни-стан-проблеми-т/> (дата звернення 29.06.2021).
5. Лаврут О.О. Новітні технології та засоби зв'язку у Збройних Силах України: шлях трансформації та перспективи розвитку / О.О. Лаврут, Т.В. Лаврут, О.К. Климович, Ю.М. Здоренко. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2019. Вип. 1 (34). С. 91–101. DOI: 10.30748/nips.2019.34.13.
6. Лаврут О.О., Климович К.О., Тарасюк М.Л., Антонюк О.Л. Стан та перспективи застосування сучасних технологій та засобів радіозв'язку в Збройних Силах України. *Системи озброєння і військова техніка*. 2017. Вип. 1(49). С. 42-49.
7. Пузиренко О.Г., Івко С.О., Лаврут О.О. Аналіз процесу управління ризиками інформаційної безпеки в забезпеченні живучості інформаційно-телекомунікаційних систем. *Системи обробки інформації*. 2014. Вип. 8 (124). С. 128-134.
8. Розпочався процес включення України до Центру кіберзахисту НАТО. URL: <https://www.pravda.com.ua/news/2021/06/7/7296338/> (дата звернення 27.06.2021).

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-3>

**ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДСИСТЕМИ  
ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ АНТИКРИЗОВИХ РІШЕНЬ  
СИСТЕМИ СИТУАЦІЙНИХ ЦЕНТРІВ ЄДИНОЇ  
ДЕРЖАВНОЇ СИСТЕМИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ  
В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВХІДНОЇ ІНФОРМАЦІЇ  
ПРИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

**Тютюник В. В.**

*доктор технічних наук, старший науковий співробітник,  
начальник кафедри управління та організації діяльності  
у сфері цивільного захисту  
Національний університет цивільного захисту України*

**Тютюник О. О.**

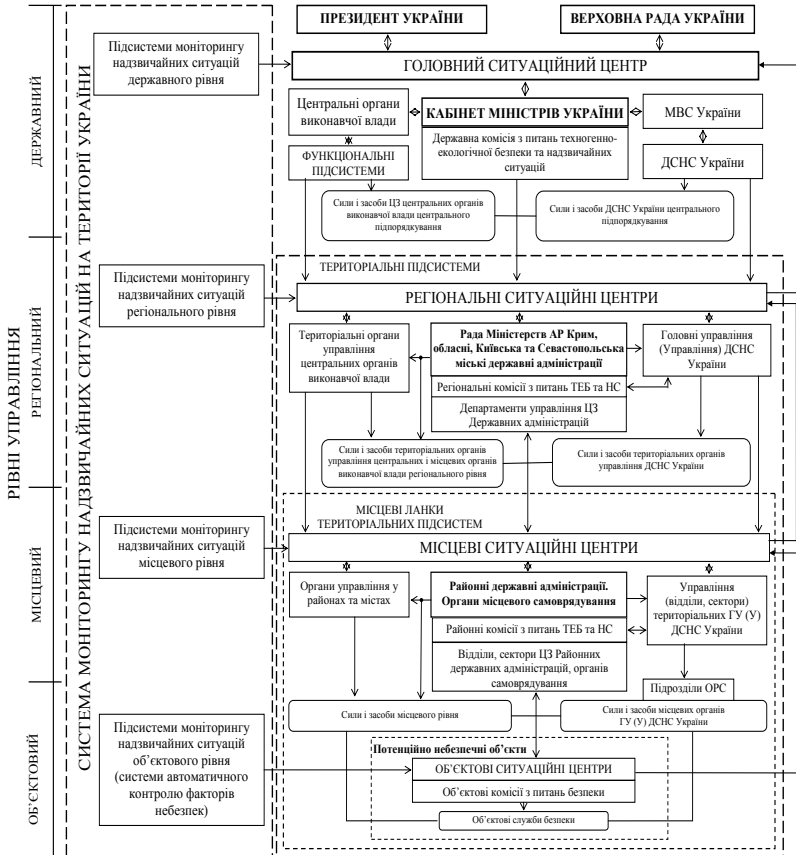
*кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри інформатики та комп'ютерної техніки  
Харківський національний університет імені Семена Кузнеця  
м. Харків, Україна*

В Україні цілковито відкритими залишаються проблемні питання реалізації, базуючись на уявленнях системного підходу, в єдиній державній системі цивільного захисту (ЄДСЦЗ) функції моніторингу та розробки ефективних управлінських рішень всіх локальних підсистем, спрямованих на запобігання та локалізацію надзвичайних ситуацій (НС), в умовах зародження джерел небезпек різної природи [1].

Це вказує на необхідність термінового розв'язання питань комплексного функціонування системи ситуаційних центрів та ЄДСЦЗ. Для цього в роботі пропонується в діючу систему ЄДСЦЗ по вертикалі від об'єктового до державного рівнів комплексно включити різні функціональні елементи системи моніторингу НС на території держави та складові системи ситуаційних центрів, які жорстко пов'язані між собою на інформаційному та виконавчому рівнях для прийняття ефективних антикризових рішень при розв'язанні різних функціональних задач моніторингу, попередження та ліквідації НС природного, техногенного, соціального та воєнного характеру [2].

На базі вищевикладеного, комплексну функціональну схему інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами

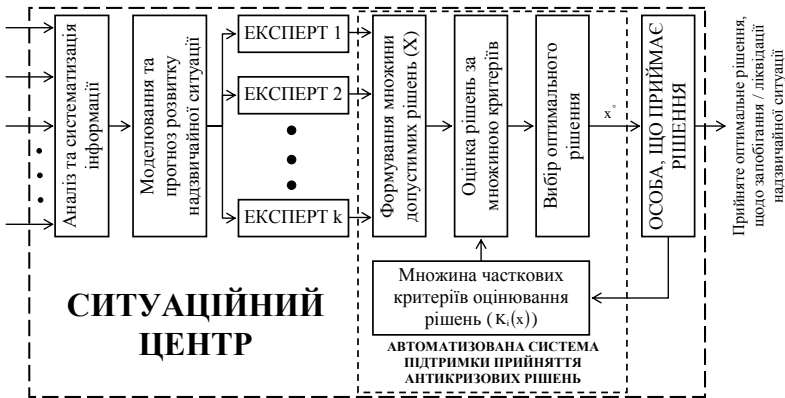
запобігання та ліквідації НС ЄДСЦЗ, що об'єднала функції підсистем моніторингу НС та ситуаційних центрів, представлено на рис. 1.



**Рис. 1. Комплексна функціональна схема інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами запобігання та ліквідації НС єдиної державної системи цивільного захисту**

З метою розвитку науково-технічних основ створення системи підтримки прийняття антикризових рішень в системі ситуаційних центрів ЄДСЦЗ в роботі представлена методика обґрунтування оптимальних антикризових рішень щодо забезпечення відповідного рівня безпеки життєдіяльності держави при НС різного характеру

в умовах невизначеності вхідної інформації для експертів системи ситуаційних центрів (рис. 2).



**Рис. 2. Функціональна схема обґрунтування оптимальних антикризових рішень щодо забезпечення відповідного рівня безпеки життєдіяльності держави при надзвичайних ситуацій різного характеру, в умовах невизначеності вхідної інформації для експертів системи ситуаційних центрів єдиної державної системи цивільного захисту**

Функціонування, представленої на рис. 2, схеми в умовах повноти вхідної інформації та наявності одного часткового критерію оцінювання множини допустимих рішень не представляє труднощів при обґрунтуванні оптимальних антикризових рішень. З іншого боку, сучасні проблемні ситуації характеризуються неповнотою знань (невизначеністю) вихідних даних та множиною часткових критеріїв оцінювання. Таким чином, традиційний підхід, заснований на декомпозиції проблеми на дві умовно незалежні задачі – багатокритеріальної оптимізації в детермінованій, тобто без урахування невизначеності, постановці і прийнятті рішення в умовах невизначеності для скалярної цільової функції в сучасних умовах, не задовольняє вимогам практики за точністю й ефективністю.

Це обумовлено тим, що задача багатокритеріальної оптимізації в принципі є некоректною, тому що дозволяє визначити рішення тільки з точністю до області компромісних рішень, а її регуляризація для визначення єдиного рішення, заснована на розрахунку узагальненої багатофакторної скалярної оцінки, базується на погано



структурованих, суб'єктивних експертних оцінках, детермінізація яких призводить до великих похибок. З іншого боку, методи прийняття рішень в умовах невизначеності за скалярною оцінкою і очікуваного ефекту, без урахування його багатокритеріальності, так само не адекватні. Тому викає необхідність розвитку методології комплексного вирішення задачі прийняття рішень з урахуванням багатокритеріальності і неповної невизначеності вихідних даних.

Допустима множина рішень експертів ситуаційного центру ЄДСЦЗ у загальному випадку включає підмножину узгоджених  $X^{\delta}$  та неузгоджених (компромісних)  $X^c$  рішень щодо забезпечення відповідного рівня безпеки на відповідному рівні життєдіяльності (об'єктовому, місцевому, регіональному та державному) при НС. Особливістю останньої підмножини є неможливість покращити ні одного часткового критерію  $k_i(x)$ ,  $i = \overline{1, n}$  без погіршення якості хоч би одного іншого часткового критерію. Крім того, ефективне рішення  $x^{\circ}$  обов'язково належить області компромісів. Це означає, що задача багатокритеріальної оптимізації

$$x^{\circ} = \underset{x \in X}{\arg \text{extr}} < k_i(x) >, \forall i = \overline{1, n}, \quad (1)$$

не має рішення, тобто є некоректною задачею згідно Адамару, оскільки у загальному випадку не забезпечує визначення єдиного оптимального рішення із множини компромісів  $X^c$ . У зв'язку з цим, виникає задача багатокритеріальної оптимізації.

Таким чином, процедура прийняття експертами ситуаційного центру управлінських антикризових рішень ускладнюється тим, що необхідними умовами ефективності рішень є їх своєчасність, повнота й оптимальність. Тому, підвищення ефективності прийнятих рішень пов'язане з необхідністю рішення задачі багатокритеріальної оптимізації в умовах невизначеності. Це потребує розробки формальних, нормативних методів і моделей для комплексного рішення проблеми прийняття рішень в умовах багатокритеріальності й невизначеності при управлінні процесами запобігання та локалізації НС для забезпечення ефективного функціонування ЄДСЦЗ за трьома групами критеріїв, а саме: показники забезпечення відповідного рівня безпеки життєдіяльності; показники функціональної спроможності ЄДСЦЗ; показники фінансових затрат на функціонування цієї системи безпеки [3].

### Література:

1. Тютюник В.В., Калугін В.Д., Писклакова О.О. Основоволожні принципи створення у єдиній державній системі цивільного захисту інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами попередження й локалізації наслідків надзвичайних ситуацій. *Системи управління, навігації та зв'язку*. Полтава: Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, 2018. № 4(50). С. 168–177.

2. Тютюник В.В., Калугін В.Д., Писклакова О.О. Управлінські основи створення у єдиній державній системі цивільного захисту інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами попередження й локалізації наслідків надзвичайних ситуацій. *Вісник національного університету цивільного захисту України. Серія «Державне управління»*. Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2020. Вип. 1(12). С. 546–571.

3. Рубан І.В., Тютюник В.В., Тютюник О.О. Особливості створення системи підтримки прийняття антикризових рішень умовах невизначеності вхідної інформації при надзвичайних ситуаціях. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*, 2021. № 1(40). С. 75–84.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-4>

**ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ВАРТІСТЮ,  
ТРИВАЛІСТЮ ТА ЯКІСТЮ ПРОЕКТІВ  
З ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО УТРИМАННЯ ДОРІГ**

**Харченко А. М.**

*кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри транспортного будівництва та управління майном  
Національний транспортний університет  
м. Київ, Україна*

**Заворотний С. М.**

*інженер-землевпорядник  
Приватне підприємство «ЕЛІТЗЕМ»  
м. Чернігів, Україна*

**Цибульський В. М.**

*старший викладач кафедри опору матеріалів та машинознавства  
Національний транспортний університет  
м. Київ, Україна*

Успішна реалізація проекту залежить від правильно визначеного переліку факторів, які можуть впливати на процес його реалізації. Проекти з експлуатаційного утримання автомобільних доріг не є виключенням, адже їх реалізація залежить від таких трьох основних складових, як час, вартість та якість [1]. Зважаючи на складність визначення взаємозв'язку відношення між цими складовими, які утворюють загальновідомий в практиці управління проектами «срібний трикутник», виникає необхідність в обґрунтуванні факторів та побудові інформаційної моделі управління вартістю, тривалістю та якістю проектів з експлуатаційного утримання доріг.

Засновником «срібного трикутника» був Мартін Барнс [2], який визначив, що якість, вартість та час взаємопов'язані, а фокусування або вирішення однієї мети трикутника впливає на інші два фокуси. Окрім цього, фактори трикутника балануються за цілями та викликами задачі управління. Найчастіше у розв'язку задач управління один з факторів є фіксованим, а два інших є змінними у зворотній пропорції між собою.

Таким чином, успішна реалізація проектів з експлуатаційного утримання автомобільних доріг залежить від моделі управління часом, вартістю та якістю контрактів [1; 3].

Побудова якісної інформаційної моделі взаємозв'язку параметрів «срібного трикутника» є дуже складним та багатопараметричним процесом. Це пов'язано, по-перше, з необхідністю враховувати велику кількість факторів, що впливають один на одного та безпосередньо на одну або декілька складових трикутника, по-друге, з постійною змінністю переліку цих факторів, кількість яких залежить від особливостей проекту експлуатаційного утримання автомобільних доріг.

Розглянемо кожен складову інформаційної моделі окремо. Наприклад, час реалізації проекту, може описуватися функцією, основними змінними якої з точки зору експлуатаційного утримання доріг будуть [4; 5; 6]:

- тривалість виконання основних (запланованих) робіт;
- тривалість виконання незапланованих та допоміжних робіт;
- особливість кліматичних та ґрунтово-геологічних умов, який залежить від географічне місце знаходження об'єкту;
- швидкість роботи робочого персоналу, який залежить від кваліфікованість та досвід роботи організації виконавця;
- тривалість затримок, які виникли підчас реалізації проекту.

До факторів, які впливають на функцію вартості реалізації проекту слід віднести:

- вартість матеріалів, технічного забезпечення, виробів та напівфабрикатів, яка залежить від їх якості;
- обсяг робіт;
- вартість виконання робіт, яка залежить від рівня кваліфікації та досвідченості робочого персоналу;
- рівень складності виконання робіт, яка залежить від специфіки об'єкту та його категорії;
- штрафи та стимулюючі виплати;
- інфляція;
- якість фінансування контракту на різних етапах його виконання, яка залежить від умов контракту та економічного стану замовника.

Характеристики, які суттєво впливають на якість у проектах експлуатаційного утримання доріг включають:

- державні вимоги до якості виконання робіт, які залежать від рівня якості, що вказані, наприклад, в ДБН, ВБН, ДСТУ, ТУ тощо, і не

можуть бути порушені тобто бути меншими ніж зазначено в технічній документації;

- споживчі вимоги та потреби, які залежать від потреб місцевого населення та необхідного рівня якості конкретного регіону чи району, вони можуть бути більшими ніж нормативні;

- міжнародні вимоги та норми, які залежать від норм та правил, що прийняті та затверджені на міжнародному рівні.

Зазначені фактори не є сталими, вони будуть змінюватись відповідно до особливостей проекту на експлуатаційне утримання доріг, проте, врахування мінімального переліку в інформаційній моделі управління проектами дасть змогу підвищити ефективність прийнятих управлінських рішень.

### Література:

1. Заворотний С.М., Харченко А.М. Фактори, які впливають на час, вартість та якість реалізації довгострокових контрактів заснованих на кінцевих показниках. *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. Київ, 2017. Вип. 20. С. 41-49.

2. Barnes, M. Some origins of modern project management-A personal history. 2006. URL: [http://www.pmforum.org/viewpoints/2006/08\\_4.htm](http://www.pmforum.org/viewpoints/2006/08_4.htm).

3. Carl Chatfield and Timothy Johnson. A short course in project management. URL: <http://office.microsoft.com/en-us/project/HA102354821033.aspx>.

4. Chidambaram Ramanathan, SP Narayanan, Arazi B Idrus. Construction Delays Causing Riskson Time and Cost – a Critical Review. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*. Universiti Teknologi Petronas, Malaysia. URL: <https://doi.org/10.5130/AJCEB.v12i1.2330>.

5. Bordat C., McCullouch B.G., Labi S., Sinha K.C. An Analysis of Cost Overruns and Time Delays of INDOT Projects. Publication FHWA/IN/JTRP-2004/07. *Joint Transportation Research Program, Indiana Department of Transportation and Purdue University*, West Lafayette, Indiana, 2004. doi: 10.5703/1288284313134. URL: <https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com.ua/&httpsredir=1&article=1482&context=jtrp>.

6. Understanding and Monitoring the Cost-Determining Factors of Infrastructure Projects. *A User's Guide. European Commission. Directorate – Generalfor Regional Policyand Cohesion*, 1998. URL: [https://www.google.com.ua/?gws\\_rd=ssl#q=4.%09Understanding+and+Monitoring+the+Cost-Determining+Factors+of+Infrastructure+Projects.+A+User%27s+Guide](https://www.google.com.ua/?gws_rd=ssl#q=4.%09Understanding+and+Monitoring+the+Cost-Determining+Factors+of+Infrastructure+Projects.+A+User%27s+Guide).

## **MATERIALS SCIENCE**

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-5>

### **PULSE DISCHARGE PREPARATION OF AL–Ti–C SYSTEM GRAIN REFINER FOR MODIFICATION OF MELTS**

**Lypian Ye. V.**

*Ph.D., Senior Researcher*

*Institute of Pulse Processes and Technologies  
of the National Academy of Sciences of Ukraine*

**Prystash M. S.**

*Ph.D., Senior Researcher*

*Institute of Pulse Processes and Technologies  
of the National Academy of Sciences of Ukraine*

**Torpakov A. S.**

*Ph.D., Senior Researcher*

*Institute of Pulse Processes and Technologies  
of the National Academy of Sciences of Ukraine  
Kyiv, Ukraine*

Adding grain refiners into melt is one of the traditional methods of obtaining fine-grained metal structures. The more nuclei there are per unit volume of melt, the more crystals are formed and the smaller they are. In turn, lower grain size leads to better mechanical properties of metal in foundry and welding. The study of the efficiency of nanomodification in welding and surfacing technologies by introducing nanoparticles of refractory chemical compounds into the welding bath are urgent tasks of materials science and engineering practice [1].

Most grain refiners are made using powder metallurgy methods, and ultrafine nanostructured powder mixtures are the most promising for use. Currently, the main directions of development of methods of obtaining such mixtures are as follows [2–4]:

a) improvement of existing equipment and technological processes, based on common mechanical methods of materials grinding;

b) search for fundamentally new ways of grinding, research, and development of effective types of equipment and technology, based on them.

The first direction aims to the increase of the efficiency of destruction and specific productivity as well as to improve existing and create new machines (crushers and mills) with increased productivity [3]. This direction has significant drawbacks, including increased energy consumption, the metal consumption of constructions, the use of expensive high-quality steels and alloys, accompanied by relatively low growth of technical and economic indicators.

The second direction aims to find fundamentally new grinding methods, particularly, electrophysical ones [5–7]. Pulse discharge preparation of powders by high-voltage electric discharge (HVED) in a dispersed system “liquid – powder” is one of the efficient electrophysical methods. This is a cyclic process, which is characterized by the release of energy in the discharge channel for microseconds and is accompanied by the impact of compression waves (which under certain conditions transform into shock waves), powerful hydraulic streams, cavitation, electromagnetic and thermal fields.

In [2], on the example of the application of the grain refiner during casting, it was shown that the introduction of 0.01% (wt.) Ti – TiC powder (which was synthesized by HVED treatment on Ti powder in kerosene and briquetted by spark plasma sintering) allowed reducing grain size from 1–2 mm to 0.2–0.6 mm in all modified samples of SM88U high-temperature alloy. The tensile strength of studied specimens at a temperature of 900°C was 65–69 MPa, and long-term strength increased by an average of 20%. This indicates the prospects of using metal powders after HVED treatment to modify the structure of cast alloys.

However, the possibility of using metal powders after HVED treatment to modify the structure of the weld metal, similar to cast, has not been sufficiently studied. To establish the prospects of using such powders, it is advisable to analyze the impact of adding the grain refiner of Ti–Al–C system after HVED synthesis on the grinding of the structure and improvement of the properties of AK7<sub>pch</sub> (A357) cast alloy.

Modification of aluminum alloys was studied on the example of silumin and involved the production of fine-grained eutectic silicon in a cast structure. This structure of eutectic silicon increases the mechanical properties of the casting, including the elongation, and in many cases – the casting properties of the aluminum melt. Typically, silumin modification is performed by adding small amounts of sodium or strontium [8].

To study the effect of the grain refiner on the crystallization of A357 cast aluminum alloy, a powder blend, obtained by HVED treatment of a mixture of powders of 15% Al + 85% Ti with initial average diameter  $d_a = 40 \mu\text{m}$  in kerosene, was used. The studies were performed on an experimental stand, described in detail in [5, 6, 9].

During the HVED, conditions for pyrolysis of kerosene with the formation of solid-phase nanocarbon are created. Pressure in the discharge channel reaches 1 GPa, and the temperature in the discharge channel can reach 50,000 K. Synthesized carbon nanoparticles of various allotropic modifications, in particular, C60 and C70, are able to chemically interact with titanium particles, forming nanostructured reinforcing carbide phases [5–7; 9; 10]. Therefore, HVED treatment of Al – Ti system powders in kerosene, in addition to grinding, allows the synthesis of titanium carbide and  $\text{Ti}_3\text{AlC}$  and  $\text{Ti}_2\text{AlC}$  phases without adding graphite during powders preparation.

After HVED processing in the mode with single discharge energy  $W_1 = 1 \text{ kJ}$  and specific treatment energy  $W_s = 20 \text{ MJ/kg}$  using an electrode system of “three-points anode – plane” type, the powder mixture contains the following phases: Al, Ti, TiC,  $\text{Ti}_3\text{AlC} + \text{Ti}_2\text{AlC}$ .

The powder mixture of the initial composition of 85% Ti + 15% Al after processing has an average particle size of about  $10 \mu\text{m}$ , with a peak value of the number of particles with a diameter of  $5 \mu\text{m}$  about 37%. The particle size distribution has a bimodal appearance, approximately 30% of the particles of the mixture retain a size close to the original.

The control sample of cast alloy has a cavity depth of 4 mm. The area of columnar grains is about 10 mm, their width is 2–6 mm. The center of the casting is dominated by grains of 2–8 mm size. The sample that was modified by 0.2% (wt.) AlTiB has a cavity depth of 3 mm. The area of columnar grains is about 1.5 mm, their width is up to 1 mm. The macrostructure is quite homogeneous, the grain size is in range from 1 mm to 2.5 mm. Casting, modified by 0.2% (wt.) HVED processed mixture, has a cavity shell, which reaches 3 mm, subsidence looseness is almost absent, the area of columnar crystals is up to 5 mm, width is from 1.5 to 2 mm, grain size is 1.5–3.5 mm.

The hardness of the control sample was 48 HB, and for modified by AlTiB and HVED treated mixture it was 36 and 48 HB, respectively.

Studies of the change in the tensile strength ( $\sigma_b$ ) and yield strength ( $\sigma_{0.2}$ ) of the modified samples show that unlike to the modification by 0.7% (wt.) AlTiB, the addition of 0.2% (wt.) of powder mixture of Al – Ti – C system after HVED treatment does not reduce these characteristics compared to the control sample.



## Conclusions.

1. The possibility of using particles of metal powders treated by HVED in hydrocarbon liquid for the modification the structure of welds is shown.
2. It is shown that the addition of the mixture of powders obtained from the initial composition of 15% Al + 85% Ti by HVED treatment in kerosene as a grain refiner allows influencing the structure and properties of the cast aluminum alloy AK7<sub>pch</sub> (A357).

## References:

1. Tashev P., Alexiev N., Manolov V., Cherepanov A.N. Modifying the liquid phase with nanoscale powders in the process of welding and cladding. *The Research of the Science City*. 2017. Vol. 1, No. 1. P. 16–21.
2. Syzonenko O. M. , Prokhorenko S. V., Lypyan E. V., et al. Pulsed discharge preparation of a modifier of Ti–TiC system and its influence on the structure and properties of the metal. *Materials Science*. 2020. Vol. 56, No. 2. P. 232–239. DOI: 10.1007/s11003-020-00421-1.
3. Syzonenko O.M., Prystash M.S., Zaychenko A.D. Vykorystannya vysokokontsentryovanykh potokiv enerhiyi v poroshkoviy metalurhiyi dlya otrymannya karbidostaley [The use of highly concentrated energy flows in powder metallurgy for the production of sintered carbide steel]. Kyiv: Naukova dumka, 2020. 150 p.
4. Hong S.-M., Park J.-J., Park E.-K., et al. Fabrication of titanium carbide nano-powders by a very high speed planetary ball milling with a help of process control agents. *Powder Technology*. 2015. Vol. 274. P. 393–401. DOI: 10.1016/j.powtec.2015.01.047.
5. Sizonenko O., Vovchenko A. Pulsed discharge technologies of processing and obtainment of new materials (Review). *Machines. Technologies. Materials*. 2014. Vol. 8, No. 12. P. 41–44. URL: <https://stumejournals.com/journals/mtm/2014/12/41>.
6. Sizonenko O.N., Baglyuk G.A., Raichenko A.I., et al. Variation in the particle size of Fe–Ti–B<sub>4</sub>C powders induced by high-voltage electrical discharge. *Powder Metallurgy and Metal Ceramics*. 2012. Vol. 51, No. 3/4. P. 129–136. DOI: 10.1007/s11106-012-9407-4.
7. Sizonenko O. N., Baglyuk G. A., Raichenko A. I., et al. Effect of high-voltage discharge on the particle size of hard alloy powders. *Powder Metallurgy and Metal Ceramics*. 2011. Vol. 49, No. 11/12. P. 630–636. DOI: 10.1007/s11106-011-9280-6.
8. Gumiennya G., Szymczaka T., Pacyniaka T. Effect of modification on characteristic values of TDA curves. *Archives of Foundry Engineering*. 2014. Vol. 14, No. 1/2014. P. 91–96.

9. Sizonenko O., Prokhorenko S., Torpakov A., et al. The metal-matrix composites reinforced by the fullerenes. *AIP Advances*. 2018. 085317. DOI: 10.1063/1.5031195.

10. Sizonenko O.N., Grigoryev E. G., Pristash N. S., et al. Plasma methods of obtainment of multifunctional composite materials, dispersion-hardened by nanoparticles. *High Temperature Materials and Processes*. 2017. Vol. 36, No 9. P. 891–896. DOI: 10.1515/htmp-2016-0049.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-6>

**ВПЛИВ ПЕРЕДРЕКРИСТАЛІЗАЦІЙНОЇ  
ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ  
ТА ЩІЛЬНІСТЬ ДИСЛОКАЦІЙ СТАЛЕЙ**

**Макруха Т. О.**

*кандидат технічних наук,  
асистент кафедри матеріалознавства і технології металів  
Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова*

**Бобров М. М.**

*кандидат технічних наук,  
викладач кафедри матеріалознавства і технології металів  
Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова*

**Карпеченко А. А.**

*кандидат технічних наук, доцент,  
викладач кафедри матеріалознавства і технології металів  
Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова  
м. Миколаїв, Україна*

Сучасне машинобудування характеризується підвищеною інтенсивністю режимів експлуатації деталей машин і механізмів. Це вимагає постійного вдосконалення вузлів і агрегатів щодо забезпечення достатньої їх надійності та довговічності. Експлуатаційні

характеристики деталей машин в цілому, їх ресурс роботи визначаються переважно фізико-механічними властивостями здебільшого металів і сплавів, з яких вони виготовляються. Високі фізико-механічні властивості сталей досягаються наноструктуруванням. Тому актуальним завданням сучасного матеріалознавства є розробка методів отримання об'ємних наномасштабних металевих матеріалів з унікальними фізико-механічними властивостями. Досягається це переважно подрібненням структури (субструктури). В даний час найбільш поширеними металевими матеріалами залишаються сплави на основі заліза – сталі. Тому подрібнення структури конструкційних сталей є ефективним напрямком підвищення експлуатаційних властивостей техніки.

Подрібнення зеренної (субзеренної) структури до нанокристалічного стану здійснюють переважно найпоширенішими методами інтенсивної пластичної деформації (ПД). Однак наноструктурування деталей великого розміру методами ПД викликає значні технічні та технологічні труднощі і не є економічно доцільним. В останні десятиріччя розроблені і використовуються способи механотермічного і термомеханічного оброблення, що уможливають підвищити якість прокатних і кованих виробів шляхом формування переважно полігонізаційної субструктури. Для формування полігонізаційної субструктури використовується і фазовий наклеп (подвійне гартування). Ці способи забезпечують підвищення міцнісних характеристик сталей до 60%. Одержання полігонізаційної субструктури у високовуглецевих сталях за допомогою високотемпературного термомеханічного оброблення (ВТМО) при 1050 °С забезпечує підвищення міцності на 30%, а ударної в'язкості ~ у 2 рази. Можливості такого формування субструктури використовуються далеко не повністю через процеси динамічної і збиральної полігонізації, що мають місце при порівняно тривалому часу витримки за високої температури.

Крім того, на сьогодні відомі способи деформаційно-термічного оброблення металів і сплавів, які забезпечують підвищення твердості деформованих обтискуванням металів і сплавів. Суть методів полягає у формуванні полігонізаційної субструктури шляхом нагрівання металів та сплавів до температури початку первинної рекристалізації з короткочасною (до 10 хв) витримкою та наступним охолодженням до температури навколишнього середовища зі швидкістю, яка унеможливає ріст субзерен. Але залишаються невирішені задачі: отримання термічної стабільності сталей; збільшення кута розорієнтування субзерен; збільшення кількості наноструктурних елементів в сталях.

Процес рекристалізації є структурно чутливим, тому спосіб деформації, діючи на дислокаційну структуру металів та сплавів, буде визначати і схильність до рекристалізації. Відомо, що різниця в структурі, отриманої при різних швидкостях деформації, проводить до того, що при одній і тій же величині деформації початок рекристалізації зі збільшенням швидкості деформування протікає інтенсивніше.

Використання динамічної деформації дозволяє отримати у обробленому металі вищу у  $\sim 1,3$  рази щільність дислокацій, ніж при використанні статичної деформації.

З іншого боку, формування областей із високою щільністю дислокацій при наступній термічній обробці дозволяє ініціювати процеси полігонізації, які приводять до формування субзерен нанорозмірного діапазонів, що в свою чергу дозволяє значно підвищити механічні властивості обробленої сталі. Тому найкращі властивості металу після деформації і наступної термічної обробки мають спостерігатись у матеріалі, який після деформації має високу щільність деформацій, які при цьому рівномірно розподілені за його об'ємом.

Відомо, що використання статичної деформації дозволяє досягнути рівномірного розподілу дислокацій у матеріалі.

З огляду на це, перспективним видається наоформування виробів, які в процесі виготовлення піддаються двостадійній комбінованій деформації, яка складається із динамічної деформації та наступної статичної деформації, що дозволить створити максимально високу щільність дислокацій у сталях з їх рівномірним розподілом з метою уникнення явищ рекристалізації.

Мета роботи – встановлення закономірностей формування термічно стабільних полігонізаційних наномасштабних субзерен сталей з підвищеними фізико-механічними властивостями.

Для пошуку оптимального виду деформації проведено наступні дослідження комбінування: холодне прокатування та статичне деформування; динамічне деформування на з наступним статичним деформуванням під кутом  $90^\circ$ ; статичні деформації під кутом  $90^\circ$  одна відносно одної; холодне динамічне та статичне деформування, гаряче динамічне деформування при температурі  $880^\circ\text{C}$  та статичне деформування, тепле динамічне деформування при температурі  $300^\circ\text{C}$  та статичне деформування. Найкращих результатів по приросту механічних властивостей (твердості від 10%, міцності – від 15%) та стабілізації полігонізаційної субструктури дав спосіб комбінованого деформування холодної динамічної деформації на 30% з наступною статичною деформацією на 30%, тому його обрано оптимальним.

Результати дослідження механічних властивостей (твердість, міцність, пластичність) наведено в роботі [1, с. 8-10].

Оскільки збільшення щільності дислокацій та їх перерозподіл призводить до збільшення зсувних напруг, і, як наслідок, до зміцнення металів та сплавів, тому далі досліджували зміну величини щільності дислокацій по границях субзерен до та після передрекристалізаційної термічної обробки. Результати дослідження зміни щільності дислокацій у деформованих технічно чистому залізі та сталях до та після передрекристалізаційної термічної обробки наведено у роботі [1, с. 14].

Наведені дані свідчать про те, що у всіх досліджених матеріалах комбіноване деформування та ПТО, що забезпечує максимальні значення твердості, приводить до значного зростання щільності дислокацій порівняно із станом після комбінованої деформації, оскільки короткотривала витримка передрекристалізаційної термічної обробки призводить до кінетично неспокійного стану металу, внаслідок чого з'являються нові дислокації різного знаку, тоді як вже наявні дислокації ще не зазнали анігіляції.

Збільшення тривалості витримки ПТО призводить до суттєвого зниження щільності дислокацій, що, ймовірно, пов'язано з початком протікання процесів полігонізації та рекристалізації, які супроводжуються анігіляцією дислокацій різного знаку.

Таким чином, встановлено, що стабілізація полігонізаційної субструктури забезпечується комбінуванням одновісних деформацій на стискування, а саме динамічної на 30% та статичної на 30%, з наступною передрекристалізаційною термічною обробкою при температурі початку первинної рекристалізації, а це забезпечує підвищення міцнісних характеристик на 10...30% при достатній пластичності, при цьому щільність дислокацій сталей після передрекристалізаційної термічної обробки збільшується у 2-3 рази відносно деформованого стану.

### Література:

1. Макруха Т. О. Підвищення фізико-механічних властивостей сталей формуванням полігонізаційних наномасштабних субзерен : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.02.01. Херсон, 2020. 23 с.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-7>

## **MODIFICATION OF REPAIR COATINGS BY INPUTTING A NATURAL COMPONENT – CLAY**

**Rybalko I. M.**

*Candidate of Technical Sciences,  
Senior Lecturer of the Department of technological systems  
of repair production  
Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture*

**Skoblo T. S.**

*Doctor of Technical Sciences,  
Professor of the Department of technological systems of repair production  
Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture  
Kharkiv, Ukraine*

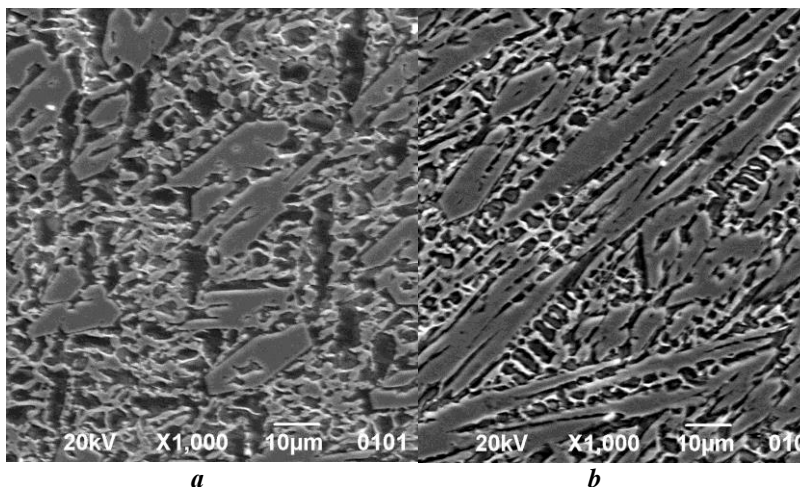
The purpose of the research was to investigate the possibility of using natural raw materials – bentonite clay – to modify the clad metal coating.

The most effective modifying additive is bentonite clay with a fine-grained powder fraction [1; 2]. Its influence on changing the structural state of the surface of cultivator tines during surfacing can contribute to an increase in wear resistance, especially considering the fact that the components and their compounds in it are in the soil with which these products work and they are close in composition. When selecting such a natural substance for the modification, it was assumed that its admixture is available for usage and it includes increased Si and Al content and these components are partially in compounds with oxygen ( $\text{SiO}_2$  and  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). In the particular case under consideration, the chemical composition of bentonite clay has, in percentage correlation: 1.65 Fe; 0.25 K; 0.15 Ca; 0.06 S; 0.2 Mn; 54.88 Si; 32.42 Al; 0.3 Na; 0.2 Mg.

Considering the fact that the most effective modifying additive of such admixture, which is 5-7% of the electrode share, it will be as follows, in percentage correlation: 0,10 Fe; 0,02 K; 0,01 Ca; 0,004 S; 0,012 Mn; 3,3 Si; 1,95 Al. With a decrease in the share of its addition in the coating, the effect of modification is significantly reduced, because the carbide phase in the arc deposition is not evenly crushed, as well as the grain size changes only in local areas. The increase in the share of admixture (> 10-12%) leads to the appearance and growth of complex nonmetallic

inclusions, which reduces the quality of the coating. In this case, microhardness inhomogeneity also occurs.

Arc deposition coatings in both cases form a martensite structure (Fig. 1).



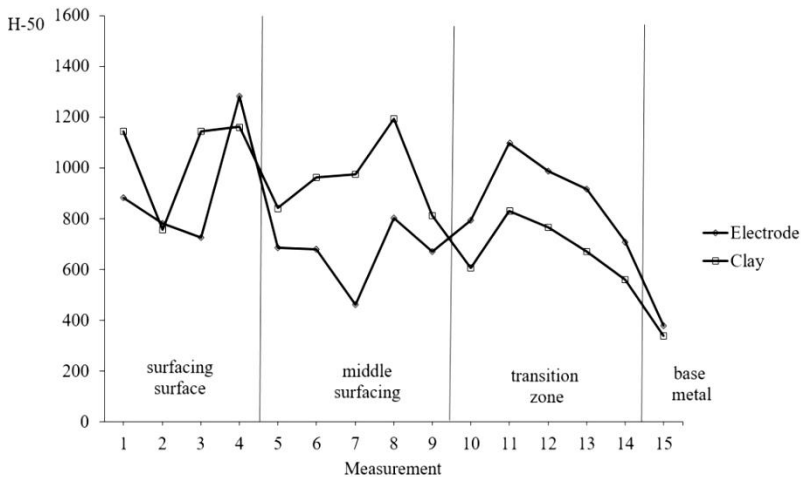
**Fig. 1 The formed structure during arc deposition:**  
*a – with electrode; b – with additional modification with clay*

To use this modifying additive it was dried at  $t = 240^{\circ}\text{C}$  and then milled in a ball mill to a grain size of 40-50 microns for 2 hours. After that, glue was added to the powder, stirred and applied to the electrode, dried at  $t = 180^{\circ}\text{C}$ , and then used to form the coating by arc deposition.

It is established that such technological process of modification provides the change in structure formation. The carbide phase is crushed, it is distributed more evenly and its share increases by 30%, the transition zone and thermal influence decrease by 40 and 30% respectively, and the degree of penetration of thin-walled cultivator tines decreases and is only 60%, while without modification with clay its damageability is noted.

Microhardness also changes slightly due to such modification (fig. 2). It was established that irrespective of measurements direction – crosswise or longitudinal (was estimated on diagonals of prints) at optimal modification microhardness is more uniform and changes in coating from H-50-671,6 (matrix) and to H-50-1193,9 (carbides), and without modification from H-50-686,1 to H-50-1283,3 respectively. The high level

of microhardness in an initial condition of a covering (without modification) corresponds to a transition zone and is connected with that contains the most part of rough inclusions of a carbide phase in this variant and defines change of indicators, and also depends on exertion level. The total share of the crushed carbide inclusions increases with clay modification. Their share increases by 20% due to decrease of fluid bath temperature during coating with modifying additive. We analyzed the composition in the hardened, reduced layer and evaluated the local distribution of components included in the modifying additive and T-620 electrode (chemical composition, in percentage correlation: 3.0 C; 2.2 Si; 1.2 Mn; 22.5 Cr; 0.7 Te; 0.8 B; 0.03 S).



**Fig. 2 Change of microhardness according to the depth of coating:**  
*a – with electrode T-620; b – with additional input of bentonite clay*

It is found that carbon, Ti, Ca, Al are distributed quite evenly, Cr is detected only in the structurally free carbide phases, and Mo, Mn in the matrix phase. The largest share of Si is concentrated in the matrix phase, and this component is also distributed in the more massive inclusions of chromium carbides (divides them into separate fragments and they become thinner). Iron is not detected in chromium carbides, so they can be attributed to inclusions  $\text{Cr}_7\text{C}_3$  (eutectic), and matrix to  $\text{Cr}_{23}\text{C}_6$ . The distribution of oxygen is heterogeneous, but, as shown by local spectral microanalysis, its share does not exceed 15.98%.



It was also necessary to establish the strength of the connection between the coating and the base metal in order to use such a modifying additive. The evaluation was carried out using the microhardness measurement method, where it was shown that a load of even up to 1 kg on the indenter did not contribute to the damage of the connection. This can be explained by the fact that during modification the stresses in the boundary transition layer of the coating also decrease. Table 1 shows the results of bench wear tests, which show that the wear coefficient is 2.2 times lower in comparison with the original steel 65G and 1.4 times lower in relation to arc deposition with only electrode T-620 [3].

Table 1

**Wear resistance test under abrasive conditions**

<b>№ n/a</b>	<b>Strengthening option</b>	<b>Wear rate</b>
1	Initial material cultivator tines steel 65G	1.0
2	Arc deposition with T-620 electrode	0.62
3	Arc deposition with T-620 electrode with additional modification of bentonitic clay (5-7%)	0.45

Based on the obtained results of modifying the restorative coating with a natural component – bentonite clay, it is characterized by increased properties, which allows to significantly reduce the costs of using modifiers in production. Such a charge is available for usage by small enterprises when restoring parts, especially those who work with soil.

The proposed technological process of modification provides a change and structure formation, the carbide phase is crushed and distributed more evenly and its proportion increases by 30%, the transition zone and thermal influence decreases by 40 and 30% respectively, and the degree of penetration of thin-walled cultivator tine decreases and is only 60%.

At optimum modification with 5-7% bentonite clay microhardness is more homogeneous and varies in coating from H-50-671,6 (matrix) and up to H-50-1193,9 (carbides). Technical field tests determined that the wear coefficient is 2.2 times lower compared to the original steel 65G and 1.4 times lower in relation to arc deposition only with electrode T-620.

**References:**

1. Применение модифицирующей присадки – глины при восстановительной наплавке деталей / Т.С. Скобло, И.Н. Рыбалко, А.И. Сидашенко, А.В. Тихонов. *Сварочное производство*. 2020. № 7. С. 41-49.
2. Спосіб підвищення якості та експлуатаційної стійкості відновлюючих покриттів їх модифікуванням маловитратною домішкою: пат. 147660 Україна: МПК С23С 4/131 (2016.01). № 2020 08115. заявл. 18.12.2020. опубл. 02.06.2021. Бюл. № 22. 4 с.
3. Improving the wear resistance of hoe blades by modifying of restoration coatings / T.S. Skoblo, I.N. Rybalko, A.V. Tihonov, T.V. Maltsev. *Problems of Tribology*. 2019. 94 (4). P. 27-31.

## INDUSTRIAL ENGINEERING

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-8>

### IMPROVING THE RELIABILITY OF CUTTER KNIVES BY IMPROVING THE MANUFACTURING PROCESS

**Babanov I. G.**

*Ph.D, Associate Professor,  
Department of Catering Technology  
Higher Education Institution «Open International University  
of Human Development 'UKRAINE'»*

**Dolomakin Yu. Yu.**

*Ph.D, Associate Professor,  
Department of Machines and Apparatuses  
for Food and Pharmaceutical Productions  
National University of Food Technologies*

**Babanova O. I.**

*Senior Lecturer at the Department of Machines and Apparatuses  
for Food and Pharmaceutical Productions  
National University of Food Technologies  
Kyiv, Ukraine*

In the meat processing industry, cutters equipped with a set of sickle-shaped knives are widely used, which have low indicators of durability and reliability, primarily due to their design and technological imperfection. Cutter knives are wear parts, but the issue of their restoration is practically unexplored.

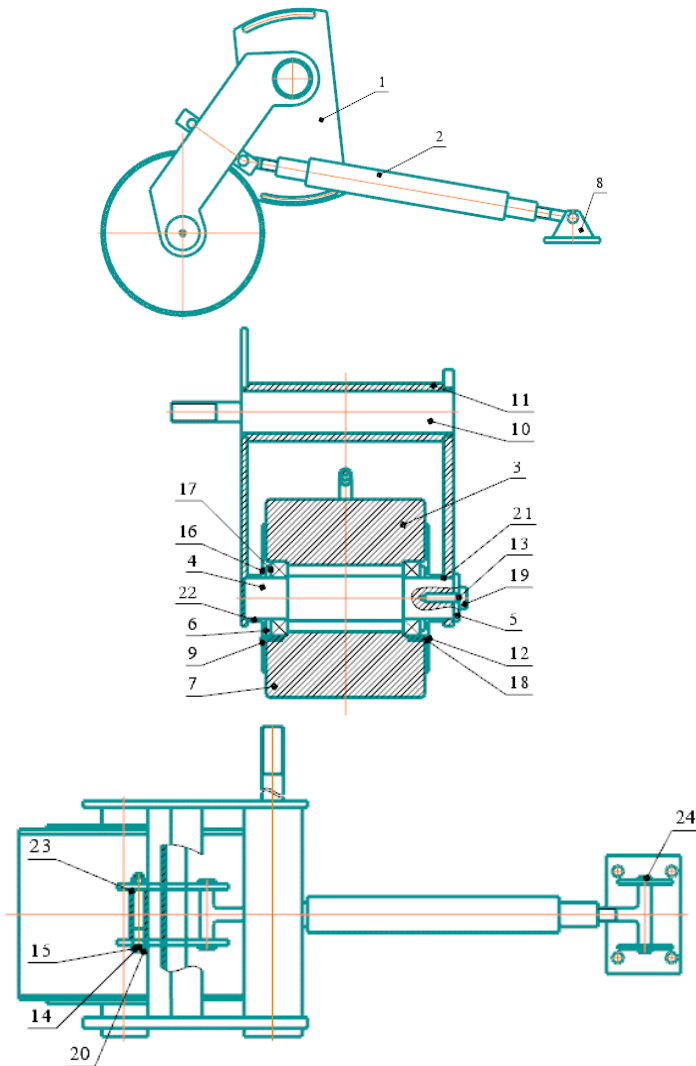
Analysis of designs allowed to identify shortcomings in the operation of the cutter L5-FKB and ensure the modernization of this unit of equipment, namely modernization of the tensioning device of the drive mechanism. Also, in the meat processing industry there is an unfavorable situation when there are no progressive methods and appropriate equipment for the production of this type of cutting tools that meet modern requirements. Thus, the problem of improving the reliability of knives and providing them cutter, is very urgent.

The purpose of the study is to modernize the tensioning device of the drive mechanism, which will improve the quality of minced meat and increase the reliability of cutter knives by improving the manufacturing technology and restoration.

Results. It was found that during the operation of the cutter knives are intensively worn under the influence of a complex of physical-mechanical and chemical effects with the active participation of the processed product. The dominant defects are cutting edge wear 57% and blade breakage 41% as a result of significant bending loads. Series cutter knives are characterized by low reliability indicators due to their design and technological imperfection. In addition, Cutter knives after use are practically unusable for restoration.

Elimination of drawbacks inherent in serial cutter knives is based on their structural and technological improvement and consists in scientific substantiation of multilayered construction which allows, by using 40X13 steel with hardness HRC 56 as outer layers, and 40X13 steel with hardness HRC 24 as inner layers, to reduce stressed state of products and thereby to increase reliability and durability indicators, and also to provide possibility of cutting tool restoration. By analyzing the indicators characterizing the quality, it was found that: the microhardness of the cutting part of the experimental knives is higher than the serial knives by 24%, which confirms the hypothesis about the possibility of strengthening the blade. The inner layer of the experimental knife has an impact toughness of 82 J/cm<sup>2</sup>, which contributes to its resistance to bending loads; macro- and microstructural studies of cutter knives indicate the absence of visible microcracks along the blade contour and rivet holes, as well as the strengthening of the blade structure.

Tensioning device (fig. 1), which it is proposed to install, consists of a roller mounted on rolling bearings fixed on the axle. The axle is fixed in the tensioner housing. The roller is moved and the belt transmission is carried out with the help of traction fixed in the rack by means of a pin. The roller is made of fluoroplastic F-40, ensures its durability. The body of the clamp is mounted on an axle connected to the cutter body.



**Fig. 1. Modernized clamp:**

*1 – the body of the stretching annexe; 2 – rod; 3 – roller; 4, 10 – axis; 5 – ring; 6 – cover; 7 – lug; 8 – support; 9 – gasket; 11 – duct; 12, 13, 14 – bolt; 15 – locknut; 16 – cuff; 17 – bearing; 18, 19, 20 – collar. 21, 22, 23 – cartridge; 24 – pin*

Operational tests established that the service life of the experimental knives increases by 62%, and it was found that the greatest resistance to blunting is characteristic of multilayer knives with a sharpening angle of 12-G-150. Blades are characterized by improved performance characteristics: in resistance to blunting by 42%, in productivity by 30%, energy consumption by 23%, quality of minced meat by 30% compared with serial analogues. Economic calculation showed that the modernization of the cutter L5-FKB is expedient, as the economic effect is achieved by improving the quality of products.

#### **References:**

1. Гутуев М. Ш., Пахарев А.В. Исследование процесса эксплуатации ножей куттеров / В сб. науч. трудов. «Молодые ученые СГАУ им. Н. И. Вавилова Агропром комплекса Поволжского региона». Саратов: Издательство СГАУ им. Н.И. Вавилова, 200. С. 239-243.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-9>

## **ТЕНДЕНЦІЇ УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДЛЯ СОРТУВАННЯ ТА ОЧИЩЕННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ**

**Лузан П. Г.**

*кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри сільськогосподарського машинобудування  
Центральноукраїнський національний технічний університет*

**Петренко Д. І.**

*кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри сільськогосподарського машинобудування  
Центральноукраїнський національний технічний університет*

**Лузан О. Р.**

*кандидат технічних наук,  
старший викладач кафедри сільськогосподарського машинобудування  
Центральноукраїнський національний технічний університет  
м. Кропивницький, Україна*

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва потребує створення принципово нової високопродуктивної техніки, яка б забезпечувала не тільки ріст продуктивності праці, але й суттєву економію матеріальних та енергетичних ресурсів [1; 2; 3].

Сортування та очищення сипких матеріалів є найбільш енергозатратними операціями для сільського господарства, борошномельної, круп'яної, елеваторної, харчової, хімічної, гірничо-збагачувальної та інших галузей промисловості.

В рейтингу світових виробників зерна за результатами 2019/20 маркетингового року Україна зайняла 8 місце, було зібрано – 25,5 млн. т пшениці у тому ж році світовий урожай поставив новий рекорд і склав – 776,5 млн. т [4]. При таких обсягах виробництва зерна навіть незначне зменшення використання енергетичних ресурсів при його переробці, дозволить отримати значний економічний ефект та забезпечити сталий розвиток сільськогосподарського виробництва [5].

Метою роботи є удосконалення робочих органів машин для сортування та очищення сипких матеріалів.

Аналіз машин для сортування та очищення показує, що їх удосконалення протягом останніх десятиліть не призводить до зниження енергоємності процесів сепарації, а і навіть має тенденцію до підвищення.

Таке положення в значній мірі обумовлено тим, що вдосконалення машин не торкається принципів особливостей роботи їх основних робочих органів, а в більшості випадків направлене на удосконалення функціонування машини в цілому (транспортування зерна до машини, відведення очищеного зерна, очищення решіт, самопересування і т.п.) [6].

Проведений аналіз роботи плоских решіт дозволив визначити перспективні напрями вдосконалення їх конструкції. Встановлено, що недоліками таких решіт є їх забивання під час роботи. Для їх очищення встановлюються очисні пристрої, на привод яких витрачається значна кількість енергії [7; 8].

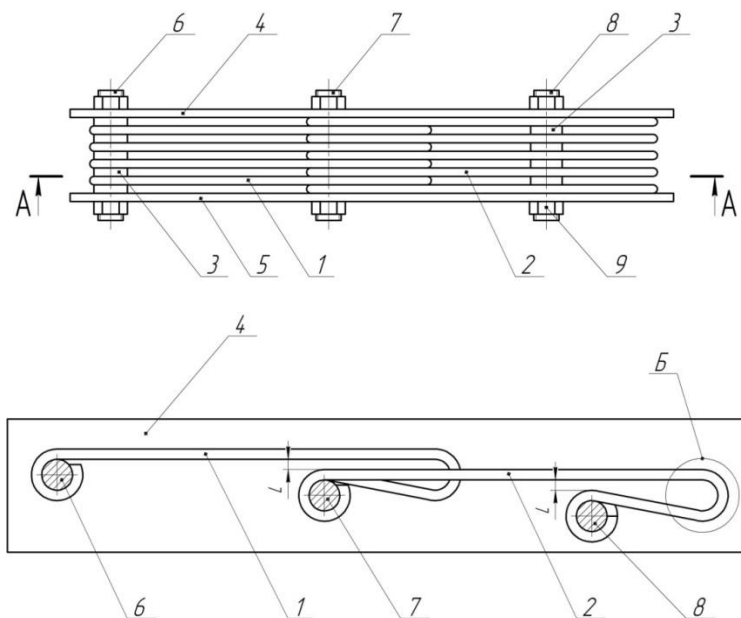
Один із напрямів рішення проблеми полягає у використанні решіт з нескінченими щілинами, ширина яких збільшується в напрямку руху оброблюваного матеріалу. Однак складність виготовлення і невисока продуктивність розділення матеріалів не дозволяє широко впровадити їх у виробництво. Більш перспективною, на наш погляд, є конструкція решета (рис. 1), розробленого на кафедрі сільськогосподарського машинобудування Центральноукраїнського національного технічного університету [9].

В решеті, виконаному з набору повздовжніх стержнів у вигляді декількох каскадів скріплених щоковинами, між якими утворюються щілини, що розширюються у бік руху оброблюваного сипкого матеріалу. Розширення щілин у бік руху оброблюваного сипкого матеріалу створюється прогинанням стержнів в їх кінцевій частині.

Решето складається із каскадів створених повздовжніми стержнями 1, 2 зігнутих у кінцевій частині (*Б*), між якими встановлені калібруючі шайби 3 і скріплені між собою щоковинами 4, 5 за допомогою осей 6, 7, 8 гайками 9. Завдяки тому, що стержні зігнуті в кінцевій частині вони можуть прогинатися, а величина їх прогину *L* обмежується осями 7, 8.

Розділення сипких матеріалів відбувається наступним чином. Оброблюваний матеріал переміщується по решету, де дрібна фракція проходить крізь щілини решета, а крупна сходить з нього в кінцевій частині. Якщо фракція сипкого матеріалу з розмірами близькими до розмірів щілин застрягає в них, то завдяки тому, що стержні мають можливість хаотично прогинатися в кінцевій частині і ширина щілин збільшується, решето самоочищається.





**Рис. 1. Решето, виконане з набору повздовжніх стержнів**

Запропонована конструкція решета має такі переваги перед існуючими:

- спрощується конструкція та металоємність зерноочисних та інших подібних машин створених на їх основі;
- кругла форма прутків сприяє кращій орієнтації проходових часток відносно щілин решета;
- можливість застосування таких решіт в існуючих традиційних машинах без суттєвої зміни їх конструкції;
- підвищується якість розділення сипких матеріалів.

Випробування показали, що матеріалоємність зерноочисних машин, створених на основі таких решіт зменшується на 10-12% порівняно з існуючими машинами, а якість розділення на фракції підвищується на 14-16%.

### Література:

1. Шмат С.І, Лузан П.Г. Ресурсозберігаючі технології вирощування сільськогосподарських культур. *Механізація та електрифікація сільського господарства* : міжвідомчий тематичний науковий збірник. Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ». 2010. Вип. 94. С. 126–133.
2. Сало В.М. Шмат С.І., Лузан П.Г. Тенденції сталого розвитку сучасного сільськогосподарського машинобудування в Україні і за рубежом. *Задачи земледельческой механики в XXI веке* : сб. материалов конф. Междунар. научн.-техн. интернет конф., 2-10 ноября 2011 г. Дослідницьке: Мелітополь, 2011. С. 61–65. URL: [www.tsaa.org.ua](http://www.tsaa.org.ua).
3. Решета Фадеева для зерноочистительных машин. *Fadeev agro* : веб-сайт. URL: <https://www.fadeevagro.com/products/resheto-fadeeva/> (дата звернення: 27.06.2021).
4. ТОП-10 стран-производителей пшеницы в 2020/21 МГ. *Главный сайт об агробизнесе*. URL: <https://latifundist.com/rating/top-10-stran-proizvoditelej-pshenitsy-v-202021-mg> (дата звернення 27.06.2021).
5. Основи сталого розвитку аграрного сектора: Досвід та знання Франції, Чеської республіки, України / За заг. ред. Я. Сансебе, Т.М. Димань. Біла Церква: ТОВ «Офсет», 2006. 304 с.
6. Сало В.М., Лузан П.Г., Д.В. Богатирьов. Наукові основи сепарації зерна на решетах з клиноподібною формою отворів. Монографія. Кіровоград: СПД ФО Лисенко В.Ф., 2013. 148 с.
7. Лузан П.Г., Лузан О.Р., Петренко Д.І. Обґрунтування параметрів решета для сепарації зерна. Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. *Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація*. 2016. Вип. 29. С. 46–53.
8. Лузан П.Г. Кісільов Р.В., Лузан О.Р. Обґрунтування параметрів решета з щілинами непостійного розміру. *Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. 2019. Вип. 49. С. 147-154. DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2019.49.147-154>.
9. Решето: пат. на корисну модель 138274 Україна: МПК В07В 13/07. №ч 2019 04666; заявл. 02.05.2019; опубл. 25.11.2019, Бюл. № 22.

## METALLURGY

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-10>

### СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОХЛАЖДАЮЩИХ КАЧЕСТВ МИНЕРАЛЬНОГО МАСЛА ПРИ ЗАКАЛКЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

**Проценко Л. Н.**

*научный сотрудник*

*Институт теплофизики Национальной академии наук Украины*

**Разумцева О. В.**

*младший научный сотрудник*

*Институт теплофизики Национальной академии наук Украины  
г. Киев, Украина*

**Введение.** Для экономии материальных средств в технологическом процессе закалки металлических изделий, необходимо применять их периодическую регенерацию для восстановления свойств закалочных сред. В ходе эксплуатации масел, как охлаждающей жидкости, в них накапливаются продукты окисления, засорения, которые резко понижают их охлаждающие способности. Масла, имеющие загрязняющие примеси, неспособны удовлетворять предъявляемым к ним требованиям и должны быть или заменены новыми маслами, или подвергнуты регенерации.

Для восстановления отработанных масел применяются разнообразные технологические операции, основанные на физических, физико-химических и химических процессах и заключающиеся в обработке с целью удаления из него продуктов окисления и загрязнения. В качестве технологических процессов очистки обычно применяются следующие методы: механический – для удаления из масла воды и твердых загрязнений; теплофизический – выпаривание, вакуумная перегонка; физико-химический – коагуляция, адсорбция. Если их недостаточно, используются химические способы регенерации масел, связанные с применением более сложного оборудования и большими затратами.

Восстановление отработанного масла хоть и является дорогостоящим процессом, но позволяет, в частности, рационально использовать материальные ресурсы с минимизацией отходов и негативного воздействия на экологию окружающей среды.

При использовании выше указанных методов регенерации отработанных масел при всех достоинствах перечисленных методов, необходимо прерывать технологический процесс термообработки деталей: сливать масло для обработки его различными реагентами, пропускать масло через фильтрующие материалы и т. д. Все это является неприемлемым для непрерывного технологического процесса.

**Основная часть.** В данной работе приведены результаты изучения восстановления охлаждающих свойств отработанного закалочного минерального масла путем сравнения скоростей охлаждения исходного и отработанного масел при добавлении свежего исходного масла к отработанному.

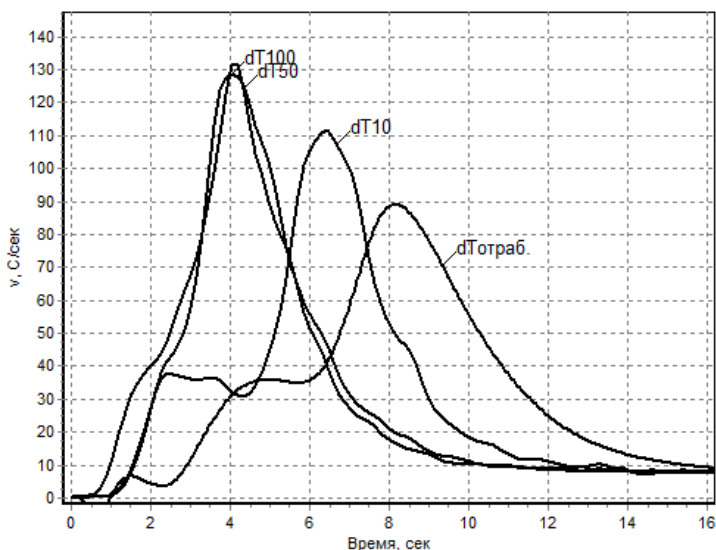
Основная функция закалочной жидкости состоит в том, чтобы обеспечивать скорость теплоотдачи от детали к закалочной среде во время процесса закалки и получать желаемую микроструктуру и, соответственно, механические свойства, включая твердость, прочность на растяжение и усталость, а также ударную вязкость. Одновременно, в процессе закалки необходимо контролировать остаточные напряжения и минимизировать возможность деформации и растрескивания изделия. По измеренной температуре закалочной среды можно рассчитать кривую скорости охлаждения в зависимости от времени или температуры процесса. Также можно легко вычислить время, необходимое для охлаждения до любой температуры, температуру в любое время и время охлаждения в любом температурном диапазоне [1].

В качестве охлаждающей среды использовалось минеральное масло Гартол, которое широко применяется в промышленности. Оно представляет собой раствор на основе минерального масла И20 и специальных присадок, регулирующих охлаждающие, моюще-диспергирующие и антиокислительные свойства, что обеспечивает оптимальную скорость охлаждения, стойкость к старению и термодеструкции в процессе эксплуатации, минимизирует образование шлама и облегчает его удаление с поверхности.

Опыты проводились на исходном, чистом, масле и отработанном, в качестве закалочной среды в течение шести месяцев, которое в значительной степени утратило свои охлаждающие свойства, а также образцах с добавлением к отработанному маслу чистого

(нового) масла в различных процентных соотношениях (10% и 50%). В результате проведенных экспериментов были получены температурные кривые, рассчитана скорость охлаждения. Эффективность регенерации оценивалась по восстановлению охлаждающих свойств путем оценки стандартных показателей охлаждения термозонда и продолжительности пленочного кипения, которое является нежелательным при закалке металлических изделий. Отсутствие процесса пленочного кипения, особенно процесса локального пленочного кипения, обеспечивает равномерное охлаждение и уменьшение деформации закаливаемых деталей [2; 3].

При длительном использовании закалочной жидкости в процессе закалки металлических изделий происходит значительная потеря ее охлаждающих свойств. Это хорошо видно по уменьшению максимальной скорости охлаждения. Проведенные эксперименты подтвердили возможность регенерации охлаждающих свойств закалочной жидкости путем замены части отработанной среды новой, вместо полной ее замены.



**Рис. 1. Скорость охлаждения термозонда в минеральном масле:**  
*dT100 – новое, чистое масло; dTотраб. – отработанное 6 месяцев;*  
*dT10 – отработанное с добавкой 10% чистого; dT50 – отработанное*  
*с добавкой 50% чистого масла*

В результате анализа полученных графиков для исходного масла и отработанного масла, с добавлением чистого масла в разных соотношениях, можно сделать вывод, что оптимальным, с точки зрения восстановления охлаждающих свойств, является образец с 50% добавкой чистого масла к отработанному.

Очевидно, существует критическая масса, или процентное содержание новой закалочной жидкости, ниже которой эффект уменьшения длительности пленочного кипения не имеет места. Этот вопрос является предметом дальнейших исследований.

**Выводы.** Предложен экономичный метод регенерации закалочных свойств отработанного минерального масла путем частичной его замены, практически полностью восстанавливающий первоначальную охлаждающую способность закалочного масла.

Добавление к отработанному маслу 50% чистого, позволяет практически полностью восстановить его охлаждающую способность, что дает возможность говорить о 50% экономии охлаждающей среды, в отличие от ее полной замены на новую.

Результаты исследования дают основания рекомендовать регулярное проведение контрольного тестирования закалочной среды с целью определения стабильности качества ее работы.

### Литература:

1. Москаленко А. А., Симаченко А. В., Зотов Е. Н., Добривечер В. В., Дейнеко Л. Н., Кимстач Т. В., Проценко Л. Н. Разработка аппаратно-программного комплекса для определения охлаждающих свойств закалочных сред. *Строительство, материаловедение, машиностроение. Сборник научных трудов. Серия: Стародубовские чтения*, 2009. Днепропетровск, 2009, С. 99-105.

2. Зотов Е. Н., Москаленко А. А., Добривечер В. В., Кобаско Н. И., Дейнеко Л.Н. Использование программы IQLab для выбора оптимальных режимов процесса термообработки стальных изделий. *Сборник докладов 6-ой Международной конференции «Оборудование и технологии термической обработки металлов и сплавов», (ОТТОМ-6)*, ч.II, Харьков, ННЦ ХФТИ, ИПЦ «Контраст», 2005. С. 106-115.

3. Зотов Е. Н., Москаленко А. А., Разумцева О. В., Проценко Л. Н., Добривечер В. В. Особенности применения программы IQLab при решении обратной задачи теплопроводности для хромоникелевых цилиндрических термозондов. *Промышленная теплотехника*. 2018. Т. 40, № 3. С. 91-96.

## **ELECTRIC POWER ENGINEERING, ELECTRIC ENGINEERING AND ELECTROMECHANICS**

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-11>

### **ДО ПИТАНЬ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПОБІГАННЯ ПОШИРЕННЯ ПОЖЕЖИ ПІД ЧАС ПОШКОДЖЕННЯ МАСЛОНАПОВНЕНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ**

**Климась Р. В.**

*начальник відділу*

*Інститут державного управління та наукових досліджень  
з цивільного захисту*

**Балло Я. В.**

*кандидат технічних наук,*

*заступник начальника відділу*

*Інститут державного управління та наукових досліджень  
з цивільного захисту  
м. Київ, Україна*

Забезпечення пожежної безпеки під час експлуатації маслонаповнених трансформаторів є важливою складовою енергетичної безпеки та вимагає висококваліфікованого кадрового забезпечення, постійне удосконалення технологій, а також систематичного комплексу превентивних та інженерно-технічних заходів.

На сьогоднішній день в Україні під час проектування, будівництва або реконструкції та технічного переоснащення маслонаповнених трансформаторів основоположним документом є Правила улаштування електроустановок (далі – ПУЕ), які в свою чергу враховують вимоги національних стандартів, будівельних норм і правил, а також галузевих нормативів та інших документів, які належать до предмету регулювання ПУЕ.

В роботах [2-3] приведений аналіз особливостей конструктивних параметрів електротрансформаторів, особливості категорій за пожежною та вибухопожежною небезпекою, а також дослідження впливу параметрів електричної мережі на вибір апаратів захисту електроустановок у вибухонебезпечних зонах.

Разом із тим, аналіз пожеж та їх наслідків на під час експлуатації маслонаповнених трансформаторів показав, що ряд їх конструктивних параметрів негативно впливають на ефективність запобігання поширення пожежі під час пошкодження маслонаповнених трансформаторів. Руйнування керамічного ізолятора або розгерметизація масляного бака і подальший вихід обладнання з ладу, як правило є наслідком довготривалої експлуатації та є процесом, який важко передбачити та можливо виявити лише при постійному моніторингу стану корпусу маслонаповнених трансформаторів.

Згідно з вимог [1] 7 Для запобігання розтіканню масла і поширенню пожежі під час пошкодження маслонаповнених силових трансформаторів (шунтувальних реакторів) з кількістю масла понад 1 т в одиниці (в одному баку) потрібно застосовувати маслоприймачі з відведенням масла масловідводами в маслозбірники. Для трансформаторів (реакторів) потужністю до 10 МВ·А і маслонаповнених бакових вимикачів на напругу 110 кВ і вище дозволено виконувати маслоприймачі без відведення масла. Об'єм маслоприймача з відведенням масла потрібно розраховувати на приймання 100% масла, залитого в трансформатор.

Під час влаштування маслоприймачів для відведення масла діє вимога щодо влаштування ухилу, не менше ніж 0,005 у бік приямка, який має бути засипаним чистим гравієм чи промитим гранітним щебенем. Разом із тим, слід розуміти, що ухил в 0,005, що відповідає значенню 5 мм на 1 м довжини є фактично значення шорсткості поверхні бетонної площадки та навіть не задовольняє вимогам [5] щодо забезпечення відводу дощових та талих вод.

При розгерметизації масляного бака в середині якого знаходиться масло з робочою температурою від 150°C до 270°C, при контакті масла з повітрям може виникнути ефект самозаймання, при цьому фактична відсутність ухилу площадки може спричинити неконтрольоване розтікання трансформаторного масла по площадці, що відповідно негативно впливатиме на локалізацію пожежі та обмеження її подальшого поширення.

Таким чином постає завдання обґрунтувати параметри ухилу площадки маслоприймачів для відведення масла вразі пошкодження маслонаповнених силових трансформаторів. Під час проведення досліджень відтворено масштабну модель 1:10 маслонаповненого трансформатору та відповідно маслоприймача з бортовим огородженням і маслозбірний приямок. Під час проведення досліджень визначався вплив значення ухилу маслоприймачів до маслозбірного



прямку на процес обмеження поширення пожежі. Під час досліджень прийнято наступні ухили у бік напрямку: 0 м, 0,025 м та 0,05 м. Маслоприймач відповідно до вимог [1] засипаний щебенем фракцією від 30 мм до 70 мм. Суть методу дослідження полягала в імітації відведення однакової кількості масла (350 л), яке загорілося до маслозбірного напрямку через маслоприймач заповнений щебнем при різних значеннях ухилу. На рисунку 1 наведено фото натурного випробування.



**Рис. 1. Фрагмент натурних випробувань стенду масла приймача:**  
*a – ухил маслоприймача у бік напрямку 0 м, б – ухил маслоприймача у бік напрямку 0,05 м*

За результатом натурних досліджень виявлено, що фактична відсутність ухилу у бік напрямку спричиняє швидке наповнення маслоприймача, відсутність дренажу та як наслідок утворення на поверхні щебеню шару горючого масла над поверхнею щебеню, що спричинено зменшенням швидкості його фільтрації крізь шар щебеневої засипки та повільним витіканням до напрямку маслозбірника. Зазначене явище є негативним та спричиняє збільшення площі пожежі фактично в 2 рази за даних умов досліджень, а також супроводжується горінням масла в маслозбірному напрямку. Серед перспективних завдань залишається дослідження умов теплопередачі, а саме дослідження параметрів забезпечення зменшення температури масла до значень, які задовольняють умови відсутності горіння або його самозаймання в маслозбірному напрямку.

### Література:

1. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ) / Наказ Міненерговугілля України від 21.07.2017 № 476 С. 490-493.
2. Климась Р.В., Одинець А.В. Аналіз стану з пожежами та їх наслідків в Україні у 2020 році. *Пожежна та техногенна безпека*. К.: № 3 (90), 2021. С. 3-5.
3. Батенько П.В. Захист трансформаторів напруги від пошкоджень ферорезонансними процесами в електромережах з заземленою нейтраллю [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.14.02 / Національний ун-т «Львівська політехніка». Л., 2005. 16 с.; рис.
4. Березницький Д.О. Діагностування допоміжних трансформаторів та систем технологічних захистів енергоблока теплової електростанції [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.14.02 / Березницький Дмитро Олександрович ; Вінницький національний технічний ун-т. Вінниця, 2009. 19 с.
5. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення до проектування – [чинні від 2014-01-01]. К.: Мінрегіон України // вид-во ДП Укрархбудінформ, 2014. 172 с. (Державні будівельні норми).

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-12>

**A PRINCIPALLY NEW CONTROL SYSTEM  
FOR OPERATING MODES OF THE INTEGRATED POWER  
SYSTEM OF UKRAINE USING AUTOMATICALLY  
CONTROLLED ELECTRIC POWER COMPLEXES**

**Lenchevsky Ye. A.**

*Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher,  
Senior Scientific Researcher at the Department  
of Forecasting the Development and Management  
of the Electric Power Industry*

*Institute of General Energy of National Academy of Sciences of Ukraine*

**Teslenko O. I.**

*Candidate of Technical Sciences,  
Senior Scientific Researcher at the Department  
of Energy Efficiency and Optimization of Energy Consumption  
Institute of General Energy of National Academy of Sciences of Ukraine  
Kyiv, Ukraine*

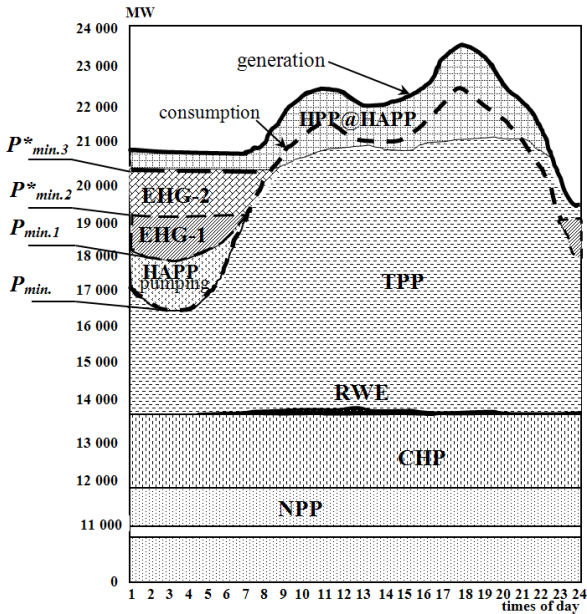
Studies conducted at the Institute of General Energy of the National Academy of Sciences of Ukraine have shown that there is a promising opportunity to implement a project aimed at eliminating the existing deficit of maneuverability. It is proposed to do this by showing the indicators of economic and environmental efficiency in the Integrated Power System of Ukraine (IPSU).

The possibility of creating a fundamentally new system of automatic frequency and power control using modern consumer- regulators was economically justified in [1, p. 20-28.]. the possibility of using automatically controlled loading of electric heat generator complexes (EHG) as operating means of the automated control dispatch system (ACDS) was considered in [2, p. 50-57; 3, p. 53 – 58].

It is assumed that the EHG complexes will include powerful electric boilers and technologically involved in existing CHPs and heat plants of the cities, which will have automatic control only from the existing ACDS of the IPSU.

For example, in Fig. 1 demonstrated the daily schedule of generation/ consumption of electric energy (DSEE) of the IPSU, for 14.02.2017, which

conditionally shows the processes of compaction of this daily schedule automatically controlled load of EHG complexes.



**Fig. 1. Daily schedule of electricity production / consumption of the IPSU, for 14.02.2017, where the load of EHG complexes is used to raise the minimum level of the DSEE load to a new higher level**

According to statistics in 2017, about 36 units of thermal power plants (TPP) were used daily to cover the DSEE load. At the same time, during the night failure of the DSEE load, the TPP dispatchers temporarily stopped from 7 to 10 units. There were 29 pulverized coal power units with a capacity of (175 – 300) MW and 2 double – units of TPP of power generating companies.

Today, the value of the minimum load level of the DSEE of the IPSU is set using the load capacities of the electric drives of the hydroelectric power plants (HPPs), at the mark  $P^*_{min.1}$  (Fig. 1). However, this level of minimum of the DSEE load ( $P^*_{min.1}$ ) is not enough to ensure the process of regulating the regime throughout the night decline of the DSEE. Therefore, dispatchers of TPP are forced to temporarily disconnect part (about 10 units) of maneuverable power units of TPPs every day.

In order to raise the minimum level of the DSEE load to a new higher level, we are proposed to use automatically controlled load of EHG complexes, integrated into the means of the ACDS of the IPSU. It is assumed that it is due to the control processes of the ACDS of automatically controlled loading of EHG complexes that it will be possible to raise the minimum level of ACDS ( $P^*_{min1}$ ) to a new higher level  $P^*_{min2}$  (or  $P^*_{min3}$ ) and keep it throughout the night decline of ACDS load (Fig. 1).

If the minimum level of DSEE load is raised to the mark  $P^*_{min2}$  (Fig. 1 and Fig. 2), this will mean that the base part of the DSEE load will increase by 1000 MW, and its maneuverable part will decrease accordingly. This will eliminate the need for temporary shutdowns of 10 units of the TPPs at night and ensure their operation in the basic.

In the case of raising the minimum level of DSEE load to the mark  $P^*_{min3}$  the base part of the DSEE load will increase to 2000 MW. This will provide an opportunity to switch to the basic load mode of about 30 maneuverable units of the TPPs.

It should be taken into account that these 30 TPP power units contain a reserve of maneuverable generating capacity of 1000 MW. This reserve can be used for another purpose, ie to create a normalized primary reserve.

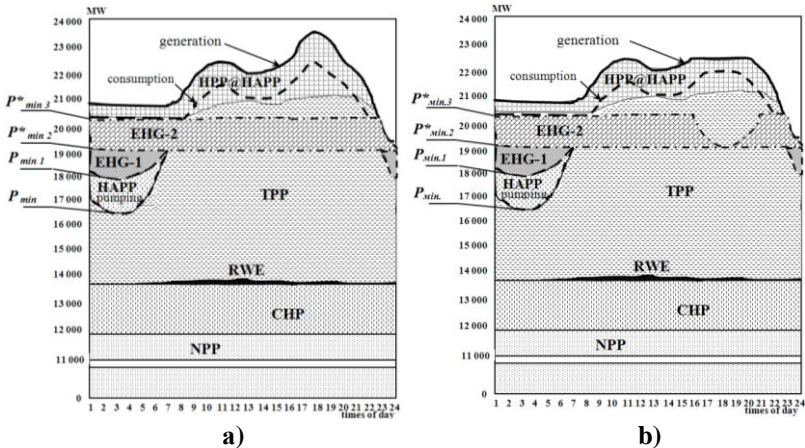
However, for the IPSU, it will be more appropriate to use a secondary capacity reserve designed to compensate for the most probable accidental loss of generation or consumption (ALGC). This reserve should be 1,500 MW (1000 MW for loading and 500 MW for unloading).

The most promising direction in solving the issue of creating a new capacity reserve of the ALGC system may be the introduction of a permanent load mode of the IPSU up to 500 (or 1000) MW capacity of automatically controlled loading of EHG-1 complexes, as shown in Fig. 2 a.

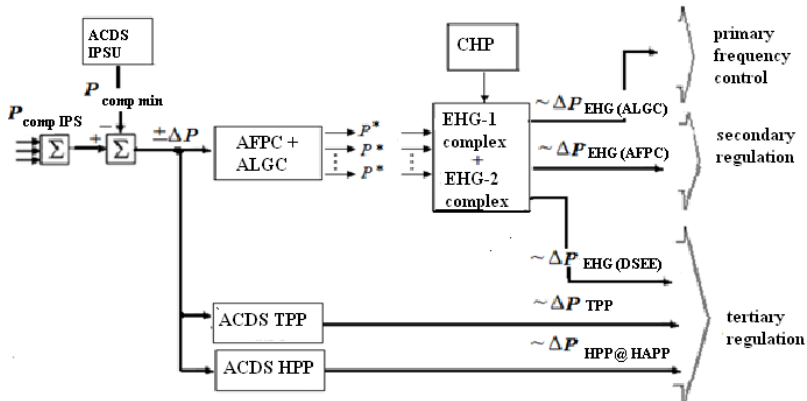
At the same time, it is assumed that in the ALGC system in the mode of unloading of the IPSU the capacities of the EHG-2 complexes will be used, and in the mode of its loading the other 1000 MW of capacities provided by the EHG-1 complexes will be used.

To perform emergency response processes in the IPSU it is proposed use EHG complexes into the ALGC system, which will include powerful electric boilers of the Swedish company Zeta [4]. The speed of power collection of the Zeta electric boilers from the minimum to the nominal value will be no more than 2 minutes.

In the process of regime regulation it will be possible (partially) to eliminate also the peak loads of ACDS, as it is conditionally shown in Fig. 2 b.



**Fig. 2. Daily schedule of electricity production / consumption of the IPSU for 14.02.2017, which conditionally shows how automatically controlled load of EHG complexes (EHG-1 and EHG-2):**  
*a) provides a constant load in the ACDS throughout the day;*  
*b) helps to eliminate peak loads of ACDS*



**Fig. 3. The structural composition of the implementation of the processes of primary secondary and tertiary regulation using the ETG complexes in the AFPCS systems and the ALGC systems and the CHP ACDS in the IPSU**

Thus, due to the use of EHG complexes automatically controlled by the automatic control system of the power system will be quite possible perform primary (automatic frequency and power control – AFPC) and secondary control processes (accidental loss of generation or consumption – ALGC) systems, as shown in Fig. 3.

The structural composition of the new system of primary, secondary and tertiary regulation tasks in the IPSU with the use of automatically controlled load of the EHG complexes is shown in Fig. 3.

According to Fig. 3 teams of the ACDS of IPSU ( $\pm \Delta P$ ) will arrive in the control dispatch centers of CHP to perform automatically controlled loading of EHG complexes:

- commands of primary frequency control (due to the use of the ALGC system);
- processes of secondary regulation of the AFPC system;
- tertiary regulation processes (with DSEE compaction).

**Conclusions.** The analysis identified a promising direction in addressing the topical issue for the IPSU on the possibility of providing in the latter full (according to standards) reserves of maneuvering capacity to perform primary secondary and tertiary regulation, through the use of automatically controlled loading of EHG complexes.

### References:

1. Kulyk M.M. Techno-Economic Aspects of Using Consumers-Controllers in Automatic Frequency and Power Control Systems. *The Problems of General Energy*. 2015. № 1(40). Pp. 20-28. DOI: <https://doi.org/10.15407/pge2015.01.020> [on Ukrainian].
2. Lenchevsky Ye.A. Automation control of high-power electric boilers as an efficient way of decreasing the nonuniformity of diurnal curves of power loads of the Integrated Power System. *The Problems of General Energy*. 2016. № 4(47): Pp. 50-57. DOI: <https://doi.org/10.15407/pge2016.04.050> [on Ukrainian].
3. Lenchevsky Ye.A. Features of the use of electric heat generators in the processes of compaction of diurnal graphs of the electrical load of a power system. *The Problems of General Energy*. 2019. № 1(56). Pp. 53–58. DOI: <https://doi.org/10.15407/pge2019.01.053> [on Ukrainian].
4. Electric boilers of the Swedish company Zeta. URL: <http://zeta.se/boilers/en/projects/sweden/> (access date: 10.05.2021).

## CHEMICAL TECHNOLOGIES AND ENGINEERING

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-13>

### **ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРІЯ ЧУТЛИВИЙ ДАТЧИК ДЛЯ ПОТЕНЦІОМЕТРИЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ АНІОНІВ НА ОСНОВІ ВПЕ МОДИФІКОВАНОГО ЧЕТВЕРТИННОЮ АМОНІЙНОЮ СІЛЮ**

**Смик Н. І.**

*кандидат хімічних наук, доцент,  
доцент кафедри аналітичної хімії*

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

**Самплавський В. В.**

*студент*

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
м. Київ, Україна*

Унікальні властивості модифікованих вугільно-пастових електродів (МВПЕ) – простота виготовлення матеріалу із заданими властивостями, легкість оновлення поверхні, можливість застосування в потоці, широка область робочих потенціалів, низький фоновий струм та екологічна безпечність – в останні роки забезпечили їх широке застосування як перетворювачів біохімічного відгуку в біосенсорах, чутливих елементів детекторів в високоефективній хроматографії, капілярному зонному електрофорезі, проточно-інжекційному аналізі та робочих електродів в вольтамперометрії. Так, в інверсійній вольтамперометрії (ІВА) застосування МВПЕ дозволяє значно покращити селективність та чутливість визначення завдяки попередньому вибіркового виділенню досліджуваної речовини із складної суміші та її концентрування на поверхні робочого електроду [1]. Ряд прикладів застосування подібних електродів для визначення катіонів та аніонів, запропонованих в літературі, показали їх придатність як потенціометричних датчиків [2].

Нітрат в водних системах необхідний для зростання водоростей і фітопланктону, але занадто швидке збільшення їх маси, що



стимулюється надмірним вмістом нітрат-йонів, призводить до евтрофікації і подальшої загибелі тварин. Ці проблеми визнані в усьому світі, для їх подолання відповідними міжнародними та урядовими організаціями, до складу яких входять усі промислово розвинені країни, були обґрунтовані норми вмісту нітратів й розроблені програми для контролю їх вмісту в об'єктах навколишнього середовища та в продуктах харчування. Отже, необхідність і важливість створення чутливих, вибіркового та економічних методів контролю вмісту нітратів в об'єктах різної природи беззаперечна.

Найбільш чутливі та вибіркові методи визначення вмісту  $\text{NO}_3^-$  – іонна хроматографія (IX) та капілярний зонний електрофорез складні в реалізації, дороговартісні, потребують високої фахової підготовки персоналу та складної пробопідготовки (IX), тому не можуть бути застосовані на місці відбору проб. Більш прості та широко вживані методи – фотометричний та люмінесцентний – дозволяють з достатньою чутливістю визначати вміст  $\text{NO}_2^-$  (після переведення в азобарвник за реакцією азосполучення з ароматичним аміном), визначення  $\text{NO}_3^-$  можливе лише після відновлення до нітриту. Ці методи потребують довгої пробопідготовки і не можуть бути застосовані для аналізу на місці відбору проб. Результати застосування ряду спеціальних тест-систем, що випускаються промисловістю, не завжди задовольняють вимоги за чутливістю та вибірковою при застосуванні у морській воді високої солоності. Пряма потенціометрія із застосуванням іонселективних електродів (ICE) вибіркового до  $\text{NO}_3^-$  видається перспективним методом для розв'язання поставленої задачі.

В представленій роботі як чутливий датчик для потенціометричного визначення нітрат-йонів запропоновано вугільно-пастовий електрод модифікований тетрадециамоній нітратом (ЧАС). В роботі оптимізовано спосіб отримання МВПЕ й детально досліджені його властивості. Область лінійності ( $1 \cdot 10^{-5}$  –  $1 \cdot 10^{-1}$  моль/л) та нахил градувального графіку (61 мВ/рC $_{\text{NO}_3}$ ), селективність (табл. 1) й час відгуку (не перевищує 30 с), стабільність аналітичного сигналу в широкій області рН (3,2 – 9,4) й іонної сили дозволили застосувати розроблений електрод для визначення вмісту  $\text{NO}_3^-$  у водах з високою солоністю й в овочах.

Попередньо було встановлено оптимальні умови визначення  $\text{NO}_3^-$  у розчинах: рН  $5 \pm 1$  та  $\text{C}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1 \cdot 10^{-3}$  моль/л для контролю іонної сили розчину).

Таблиця 1

**Потенціометричні коефіцієнти селективності МВПЕ**

X	$k_{NO_3/X}^{pot} \cdot 10^{-2}$
Ask <sup>-</sup>	4,0·10 <sup>-2</sup>
Cit <sup>-</sup>	
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	1,3·10 <sup>-2</sup>
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	3,2·10 <sup>-3</sup>
I <sup>-</sup>	6,3·10 <sup>-2</sup>
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1,1·10 <sup>-5</sup>
Cl <sup>-</sup>	1,0·10 <sup>-4</sup>

Розроблені методики були апробовані при аналізі розчинів, що за складом імітують морську воду, розчинів природної морської солі та води з морського океанаріуму «Морська казка», Київ. Також, за допомогою запропонованого МВПЕ було визначено вміст нітрат-йонів у овочах (рукола, укроп, салат та ін.). Експериментальні значення було перевірено методом «введено-знайдено». Отримані результати свідчать про задовільну чутливість, правильність та відтворюваність.

**Література:**

1. О.А. Запорожець, Н.І. Смик, Н.О. Туманік, Є.В. Заболотній, А.В. Заскальна Модифікований вугільно-пастовий електрод як чутливий датчик для вольтамперометричного визначення токсикантів. *Київська конференція з аналітичної хімії: Сучасні тенденції*. (Київ, 2018). Київ, 2018. С. 82.
2. J. Schwarz, K. Trommer and M. Mertig. Solid-Contact Ion-Selective Electrodes Based on Graphite Paste for Potentiometric Nitrate and Ammonium Determinations. *American Journal of Analytical Chemistry*. 2018. № 9. P. 591-601.

---

**BIOLOGICAL TECHNOLOGIES  
AND BIOENGINEERING**DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-14>**DETERMINATION OF SOLUBILITY OF ACTIVE  
INGREDIENTS IN COMPLEX DERMATOLOGICAL  
MEDICINE WITH PROBIOTIC****Soloviova A. V.***PhD student**National University of Pharmacy***Kaliuzhnaia O. S.***Candidate of Pharmaceutical Sciences,**Associate Professor at the department of Biotechnology**National University of Pharmacy**Kharkiv, Ukraine*

Human skin is a complex and multifunctional organ in which there are not only intercellular interactions, but also complex cooperation between cells and microorganisms on its surface and in its thickness. Skin health is a prerequisite for good health in general. Most topical remedies contain active ingredients that disrupt the skin microbiome. The microflora of the skin plays an important role in maintaining homeostasis and the state of local immunity. Thus, the creation of dermatological agents for the normalization of the skin microflora is a topical issue in modern pharmacy. This paper considers the choice of solvents for active substances in a complex agent with a probiotic for the treatment of dermatological diseases. The peculiarity of dermatological diseases is that they become apparent in the early stages. It helps to decide on treatment immediately, but on the other hand, skin diseases provide people with severe psychological discomfort, especially if it is not possible to quickly suppress the symptoms.

The causes of diseases of each integument, many. These can be both external factors – the traumatic effects of the environment, and internal – at the skin level there are problems of the immune and endocrine systems, gastrointestinal tract and others.

Topical therapy is aimed directly at eliminating the symptoms of the disease, reducing the frequency of relapses and improving quality of life. Its advantage is the almost complete absence of systemic side effects, as well as targeted action. However, most existing topical treatments contain aggressive active ingredients that disrupt the skin microbiome. The microflora of the skin plays an important role in maintaining homeostasis and the state of local immunity. Of great interest are ontogenetic data on the formation of the skin microbiome after birth and during life. Extensive information about the state of the microbiome of healthy skin led to the conclusion that detailing the composition of the microbiome in the sebaceous glands is normal and in pathology can shed light on the pathogenesis of acne, seborrheic dermatitis and rosacea. Features of the dry skin microbiome can be the basis for studying the pathogenesis of psoriasis, and areas with high humidity – for studying the pathogenesis of atopic dermatitis. A detailed study of the skin microbiome and its interaction with the factors of innate and acquired immune response can be the basis for the creation of new drugs and cosmetics. The microbe of healthy skin affects pathogenic microorganisms. Therefore, research on the use of probiotic bacteria and antimicrobial peptides to create external drugs remains relevant. In particular, there are studies showing the effectiveness of the application of the probiotic *Lactobacillus plantarum* in patients with acne to reduce the number of inflammatory and non-inflammatory elements. Thus, the creation of dermatological agents for the normalization of the skin microflora is a topical issue in modern pharmacy. This paper considers the choice of solvents for the active substances in a complex agent with a probiotic for the treatment of dermatological diseases.

The route of administration of drugs through the skin has the important advantage of delivering them directly to the diseased organ. When applying drugs to the skin, you can solve various problems: keep the substance without penetrating the skin, enter the stratum corneum, epidermis, dermis, hair follicles, sebaceous glands or, without retaining the substance in the skin, enter it into the body to provide systemic action. Skin is a complex system of successive layers with different structural, functional and physicochemical properties. The mechanism of penetration of exogenous substances through the skin is a complex and diverse process, which is associated with a complex morphological structure of the skin. The skin is a multifunctional membrane. The intact keratin layer acts as a depot from which drugs penetrate deeper into the skin. In the stratum corneum, in addition, there are polar and non-polar layers. Any substance must come into contact with the water-lipid film and horny cells before penetrating these barriers.

There are many factors that affect the permeability of various substances: the state of the water-lipid film of the skin; genetic and hormonal differences, nature of the contact substances, the use of penetrators, the cell surface and the reaction of the cell, external factors, skin damage.

Permeability can be different for water- or fat-soluble substances, for compounds with low or large molecular weight, which greatly accelerates or slows down this process. In addition, the localization of the skin, the degree of hydration, the thickness of the stratum corneum, the presence or absence of a lipid layer and its qualitative composition make significant adjustments in the rate of penetration of substances through the skin. These features are important from a practical point of view, because it depends on the choice of non-aqueous solvents in the development of a mild dosage form for the treatment of dermatological diseases.

Hydrophilic non-aqueous solvents include ethanol, chloroform, propylene glycol (PG), glycerin, PEO – 200-600, dimethyl sulfoxide, isopropanol, fatty oils and mineral oils. All these substances are used in the manufacture of topical drugs, as they have a positive effect on the characteristics of ointment bases, such as osmotic properties, rate of absorption of active substances, resistance to drying and freezing, rheological properties and adhesion to the skin surface.

Physico-chemical properties of active substances affect the rational choice of composition and technology of dosage forms. To obtain a drug of proper quality requires a rational approach to the method of introducing API into the base. Therefore, microscopic analysis of active substances and study of their solubility is necessary to determine the properties of the objects of study.

The linear size and shape of the particles were determined by microscopic method using a laboratory microscope "Konus Academy", equipped with ScopeTek camcorder.

The results of determining the solubility of the active substances showed that their solubility at a temperature of  $20 \pm 5$  °C depends on the type of solvent.

Microscopic examination showed the preservation of the size and shape of their particles in the resulting suspensions. Analysis of the suspensions showed that it was a substance with lamellar particles, yellow with a blue tinge. The smallest particle size was observed in suspension with and was 0.01  $\mu\text{m}$ .

Thus, the results showed that lactobacilli and tocopherol have the smallest particle size and uniform distribution in peach seed oil, and dexpanthenol – in propylene glycol.

According to the results of microscopic studies, it is proved that the composition of the mild dosage form of lactobacilli and tocopherol should be rationally introduced as a suspension in peach seed oil, and dexpanthenol – in propylene glycol.

**Referenses:**

1. Kong H.H., Segre J.A. Skin microbiome: looking back to move forward. *J Invest Dermatol* 2012; 132 (3 Pt 2): 933–9.
2. Yatsunenko T., Rey F.E., Manary M.J., et al. Human gut microbiome viewed across age and geography. *Nature* 2012; 486 (7402): 222–7.
3. Wood M., Gibbons S.M., Lax S. et al. Athletic equipment microbiota are shaped by interactions with human skin. *Microbiome* 2015; 3: 25.

# ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-15>

## STATEMENT OF THE PROBLEM OF STRUCTURAL SYNTHESIS OF ATMOSPHERIC-OPTICAL SYSTEM

**Blazhennyi N. V.**

*Senior Lecturer at the Department of Mobile  
and Video Information Technologies  
State University of Telecommunications  
Kyiv, Ukraine*

The formulation of the problem of structural synthesis of a atmospheric-optical system is carried out and methods for determining the criteria for the effectiveness of atmospheric optical systems are investigated, which is one of the most important and essential problems in their optimization [1; 2].

The analysis of methods for assessing the impact of radioactive radiation on FSO shows that the created holistic methods assess the impact of radiation effects in the element base on the impact of only penetrating radiation.

Thus, the presence of shortcomings in existing methods does not allow to fully solve the scientific problem of assessing the impact of radioactive radiation on the FSO receivers, as a basis for developing recommendations aimed at preserving the values of the detection ability of the receiver under the influence of radioactive radiation [3; 4; 5].

The solution of the problem is possible in case of creating input data for the method, which would be able to take into account the stages and duration of the formation of the zone of radioactive contamination, the aggregate composition of the mixture of radio nuclides, the energy and activity characteristics of this mixture and the characteristics of adsorption – desorption interaction of a mixture of radioactive substances with the surfaces of the devices, and would also take into account the peculiarities of the impact on the FSO receivers [6].

Formulation of the problem of synthesis of a telecommunication system with the definition of characteristics of structure options is formalized.

The structure, role and place of atmospheric-optical communication lines in modern information transmission systems and increasing the efficiency of their functioning are considered. The factors are analyzed, and especially such an environmental factor is taken into account, which directly affects the technical characteristics of the element base of atmospheric-optical communication lines, such as radioactive radiation. The source of such radiation can be an accident of a nuclear power plant, as a result of which a large amount of radioactive substances spreads into the surrounding space outside the nuclear power plant.

An analysis of the radiation resistance of the element base of atmospheric-optical communication lines was carried out, which showed that the most vulnerable structural elements are infrared receivers. The technical condition of the receivers of atmospheric-optical communication lines under the influence of radioactive radiation will determine the general technical condition of the information system and affect the possibilities for their application. Radioactive radiation, which is also present in the space environment, is one of the factors in the manifestation of external influences and on the technical condition of aerospace technology. The radiation that occurs in the structures of integrated circuits when bombarded with high-energy particles leads to the generation of photocurrents that can change the operating characteristics of integrated circuits, in turn leads to failures in the transmission of information and to complete failure in emergency situations.

The directions of improving the methods of accounting for the influence of atmospheric-optical communication lines on receivers are proposed.

### **References:**

1. Poplavskiy O.A., Poplavskaya A.A., Korotun I.A.: Peculiarities of the Organization of Laser Information Transmission through the Atmosphere for the Development of Methods and Software and Hardware for Predicting the Characteristics of Signal Images, Fiber-optic Technologies in Information (Internet, Intranet, etc.) and Energy Networks, Vinnytsia, 2014, pp. 206-209.

2. CBM Rashidi, SA Aljunid, F Ghani, HA Fadhil, MS Anuar, AR Arief, *Optik-International Journal for Light and Electron Optics* 125 (17), 4889-4894.

3. Ohshima T., Onodaa S.: Radiation Resistance of Semiconductors. In: Kudo H. (eds) *Radiation Applications. An Advanced Course in Nuclear Engineering*. Vol. 07. Springer, Singapore, 2018.



4. Vorontsov, M.A., Dudorov, V.V., Zyryanova, M.O., Kolosov, V.V., Filimonov, G.A. Bit error rate in free-space optical communication systems with a partially coherent transmitting beam. *Atmospheric and Oceanic Optics*. Vol. 26. (2013). 185-189.

5. Majumdar, A.K.: *Fundamentals of Free-Space Optical (FSO) Communication System*.(2015).

6. Kaushal, H., Kaddoum, G.: *Free Space Optical Communication: Challenges and Mitigation Techniques*. (2015).

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-16>

## **МЕТОДИ АПРОКСИМАЦІЇ БІОЛОГІЧНИХ СИГНАЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ФУНКЦІЙ ГАУСА**

**Мосьпан Д. В.**

*кандидат технічних наук,  
доцент кафедри електронних апаратів  
Кременчуцький національний університет  
імені Михайла Остроградського*

**Мосьпан В. О.**

*кандидат технічних наук,  
доцент кафедри електронних апаратів,  
декан факультету електроніки та комп'ютерної інженерії  
Кременчуцький національний університет  
імені Михайла Остроградського*

**Юрко О. О.**

*кандидат технічних наук,  
доцент кафедри електронних апаратів  
Кременчуцький національний університет  
імені Михайла Остроградського  
м. Кременчук, Україна*

У даний час в медицині все більш широке застосування знаходить метод математичного аналізу різних біологічних сигналів. Більшість з них є випадковими та квазіперіодичними процесами, що значно

ускладнює можливість використання автоматизованого процесу обробки даних. До сигналів такого типу можна віднести дихальні шуми, фонокардіографічні та електрокардіографічні сигнали.

Форма зубців ЕКГ сигналу досить точно описується несиметричними імпульсами Гаусса. При цьому можна досягти необхідну точність апроксимації, шляхом введення додаткових імпульсів для опису діагностично важливих неоднорідностей сигналу [1].

У роботах описана методика розрахунку і підбору коефіцієнтів функцій Гаусса [2; 3]. Також в [4] реалізований простий алгоритм підбору коефіцієнтів несиметричних функцій у вигляді віртуального приладу Labview. Але для випадків накладання різнополярних зубців і нестандартних форм імпульсів, результат застосування даного алгоритму дає значну похибку.

У даній роботі зроблена спроба удосконалити віртуальний прилад для автоматичного визначення параметрів апроксимуючих несиметричних кривих Гаусса в програмному середовищі Labview.

Основою для визначення параметрів імпульсу був узятий вбудований віртуальний прилад (ВП) для симетричних функцій Гаусса.

Розроблений віртуальний прилад було використано для аналізу біологічних сигналів (зокрема дихальних шумів та фонокардіосигналів).

Для дихального циклу аналітичний вираз загальної обвідної сигналу можна представити у вигляді:

$$Y(n) = \sum_{k=1}^N Y_k(n) = \sum_{k=1}^N A_k e^{-\frac{(n-n_{mk})^2}{2\sigma^2}} \begin{cases} \sigma=\sigma_{1k}, & n < n_m, \\ \sigma=\sigma_{2k}, & n \geq n_m \end{cases}$$

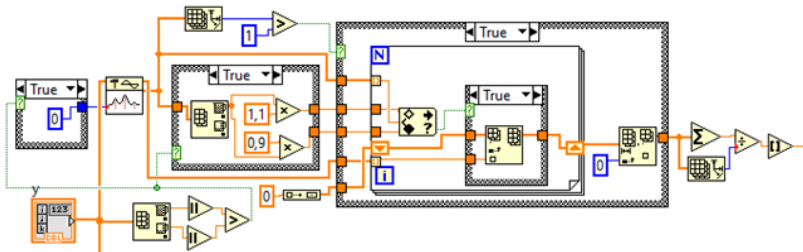
де  $A$  – коефіцієнт верхівки зубця;  $\sigma_1, \sigma_2$  – коефіцієнти, за допомогою яких можна пристосувати дану залежність до експериментальної кривої; мають сенс середньоквадратичного відхилення;  $n$  – номер відліку за часом,  $n_m$  – номер відліку, що відповідає середині зубця.

При використанні запропоновано алгоритму для апроксимації більш складних комбінацій послідовності біологічних сигналів були виявлені значні недоліки при ускладненні форми імпульсів.

При аналізі зубців негативної полярності, присутність додатного сплеску навіть незначної величини, призводить до повного ігнорування негативного зубця. Для усунення цього недоліка необхідно визначити максимальне та мінімальне значення амплітуд відліків даної ділянки та порівняти їхні абсолютні значення. Більше значення буде визначати полярність зубця, що надходить для аналізу до віртуального приладу.

Наступне ускладнення – це наявність широкої пласкої вершини зубця при зміщеному максимальному значенні на крайній відліку. При цьому відбувається суттєве зміщення симетрії зубця і, як наслідок, некоректне визначення параметрів для широкої частини імпульсу. Для усунення цього недоліка пропонується визначити усі впливові екстремуми, та змістити центр симетрії на середину пласкої вершини зубця. Вбудований ВП «Peak Detector» видає значення та розташування усіх екстремумів масиву відліків. Уведення порогової межі на рівні 0,9 від максимального значення дозволяє відсіяти випадкові сплески та виділити відліки вершини. Далі визначається середина вершини. Округлення отриманого значення до найближчого цілого і є номером відліку, що відповідає центру вершини зубця. Якщо ж зубець має форму з плавним зростанням фронтів на загострену вершину з одним піковим значенням, то даний алгоритм не виконується.

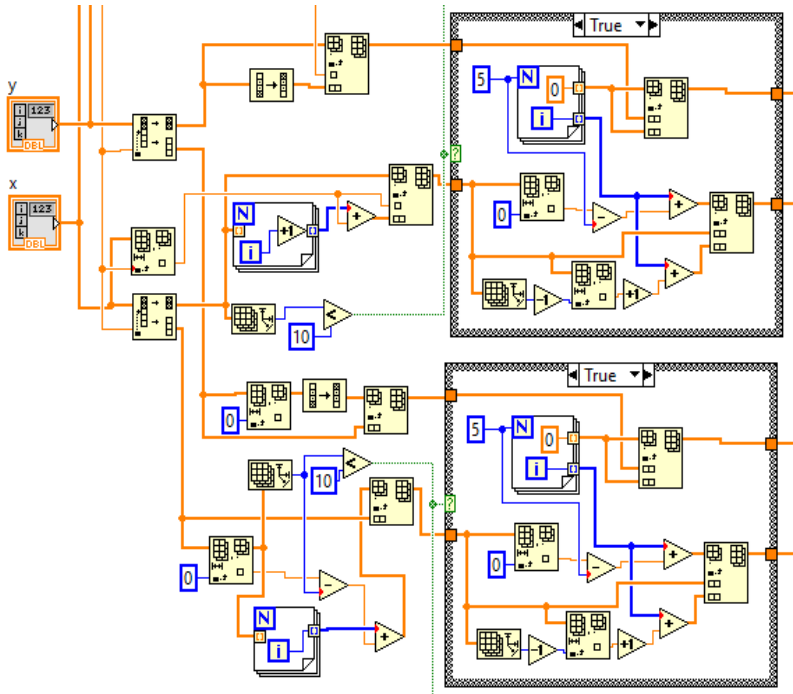
Блок діаграма віртуального приладу, що реалізує зазначену послідовність дій наведена на рис. 1.



**Рис. 1. Фрагмент блок діаграми для апроксимації зубців при наявності сплесків протилежної полярності**

У випадку, коли зубець має значне порушення симетрії, то можливий випадок, що ВП «Gaussian Peak Fit» визначає середини та амплітуди лівих на правих частин зі значним відхиленням від реального пікового значення. Це спричинено тим, що до ВП для аналізу надходить лише та частина відліків, що відповідає наростаючому або спадаючому фронту до пікового значення. Причому аналіз та апроксимація двох частин виконується незалежно. Усереднення амплітудних значень та їх положень за відліками спричиняє зсув реального зубця та функції апроксимації. Для запобігання зсуву вершин функцій Гауса відносно реального максимуму  $p_m$  було запропоновано дзеркально дублювати масиви даних, що відповідають лівій  $Y_L[n]$  та правій  $Y_R[n]$  частинам зубця.

При цьому до ВП «Gaussian Peak Fit» надходять масиви даних повноцінних симетричних імпульсів з явним положенням вершини зубця, що створює умови для співпадання вершин лівих та правих частин автоматично визначених Гаусових функцій. Даний алгоритм наведено на частині блок схеми на рис. 2.



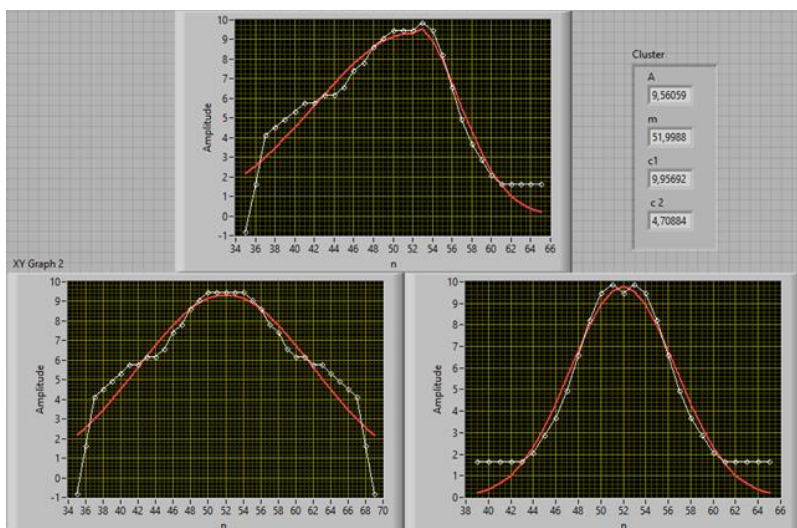
**Рис. 2. Фрагмент блок діаграми для апроксимації зубців з широкою пласкою вершиною при зміщеному максимальному значенню**

Була виявлена низька точність апроксимації у випадку вузьких фрагментів зубців, при цьому масиви даних половинок зубців, що надходять для аналізу до ВП не перевищують 10-ти відліків. Для збільшення кількості відліків запропоновано доповнювати виділені фрагменти масивів даних нульовими відліками. Прийнятні результати були отримані при симетричному доповненні фрагментів зубців п'ятьма нульовими відліками з кожної сторони.

Відповідний алгоритм показаний на рис. 2 в структурах «Case», які виконуються у випадку, коли кількість відліків фрагменту не перевищує 10-ти.

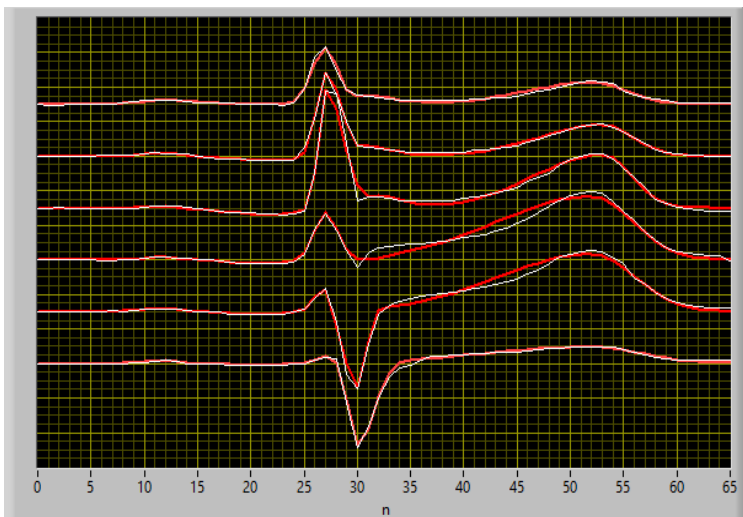
Подальша обробка даних зводиться до роботи вбудованих ВП «Gaussian Peak Fit», співставленню згенерованих функцій апроксимації частин зубців, шляхом усереднення значень коефіцієнтів амплітуд та середин імпульсів, групування розрахованих коефіцієнтів до кластеру даних та видаленню надлишкових допоміжних значень відліків, що додавалися раніше за необхідності.

Приклад роботи створеного ВП наведений на рис. 3. На верхньому графіку показаний вхідний зубець (білим кольором з виділеними точками даних) та остаточний результат апроксимації. На нижніх графіках зображений результат розбивання зубця за фронтами на два окремих дзеркальних зубці з апроксимацією їх симетричними функціями Гауса. Параметри зубця після об'єднання виведені у кластер даних.



**Рис. 3. Приклад обробки даних та апроксимація окремого зубця**

Запропонований алгоритм було апробовано для аналізу шести грудних відведень кардіоциклу (V1...V6) ЕКГ сигналу. Результати проведеної апроксимації наведені на рис. 4. Тонкими білими лініями показані вхідні дані масивів грудних відведень, а товстими лініями – результати апроксимації несиметричними функціями Гауса.



**Рис. 4. Результати апроксимації шести грудних відведень ЕКГ сигналу**

Для кожного відведення було розраховано коефіцієнт кореляції, значення яких є близькими до 1. Це вказує на прийнятний загальний результат апроксимації.

Візуально можна спостерігати локальні недоліки, особливо в місцях пологих фронтів зубців при наявності добре виражених точок перегину та положення сегменту ST. Розташування останнього відносно ізолінії містить діагностичну інформацію [5]. Це відповідно потребує подальшого доопрацювання алгоритму апроксимації.

В результаті було удосконалено алгоритм для апроксимації біологічних сигналів несиметричними функціями Гауса. Збільшена впевненість апроксимації зубців при наявності: сплесків протилежної полярності; широкої пласкої вершини зубця при зміщеному максимальному значенню на крайні відліки; значного порушення симетрії зубців; вузьких фрагментів зубців.

Створено віртуальний прилад для апроксимації сигналів (зокрема відведень ЕКГ сигналів, обвідних дихальних шумів та фонокардіосигналів) за допомогою несиметричних функцій Гауса. Аналіз визначених коефіцієнтів дозволить використовувати їх в якості усереднених критеріїв для діагностики відповідних захворювань, що потребує подальших досліджень.

Необхідне подальше удосконалення даного алгоритму, зокрема при наявності пологих фронтів зубців з добре вираженими точками перегину та шляхом збільшення вибірки статистичного аналізу експериментальних даних.

### Література:

1. Никифоров П. Л. Модель електрокардіографічного сигналу на основі сукупності колокольних імпульсів. *Вестн. молодих учених. Сер. Техн. науки*. 1998. № 1. С. 64–68.
2. Абрамов М. В. Аппроксимация экспонентами временного кардиологического ряда на основе ЭКГ. *Вестник кибернетики*. 2010. № 9. С. 85–91.
3. Кочергіна С. С., Юрко О. О. Апроксимація ЕКГ сигналу «зміненими» гаусовими імпульсами зі збереженням діагностично-важливих точок. *Вісник КрНУ ім. М. Остроградського*. № 3/2012 (74). 2012. С. 58–61.
4. Голодный Р. А., Юрко О. О. Апроксимация обвідной акустических сигналов. *Актуальные научные исследования в современном мире: XXXIII Международная научная конференция (26-27 января 2018 г.): Сборник научных трудов*. № 1(33), ч. 8. Переяслав-Хмельницкий, 2018. С. 101 – 107.
5. Баткин И. З. Введение в клиническую электрокардиографию. Интерактивная лекция для студентов и врачей общей практики. URL: <http://www2.fesmu.ru/PolTxt/U0013/ecgLecture/lecture1.htm>. (Дата звернення: 20.05.2021).

## FOOD TECHNOLOGIES

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-17>

### ПЕРСПЕКТИВИ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕРОБЛЕННЯ ТОМАТНОЇ СИРОВИНИ

**Бендерська О. В.**

*кандидат технічних наук,*

*доцент кафедри технології консервування*

*Національний університет харчових технологій*

*м. Київ, Україна*

Харчова промисловість є важливою складовою аграрного сектору економіки, яка відіграє провідну роль у вирішенні проблем щодо забезпечення населення продуктами харчування в асортименті та обсягах, достатніх для формування збалансованого харчового раціону. Маючи значні можливості, галузь може забезпечити внутрішні потреби населення країни у продовольчих продуктах, на які припадає понад 50% особистого споживання [1, с. 5].

Використовуючи сировину рослинного і тваринного походження, харчова промисловість більшою мірою, ніж інші види виробництв, пов'язана із сільським господарством. Близько 60% сільськогосподарської продукції надходить на промислову переробку, 25% споживається у свіжому вигляді, а решта використовується у сільському господарстві.

Комплексне використання відходів харчової промисловості на всіх стадіях продовольчого ланцюгу «від виробництва до споживання» є прогресивним напрямом забезпечення ресурсозбереження в національній економіці. Ринкові трансформації, які відбулися в аграрному секторі України, сприяли впровадженню у виробництво найважливіших досягнень науково-технічного прогресу та світового досвіду з вторинного використання відходів. Сучасні інноваційні розробки сприяють лише частковому розв'язанню суперечностей між зростаючими потребами населення у високоякісних продуктах харчування і обмеженими обсягами виробництва сільськогосподарської сировини.

Науково-практичні результати досліджень щодо комплексного використання відходів харчової промисловості дозволяють отримувати суттєву економію матеріальних та енергетичних ресурсів,



забезпечують підвищення рівня замкненості виробничо-ресурсних циклів у галузі, що сприяє зростанню економічної ефективності виробництва продукції, збільшенню її обсягів та асортименту. Водночас, мінімізується процес забруднення навколишнього природного середовища виробничими відходами.

У площині комплексного використання відходів харчової промисловості перебуває ідея впровадження у виробництво не лише мало- і безвідходних технологій. Залучення відходів у виробничі процеси агропромислових підприємств у якості вторинної сировини дозволяє перетворювати її у цінний продукт з наступним широким використанням його як у вигляді кормів для галузі тваринництва та органічних добрив для галузі рослинництва, так і у фармацевтичній і косметичній промисловості.

Кафедрою технології консервування Національного університету харчових технологій розроблено комплексну технологію перероблення томатної сировини. Особливістю запропонованої технології є додаткове використання для переробки вторинних ресурсів тоmatопереобки – томатного насіння та томатів технічної стиглості [1, с. 8].

Існуючі технології перероблення вторинної томатної сировини – малоефективні, відрізняються багатоступічною, високими витратами різних видів екстрагентів і, як наслідок, втратами каротиноїдів і токоферолів. До складу томатних відходів входять, (% до сировини): пульпа до 4,9, оболонки – 0,6; судинні волокна, плодоніжки, подрібнені насіння і оболонки – 0,4. У насінні томатів (повітряно-сухому) міститься 27-30% ліпідів, 25-35% азотистих і 11-18% безазотистих екстрактивних речовин, 2,5-5,8% мінеральних речовин і 12-25% целюлози. Оболонки томатів містять до 10% вологи, близько 70% целюлози, 5% пектинових речовин, 5,4% білків, 3,3% жиру, 6,5% золи і 2,5 мг/100 г каротину [2, с. 73].

Для вирішення проблеми комплексної переробки томатів із використанням вторинних томатних ресурсів необхідно провести пошук нових теоретичних і експериментально обґрунтованих уявлень про процеси, що протікають при переробленні томатів.

При вивченні мінерального складу встановлено, що насіння томатів є багатим джерелом мінеральних речовин, особливо калію, кальцію, магнію, заліза і фосфору. Мінеральний склад відрізняється більш сприятливим співвідношенням кальцію і фосфору (1:2,3) у порівнянні, наприклад з соєю (1:3,1), що покращує засвоєння кальцію і фосфору. У білках насіння томатів визначено 17 амінокислот, в тому числі незамінних амінокислот в кількості 33%, лізину –

7,11-7,43%, що підтверджує високу біологічну цінність насіння томатів [3, с. 123-125].

Цінність компонентів, що входять до томатного насіння (білок, олія з високим вмістом поліненасичених жирних кислот, вітаміни, мінеральні речовини) дозволяє розглядати насіння томатів в якості добавки для збагачення харчових продуктів.

Встановлено, що додавання до 4% томатної олії, що володіє антиокислювальними властивостями, дає кращі результати, ніж додавання інших антиоксидантів. Також встановлено, що томатна олія більш придатна для стабілізації концентрату β-каротину, ніж концентрат вітаміну Е, що застосовується з цією метою.

При переробці томатів на концентровані томатопродукти утворюються відходи у вигляді шкірочки, насіння. У вичавках томатів міститься значна кількість білків, ліпідів, вуглеводів і мінеральних речовин, що говорить про їх високу харчову цінність. Слід зазначити, що основними компонентами білкового комплексу вичавок томатів є глобуліни, які мають високу біологічну цінність. Особливістю хімічного складу вичавок томатів є присутність в них глюкозидів: нарінгіна і α-томатина. Кількість глюкозидів у вичавках томатів невисока і не може надавати негативного впливу на готові продукти – поріг гіркоти нарінгіна становить 2·10-3%, а α-томатина – 5·10-3%. Хімічний склад томатних вичавок наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Показник	Вміст
Вологість,%	13,1..14,7
Каротин, мг/100 г	12,7..16,8
Клітковина,%	27,4..30,1
Білок,%	15,2..16,5
Вітамін С, мг/100 г	52,3..69,3
Органічні кислоти,% (в перерахунку на оцтову)	0,192..0,198

Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок, що в результаті переробки томатів утворюються вторинні продукти з високим вмістом каротину (12,7 мг/кг), вітамінів С (52,3 мг%), з високим вмістом протеїну (15,19%) і оптимальним співвідношенням органічних кислот (оцтової – 0,192%, молочної – 3,21%, масляна кислота відсутня). Отримані дані свідчать про доцільність подальшого перероблення томатних вичавок з метою вилучення цінних компонентів.

**Література:**

1. Бендерська О. В. Удосконалення технології томатних соусів із додаванням пасти із насіння томатів : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.13 «Технологія консервованих і охолоджених харчових продуктів». НУХТ. Київ, 2019. 23 с.
2. Benderska O., Bessarab A., Shutyuk V. Research of fatty acid composition of tomato seeds. *Technology audit and production reserves*. Vol. 4, No 3(42). 2018.
3. Marcus, J.B. Culinary nutrition: the science and practice of healthy cooking. New York: Academic Press. 1. 2013.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-18>

**INFLUENCE OF MORPHOLOGICAL STRUCTURE  
OF PORK ON THERMOPHYSICAL CHARACTERISTICS  
IN THE PROCESS OF FREEZING-DEFROST**

**Dromenko O. B.**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Meat Technology  
Kharkiv State University of Food Technology and Trade*

**Yancheva M. O.**

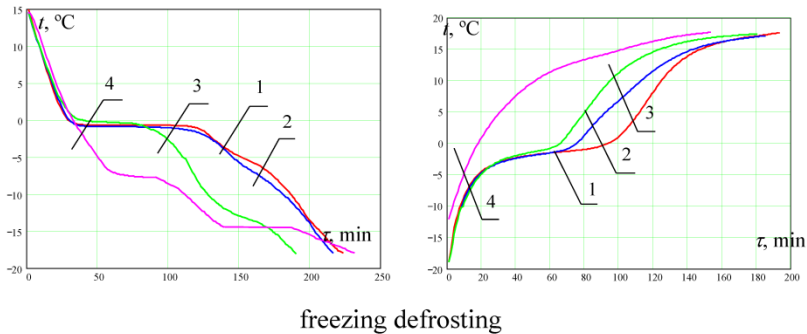
*Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Head of the Department of Meat Technology  
Kharkiv State University of Food Technology and Trade*

**Bogaditsa O. O.**

*Master's Degree Student of the Department of Meat Technology  
Kharkiv State University of Food Technology and Trade  
Kharkiv, Ukraine*

Frozen meat has become an important product of international trade [1], and modern consumers want the quality of frozen products to match the level of chilled [2; 3]. The search for new, modern and economical methods of preserving the quality of frozen meat products is important [4-6].

It is known that the loss of meat during refrigeration is affected by the content of adipose tissue [7-9].



**Fig. 1. Thermogram of the process of freezing-defrosting meat systems:**

*1 – lean pork; 2 – semi-fat pork; 3 – fatty pork; 4 – lard*

Table 1

**Parameters of the temperature dependence of effective specific thermal capacity of comminuted meat systems pork of different varieties and lard**

Parameters	Pork			
	lean	semi-fat	fatty	lard
<i>At freezing</i>				
$T_{cr}, ^\circ C$	-0,7	-1	-0,4	-
$\Delta T_{cr}, ^\circ C$	1,5	1,9	2,6	-
$\Delta H_{cr}, J/K$	88	74	55	-
$\Delta H, J/K$	207	189	179	258
$\Delta \omega$	0,26	0,22	0,17	-
<i>At defrosting</i>				
$T_{cr}, ^\circ C$	-1,7	-2,1	-1,9	-
$\Delta T_{cr}, ^\circ C$	8,1	8,8	7,2	-
$\Delta H_{cr}, J/K$	95	59	51	-
$\Delta H, J/K$	180	164	154	103
$\Delta \omega$	0,28	0,18	0,15	-

The aim of the study was to determine the influence of the morphological structure of pork on thermophysical parameters in the process of freezing-thawing.

To obtain meat systems used category II pork according to DSTU 7158: 2010 "Meat. Pork in carcasses and carcasses. Specifications": lean pork (muscle tissue with a mass fraction of adipose tissue 10% in the skin or without the skin); semi-fat trimmed pork (muscle tissue with a mass

fraction of adipose and connective tissue 30-50% in the skin or without the skin); Pork trimmed fat (muscle tissue with a mass fraction of adipose and connective tissue not more than 80% in the skin or without the skin); lard sausage lateral, backbone according to the current regulatory documents. The technique for obtaining minced meat systems and the method of research into thermal-physical characteristics of minced meat systems are described in paper [10].

Examples of the thermograms curves of samples freezing-defrosting were of the shape shown in Fig. 1.

For revealing and comparing thermodynamic changes during refrigeration, used the method of to determine the effective specific thermal capacity by thermograms of freezing-defrosting and a set of information parameters (Table 1) associated with it [11].

The study of thermophysical characteristics of meat systems based on minced pork with different chemical composition in the process of freezing-thawing. Information parameters of temperature dependence of effective specific heat capacity are received:  $T_{cr}$  – cryoscopic temperature, °C;  $\Delta T_{cr}$  – cryoscopic interval of temperatures, °C;  $\Delta H_{cr}$  – specific heat capacity of phase transition in a cryoscopic interval of temperatures, J/K;  $\Delta H$  is the change in enthalpy in the temperature range ( $\Delta T$ ) of the measured sample,  $\Delta T$ , J/K. The proportion of moisture ( $\Delta\omega$ ) – that share of moisture, which changes its aggregate state in a cryoscopic interval of temperatures). It is shown that the morphological structure of meat (the ratio of muscle, connective and adipose tissue) and its chemical composition significantly affect the thermophysical parameters of meat systems in the process of freezing and thawing. It is revealed that under the conditions of freezing-thawing cycle with increasing mass fraction of fat in the meat system there is an increase in cryoscopic temperature, decrease in cryoscopic temperature range, increase in moisture content, which changes its physical state in cryoscopic temperature range, increase in specific heat of phase transition. cryoscopic temperature range. The nature of the change in the cryoscopic temperature range allows us to determine that the presence of fat significantly affects the freezing-thawing process.

### References:

1. Leygonie C., Britz T.J., Hoffman L.C. Impact of freezing and thawing on the quality of meat : Review. *Meat Science*. 2012. Vol. 91(2). P. 93-98. URL: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.01.013>.
2. Alonso V., Muela E., Tenas J., Calanche J.B., Roncalés P., Beltrán J.A. Changes in physicochemical properties and fatty acid composition of

pork following longterm frozen storage. *European Food Research and Technology*. 2016. Vol. 242(12). P. 2119-2127. URL: <https://doi.org/10.1007/s00217-016-2708-y>.

3. Leroy F., Degreef F. Convenient meat and meat products. Societal and technological issues. *Appetite*. 2015. Vol. 94. P. 40-46.

4. Jackson P., et al. A Short History of Convenience Food. *Reframing Convenience Food*. 2018. P. 15-38.

5. Shajil S., Mary A., Juneius C.E.R. Recent Food Preservation Techniques Employed in the Food Industry. *Microbial Biotechnology*. 2018. Springer. P. 3-21.

6. Zhan X., et al. Improving the quality and safety of frozen muscle foods by emerging freezing technologies: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2017. P. 1-14.

7. Farouk M.M., Wieliczko K.J. Effect of diet and fat content on the functional properties of thawed beef. *Meat Science*. 2003. Vol. 64(4). P. 451-458. URL: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)0021314-0](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)0021314-0).

8. Wang Y., Liang H., Xu R., Lu B., Song X., Liu B. Effect of temperature fluctuations on the meat quality and muscle microstructure of frozen beef. *International Journal of Refrigeration*. 2020. Vol. 116. P. 1-8. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2019.12.025>.

9. Öztürk-Kerimoğlu B., et al. Cold-set or hot-set emulsion gels consisted of a healthy oil blend to replace beef fat in heat-treated fermented sausages. *Meat Science*. 2021. Vol. 176. P. 108461. URL: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108461>.

10. Yancheva M., Dromenko O., Potapov V., Grinchenko O., Zhelieva T. Study of influence of freezing-defrosting on thermophysical properties of meat systems. *EUREKA: Life Sciences*. 2018. Issue 1. P. 32-38. DOI: 10.21303/2504-5695.2018.00537.

11. Yancheva M., Dromenko O., Potapov V., Grinchenko O., Zhelieva T. Development of a physicalmathematical model for the process of crystallization of meat systems. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2018. Vol. 1(11). P. 50-55.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-19>

## **RESEARCH AND ANALYSIS OF SEMI-FINISHED PRODUCTS MADE FROM PORK AND FRESHWATER FISH**

**Tischenko V. I.**

*PhD, Associate Professor,  
Food technology and Safety Department  
Sumy National Agrarian University*

**Bozhko N. V.**

*PhD, Associate Professor,  
Medical institute  
Sumy State University*

**Shubina Ye. A.**

*Master  
Sumy National Agrarian University  
Sumy, Ukraine*

Nowadays, due to the accelerating pace of life, people are gradually showing some sub-healthy conditions, so we are paying more and more attention to food health and safety. In the world food industry, healthy, safe, and nutritious food has become the focus of attention. Research on food functional ingredients and the development of functional foods has become a hot spot and development trend of food research in the world [1, p. 2].

Functional foods refer to foods with specific nutritional and health-care functions, that is, foods that are suitable for specific people to eat, have the function of regulating the body, and are not for the purpose of treatment [2, p. 94]. Its scope includes foods that enhance the body's physique; foods that prevent diseases; foods that restore health; foods that regulate body rhythms and foods that delay aging. People add active nutrients that are beneficial to body tissues to food to effectively reduce or prevent human diseases and protect the health of the body [3, p. 12].

Many studies in different countries around the world are devoted to the study of functional nutrition. In the current functional food market, there are many low-calorie, low-fat functional foods; at the same time, people are optimistic about the market for plant foods such as health teas and Chinese herbal medicines; in addition, the high-tech production and

advanced technology production of capsules and tablets have the functionality. The development of food will get better and better. But in combination with meat products, the development of functional products is relatively weak.

Combined products can meet the needs of humans for a balanced diet. Together, they can develop higher biological value, and their sensory characteristics are not inferior to traditional products [4, p. 20].

According to statistics, in the world's meat semi-finished products market, frozen products account for the largest share, while refrigerated semi-finished products account for 40% of it. They are popular. The reasons for our increased demand for semi-finished products include [5, p. 50; 6, p. 139].

There is not much research on the combination of pork and fish to determine its compatibility. Pork-based and fish-based studies have shown that these products are not inferior to traditional foods based on pork and beef in terms of their functional technology and sensory properties.

The purpose of our work is to verify the production of combined meat products, semi-finished products made from regional non-traditional raw materials, and research on the functional and technical characteristics of minced meat and finished products.

The information about ingredient of developed recipes is shown in the Table 1.

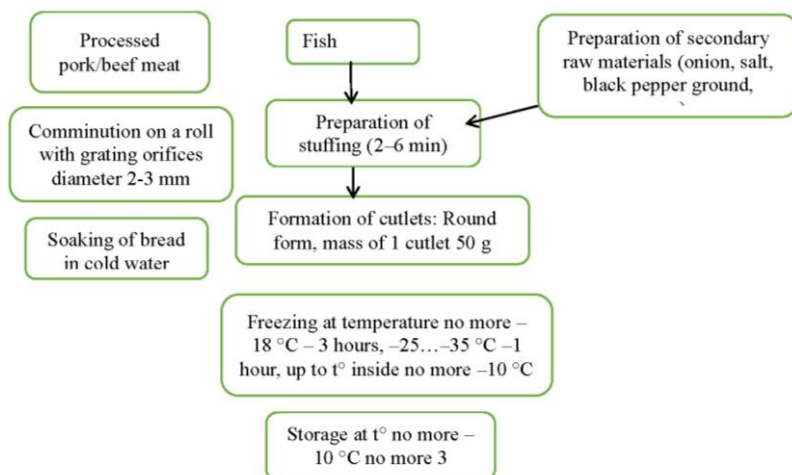
Table 1

**The recipe of the semi-finished meat control and test samples**

<b>№</b>	<b>Ingredients</b>	<b>Homemade cutlets control</b>	<b>Sample № 1</b>	<b>Sample № 2</b>
1	Pork	30,5	30,5	25,5
2	Beef	30,5	-	-
3	Freshwater fish	-	30,5	34,5
4	White bread	12,0	12,0	12,0
5	Breadcrumbs	4,0	4,0	4,0
6	Onion	1,5	1,5	1,5
7	Black pepper	0,06	0,06	0,06
8	Eggs	2,0	2,0	2,0
9	Salt	1,2	1,2	1,2
10	water	18,3	18,3	18,3

The technological process is performed in fig. 1.





**Figure 1. Technical solution for processing semi-finished products**

In the course of the research, we analyzed the functional technical parameters of the semi-finished model minced meat containing products of pork and freshwater fish. The results are shown in Table 2.

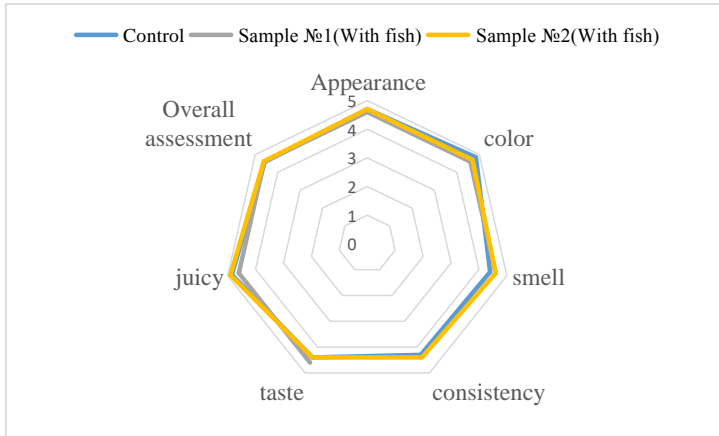
Table 2

**Functional and technical characteristics of minced meat samples**

Indicators	Minced meat samples		
	Control	Sample № 1	Sample № 2
W, %	71.04±0.80	72.83±0.57	82.42±1.16
WBC <sub>m</sub> , %	97.71±1.27	96.75±0.70	98.95±0.18
WBC <sub>a</sub> , %	69.41±0.90	70.43±0.50	81.54±0.16
pH	5.70±0.01	6.25±0.003	6.73±0.12
WHC, %	63.06±0.00	62.85±0.00	76.47±0.05
EC, %	97.00±1.41	98.00±0.00	98.00±0.00
ES, %	63.43±3.11	67.03±0.51	69.49±2.56

The results given in Table 4 indicate that the meat-containing semi-finished products in Sample 2 have the best functional specifications. The moisture content of sample 2 was 82.42±1.16%, which was higher than that of sample 1 72.83% and control group 71%. Comparing Sample 1 and Sample 2, the analysis results confirmed that the combination of pork and

freshwater fish formula can improve the indicators of WBC, EC and ES. The higher the ratio of fish-containing meat, the higher the water holding capacity and emulsifying ability of the minced meat sample.



**Figure 2. Outline of quality assessment**

Figure 2 is the sensory evaluation results of the research samples. Figure 2 shows the outline of the sensory evaluation of the sample. Overall, the sensory evaluation of recipes using fish is better than the recipe using beef. Compared with sample 1 and sample 2, sample 2 with a larger amount of fish has better sensory parity results.

Through research and analysis, recipes that combine pork and freshwater fish can completely replace pork and beef recipes. Researching the formula of semi-finished products containing pork and freshwater fish meat, we have obtained products with high functional and technical characteristics: water-binding capacity is as high as 82.415%, water retention capacity is as high as 76.47%, emulsification capacity is as high as 98.0%, and the emulsification stability is as high as 69.49%. According to the data obtained, the moisture content in the sample depends on the composition of the formulation. Compared with the traditional type of combined semi-finished meat products, its function, technology, and sensory characteristics are higher. Therefore, functional semi-finished products made from the combination of pork and freshwater fish meat can be developed.

**References:**

1. Kraus, A. Development of functional food with the participation of the consumer. Motivators for consumption of functional products. *International Journal of Consumer Studies*. 2015. Vol. 39 (1). P. 2-11.
2. Granato, D., et al. Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety. *Annual review of food science and technology*. 2020. Vol. 11. P. 93-118.
3. Yerlikaya, S., et al. A multidirectional perspective for novel functional products: in vitro pharmacological activities and in silico studies on *Ononis natrix* subsp. *hispanica*. *Frontiers in pharmacology*. 2017. Vol. 8. P. 1-14.
4. Maitan-Alfenas, G., Casarotti, S. Enzymes and dairy products: Focus on functional products. *Microbial cultures and enzymes in dairy technology*. IGI Global, 2018. P. 1-22.
5. Bozhko, N., et al. Development of meat-containing minced semi-finished products based on the locally produced raw materials. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 4 (11). P. 49-54.
6. Божко Н.В. В.І. Тищенко, В.М. Пасічний Дослідження споживчої та біологічної цінності м'ясомістких посічених напівфабрикатів. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2020. Т. 26. № 1. С. 134-141.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-20>

## **КРОХМАЛЬ ПШЕНИЧНИЙ ТА ЙОГО ФІЗИЧНА МОДИФІКАЦІЯ**

**Хомічак Л. М.**

*доктор технічних наук, професор,  
член-кореспондент Національної академії аграрних наук України,  
заступник директора з науково-організаційної роботи  
Інститут продовольчих ресурсів  
Національної академії аграрних наук України*

**Кузнєцова І. В.**

*доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник,  
заступник завідувача відділу технології цукру,  
цукропродуктів та інгредієнтів  
Інститут продовольчих ресурсів  
Національної академії аграрних наук України*

**Висоцька С. І.**

*аспірант,  
молодший науковий співробітник відділу аграрної економіки  
і продовольства  
Національна академія аграрних наук України  
м. Київ, Україна*

**Вступ.** Відомо, що у різних галузях харчової промисловості значне застосування отримали певні види нативних й модифікованих крохмалів із заданими властивостями. Дослідженням властивостей нативного і модифікованих видів крохмалів присвячені наукові роботи Керра Р.В. [1], Ріхтера М. [2], Трегубова М.М. [3], Андрєєва М.Р. [4], Гулюка М.Г. [5], Карпова В.Г. [6], Літвяк В.В. [7], Lim Y.-M. et. al. [8] та інші.

Проте, до теперішнього часу не в повній мірі досліджено особливості і механізми модифікації крохмалю та крохмалевмісної сировини. Третім після кукурудзяного і картопляного, за виробництвом у світі є крохмаль пшеничний. Завдяки особливостям зерна пшениці, як сировини з виробництва крохмалю, нативний крохмаль є відмінним за властивостями від кукурудзяного і картопляного. Відповідно, зерна

пшеничного крохмалю дрібніші за зерна картопляного і кукурудзяного крохмалів, мають круглу або еліптичну форму. Пшеничний крохмаль містить переважно круглі (20-35 мкм) і дрібні (2-10 мкм) зерна. Температура клейстеризації пшеничного крохмалю 58-61°C.

Крохмаль пшеничний утворює клейстер невисокої в'язкості та більш прозорий порівняно з кукурудзяним клейстером. За високих концентраціях крохмальної суспенії виявляє здатність до утворення еластичного гелю. Є поширеним у застосуванні в кондитерській і хлібопекарській промисловості.

Отже, вивчення фізико-хімічних і функціональних властивостей крохмалю пшеничного і його фізичної модифікації є актуальною проблемою для харчової промисловості.

**Мета роботи:** вивчити фізико-хімічні та функціональні властивості пшеничного крохмалю нативного та фізичномодифікованого.

**Методи та методики досліджень.** Об'єктом дослідження були крохмаль пшеничний нативний (виробник Vigesol, Угорщина), крохмаль пшеничний фізичномодифікований, борошно модифіковане пшеничне.

**Підготовка дослідних зразків.** Здійснювали фізичну модифікацію зразків крохмалю та борошна пшеничного. Модифікацію зразків здійснювали шляхом підготовки їх способом заварювання, з наступним сушінням в конвективній сушарці за температури 110-120°C впродовж 30-45 хв та за температури до 60-65 °C до отримання продукту – борошно модифіковане із вмістом сухих речовин 6-10%, подрібненням та просіюванням.

**Методики досліджень.** Дослідження фізико-хімічних показників зразків здійснювали за допомогою загальноприйнятих стандартизованих методик, а саме вміст: гігроскопічної води – прискореним методом [9], рН [10], титруєма кислотність (К) – методом титрування [10], золи – методом озолення без прискорювача [9], вміст амілози (А) за Ріхтером М. [1], адсорбційну здатність – за удосконаленою методикою з індикатором метиленовим блакитним [11].

**Результати досліджень.** В розвитку уявлень щодо перетворень крохмалю під дією модифікації провідне місце має порівняння фізико-хімічних властивостей крохмалю нативного та його модифікацій в нативному стані та в сировині. Це дозволяє більш повно визначити зміни, що відбуваються як із самою крохмальною гранулою так і з іншими компонентами за модифікації крохмалевмісної сировини. Порівняльні показники якості представлено в табл. 1.

Таблиця 1

**Якість крохмалю пшеничного нативного та модифікованого**

Найменування	W, %	pH	K, см <sup>3</sup>	Зола, %	A, %
Крохмаль нативний	8,43	6,23	18,50	0,23	20,43
Крохмаль фізично-модифікований	8,99	6,25	16,48	0,20	26,54
Борошно модифіковане пшеничне	10,54	6,26	9,4	1,78	26,02

Відзначено, що після фізичної модифікації знизився показник кислотності (К) крохмалю на 2 од., що вказує на зниження вмісту органічних кислот внаслідок теплового оброблення. Отже, має значний вплив компонентний склад, оскільки вміст органічних кислот значно знизився за модифікації сировини (борошна). Водночас відбулись зміни в структурі крохмальній гранулі, адже показник вмісту амілози (А) збільшився на 6 од. Враховуючи, що крохмаль пшеничний на 84,2% складається з дрібних крохмальних гранул, то зростання лінійної частини крохмалю має достатньо високий показник. Слід врахувати, що коефіцієнт модифікації для крохмалю пшеничного становить 0,784 [7]. За такого коефіцієнту модифікації ступінь кристалічності зростає з 36,4% до 47,2%, що відповідно сприяє застосуванню такого крохмалю для виробництва хліба з подовженим терміном зберігання. Отже, зв'язана волога з крохмальною гранулою може використовуватись як вологопоглинальний компонент.

Відомо, що одним з показників функціональної здатності є сорбційна ємність за метиленовим блакитним. Молекули індикатора метиленового блакитного адсорбуються на порах площею 0,78-1,3 нм<sup>2</sup>. Індикатор метиленовий блакитний – це молекула багатогранник, яка не проникає всередину мікро- і мезопор.

Модифіковані крохмалепродукти, характеризуються розвиненішою поверхнею ефективного радіусу пір, що дозволяє їм накопичувати в своїй структурі більше води та сприятливо впливати на протікання ферментативних іонообмінних і інших реакцій в шлунково-кишковому тракті. Збільшена сорбція індикатора, модифікованих крохмалепродуктів, як відомо корелює з сорбцією ними мікроорганізмів, зокрема, *E. coli*. Отже, адсорбція метиленового блакитного залежить від питомої поверхні часток гранул. Результати досліджень представлено в таблиці 2.

Таблиця 2

**Сорбційна ємність зразків крохмалю пшеничного нативного та модифікованого, включаючи модифіковане в сировині (n=3, p≤0.05)**

№ п/п	Найменування	Сорбційна ємність борошна, мг/г	
		нативне	модифіковане
1	Крохмаль пшеничний	46,42	109,61
2	Борошно пшеничне	49,37	119,64

Відмічено, що проведення фізичної модифікації сприяє зростанню сорбційної ємності як для крохмалю в нативному так і в сировині. Отже, теплова обробка змінює структуру компонентів, що сприяє підвищенню сорбційної ємності продукту.

**Висновки.** Вивчено фізико-хімічні показники пшеничного крохмалю та показано вплив фізичної модифікації на зміну структури крохмальних гранул. Визначено сорбційну ємність як складову функціональності продукту та показано, що за модифікації крохмалепродукти, характеризуються розвиненішою поверхнею ефективного радіусу пор, що дозволяє їм накопичувати в своїй структурі більше води та сприятливо впливати на протікання ферментативних іонообмінних і інших реакцій.

#### Література:

1. Керр Р.В., Цезар Ж.В., Кристенсен Л.М. и др. Химия и технология крахмала / под ред. Р.В. Керр. пер. с англ. Москва: Пищепромиздат, 1956. 579 с.
2. Рихтер М., Аугустат З, Ширбаум Ф. Избранные методы исследования крахмала. пер. с немец. Москва: Пищ. пром-сть, 1975. 182 с.
3. Трегубов Н.Н., Жарова Е.Я., Жушман А.И., Сидорова Е.К. Технология крахмала и крахмалопродуктов. Москва: Легкая и пищ. пром-сть, 1981. 421 с.
4. Андреев Н.Р. Основы производства нативных крахмалов. Москва: Пищепромиздат, 2001. 289 с.
5. Гулюк, Н.Г., Жушман А.И., Ладур Т.А., Штыркова Е.А. Крахмал и крахмалопродукты. Москва: Агропромиздат, 1985. 240 с.
6. Карпов В.Г. Разработка технологии новых видов крахмалопродуктов экструзионным способом: автореф. дис.... д-ра техн. наук: 05.18.05. «Технология сахара и сахаристых продуктов, чая,

табака и субтропических культур» / Всерос. науч.-исслед. ин-т крахмалопродуктов. Москва, 2000. 48 с.

7. Литвяк В.В., Ловкис З.В. Фундаментальные и прикладные исследования крахмала и крахмалопродуктов. *Труды БГУ*. 2014. Том 9, часть 2. С. 152-163.

8. Lim Y.-M., Hoobin P., Ying D., Bargar I. et al. Physical characterisation of high amylose maize starch and acylated high amylose maize starches. *Carbohydrate polymers*. 2015. V. 117. P. 279–285.

9. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. Український інститут експертизи сортів рослин. 158 с.

10. ДСТУ 4380:2005. Крохмаль модифікований. Загальні технічні умови. Держспоживстандарт України. Київ, 2006. 20 с.

11. Методичні рекомендації з визначення сорбційної ємності (знебарвлюючої здатності) модифікованих крохмалепродуктів за органічним барвником метиленовим блакитним / Л.М. Хомічак, І.В. Кузнєцова, С.В. Ткаченко, С.І. Висоцька, М.А. Ярмолюк. Київ, 2020. 13 с.



## **ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES**

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-21>

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКРАНУЮЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РІДИННИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ**

**Левченко Л. О.**

*доктор технічних наук, доцент,  
доцент кафедри автоматизації проектування енергетичних  
процесів і систем*

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Панова О. В.**

*кандидат технічних наук, доцент,  
завідуюча кафедри фізики*

*Київський національний університет будівництва і архітектури*

**Тихенко О. М.**

*кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри екології*

*Національний авіаційний університет  
м. Київ, Україна*

Підвищення електромагнітного навантаження внаслідок збільшення амплітуд і розширення частотного спектра електромагнітних полів технічних засобів, потребує проведення ґрунтовних досліджень щодо впливу електромагнітних полів різного походження на людей у виробничих умовах та побуті, а також розроблення інноваційних підходів щодо їх зниження до регламентованих рівнів. Ще у 1995 році Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) офіційно запровадила термін «глобальне електромагнітне забруднення». В той же час, медичні дослідження свідчать про негативний вплив на здоров'я людей електромагнітних полів малих напруженостей [1]. Це вимагає обґрунтування та розроблення відповідних заходів і засобів захисту людей у виробничих та побутових умовах. Найбільш ефективним методом зниження рівнів електромагнітних полів широко частотного

діапазону є екранування. Найбільш прийнятними на сьогоднішній день є композиційні екрануючі матеріали, основною перевагою яких є керованість коефіцієнтами екранування за рахунок зміни концентрації екрануючої речовини у матриці. Недоліки застосування композиційних матеріалів – складність технологій виготовлення та висока вартість. Тому актуальним завданням є розроблення високоефективних, широкосмугових і зручних в експлуатації композиційних матеріалів для екранування окремих приміщень та частин будівель. Доцільно дослідити можливості вироблення і застосування екрануючих матеріалів на рідинних носіях. Такі матеріали є більш практичними під час нанесення на поверхні будь-якої форми з мінімальною кількістю відходів і регулюванням товщини захисного шару.

Останнім часом значна частина робіт присвячена розробленню композиційних матеріалів на різних основах, але найбільш прийнятними є рідинні захисні матеріали, які можна наносити на поверхні будь-якої форми з потрібною товщиною. Саме такий підхід використаний у роботі [2], де наведено результати досліджень композиції типу шпатлівки з вмістом вольфраму (70%), нікелю (18,6%) та вуглецю (11,4%). Але такий матеріал призначений для захисту від іонізуючих випромінювань і розроблений для заміщення свинцю. Розробка [3] і наведені коефіцієнти екранування свідчать про можливість виготовлення захисних шпатлівок та штукатурок введенням у них магнітного та діелектричного наповнювача. Але їх товщини – до 10 mm, а покриття двошарове. Це ускладнює практичне застосування і підвищує вартість робіт. Ґрунтовні дослідження [4] показали, що застосування дрібнодисперсного графіту та графітизованої сажі у якості наповнювача полімерної матриці забезпечує високі коефіцієнти екранування у широких смугах частот. У роботі [5] наведені результати досліджень реологічних та адсорбційних властивостей водно-дисперсних та синтетичних фарб на основі геополімерів. Все це надає підстави стверджувати, що такі фарби можливо використовувати у якості основи металовмісних композицій для екранування електромагнітних полів. Доцільним також є проведення досліджень щодо їх коефіцієнтів екранування електричних, магнітних та електромагнітних полів найбільш поширених частот.

Метою дослідження є дослідження захисних властивостей матеріалів на основі фарб з різним вмістом металеві субстанції.

Для зручності нанесення захисного матеріалу на поверхні у якості матриці було обрано готові фарби двох типів. Перша – акрилова

водно-дисперсійна фарба VD-AK-22W (Білорусь) ( $\rho=1,03 \text{ g/cm}^3$ ), друга – геополімерна фарба МК 3/18-9.20 (Україна) ( $\rho=1,15 \text{ g/cm}^3$ ). У якості екрануючого наповнювача використовувався дрібно-дисперсний концентрат залізної руди, отриманий методом флотації на Полтавському гірничозбагачувальному комбінаті (Україна) з вмістом Fe – 68–72%,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  – 20–22% ( $\rho=6,24 \text{ g/cm}^3$ ). Також у якості наповнювача використовувалася пігментна суміш GreyX виробництва LTD «Українська мінеральна компанія», м. Київ (Україна) з вмістом  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 50%,  $\text{TiO}_2$  – 25%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 10%. Відомо [6], що ефективність екранування залежить від дисперсності наповнювача, тому було виконано гранулометричний аналіз сумішей стандартним методом седиментації. Середній розмір частинок залізорудного концентрату після подрібнення складав 22–23  $\mu\text{m}$ , суміші GrayX – 8–9  $\mu\text{m}$ .

Було виготовлено три типи екрануючого захисного матеріалу:

- зразок № 1 – водно-дисперсійна фарба з додаванням залізорудного концентрату у вагових кількостях 15, 30, 45, 60%;
- зразок № 2 – геополімерна фарба з додаванням залізорудного концентрату у вагових кількостях 15, 30, 45, 60%;
- зразок № 3 – геополімерна фарба з додаванням суміші залізорудного концентрату та GreyX у пропорції 1:1 у вагових кількостях 15, 30, 45, 60%.

Усі отримані матеріали наносилися на поверхні. Після висихання товщина захисного шару складала 0,22–0,25.

Результати вимірювання коефіцієнтів екранування розробленими матеріалами наведено в табл. 1–3. Для високочастотних випромінювань важливим є внесок захисту за рахунок відбиття електромагнітних хвиль у загальний коефіцієнт екранування (можливість відбиття у небажаний бік). Коефіцієнти відбиття, виміряні за методикою, описаною у [6], наведено в табл. 4.

Таблиця 1

**Коефіцієнти екранування  $K_e$  електричного поля  
промислової частоти**

Зразок матеріалу	$K_e$			
	15%	30%	45%	60%
№ 1	1,1–1,2	1,3–1,4	1,6–1,7	2,8–2,9
№ 2	1,1–1,2	1,6–1,7	2,9–3,0	5,2–5,3
№ 3	1,3–1,4	1,8–1,9	4,2–4,3	8,5–8,6

Таблиця 2

**Коефіцієнти екранування  $K_e$  магнітного поля  
промислової частоти**

Зразок матеріалу	$K_e$			
	15%	30%	45%	60%
№ 1	1,2–1,3	1,5–1,6	2,5–2,6	3,7–3,8
№ 2	1,4–1,5	1,9–2,0	3,8–3,9	7,7–7,8
№ 3	1,2–1,3	1,6–1,7	2,8–2,9	5,6–5,7

Таблиця 3

**Коефіцієнти екранування  $K_e$  електромагнітного поля  
ультрависокої частоти**

Зразок матеріалу	$K_e$			
	15%	30%	45%	60%
№ 1	1,2–1,3	1,3–1,4	1,8–1,9	4,0–4,1
№ 2	1,3–1,4	1,6–1,7	2,9–3,0	5,5–5,6
№ 3	1,7–1,8	2,3–2,4	4,0–4,1	7,8–7,9

Таблиця 4

**Коефіцієнти відбиття  $K_o$  електромагнітного поля  
ультрависокої частоти**

Зразок матеріалу	$K_o$			
	15%	30%	45%	60%
№ 1	–	–	0,10–0,15	0,22–0,23
№ 2	–	–	0,15–0,18	0,28–0,29
№ 3	–	–	0,22–0,24	0,32–0,34

Наведені результати свідчать, що розроблені матеріали придатні для захисту людей від електромагнітних впливів у виробничих та побутових умовах, принаймні за вмісту екрануючої субстанції більше 45% (за вагою). Вміст наповнювачів за об'ємом є набагато меншим через значні відмінності густин металовмісного наповнювача й використаних фарб. Тому наповнювач суттєво не впливає на зчеплення фарби з поверхнею, що є важливим для практичного застосування отриманих захисних матеріалів.

**Література:**

1. Vergallo C., Dini L. Comparative Analysis of Biological Effects Induced on Different Cell Types by Magnetic Fields with Magnetic Flux Densities in the Range of 1–60 mT and Frequencies up to 50 Hz. *Sustainability*, 2018. Vol. 10. P. 2776.

2. Tahmasebi Birgani M. J., Zabihzadeh M, Aliakbari S, Behrouz M. A, Hosseini S. M. Evaluation of Putty Metal for Internal Shielding for Patient Protection in Electron Therapy by Monte Carlo Study, Jundishapur J Nat Pharm Prod. Online ahead of Print; 14(2):e12589.

3. Беляев А. А., Беспалова Е. Е., Лепешкин В. В. Радиопоглощающие материалы на основе отделочных строительных материалов для защиты от СВЧ излучения базовых станций сотовой связи. *Труды ВИАМ*. 2015. № 6. С. 80–88.

4. Barsukov V, Senyk I, Kryukova O, Butenko O. Composite Carbon-Polymer Materials for Electromagnetic Radiation Shielding. *Materials Today: Proceedings*, 2018, V. 5, No 8, Part 1. P. 15909–15914.

5. Senyk, I., Kuryptia, Y., Barsukov, V., Butenko, O., Khomenko, V. Development and application of thin wide-band screening composite materials. *Physics and Chemistry of Solid State*, 2020. Vol. 21(4). P. 771–778.

6. Glyva V., Podkopaev S., L. Levchenko, N. Karaieva, K. Nikolaiev, O. Tykhenko, O. Khodakovskyy, B. Khalmuradov. Design and study of protective properties of electromagnetic screens based on iron ore dust. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018, Iss. 1/5 (91). P. 10–17.

## **ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION**

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-22>

### **AIRPORT CONSTRUCTION: CHANGING THE EMPHASIS OF DEVELOPING COMPETENCIES OF HIGHER EDUCATION STUDENTS**

**Agieieva G. M.**

*Candidate of Science (Engineering), Senior Research Associate,  
Full member of the Academy of Civil Engineering of Ukraine  
Associate Professor  
National Aviation University  
Kyiv, Ukraine*

The construction and operation of civil aviation airports has a centuries-old history. The individual stages and practices of its operation correspond to the stages of development of aircraft construction and society as a whole.

The challenge of time for airport construction is to take into account the processes associated with the increase in the size of airports, their approach to built-up area, the rearrangement of internal infrastructure; integration of transport infrastructure of local, regional and world levels, creation of multimodal transportation systems, etc. [1, p. 129]. According to the forecast of European Organisation for the Safety of Air Navigation (EUROCONTROL), urbanization of areas close to airports, despite the crisis in the aviation industry related to the COVID-19 pandemic, will remain a trend of development and management of territories in pandemic and post-pandemic time.

At the initial stage, the airports provided take-off and landing operations for military aircraft, insignificant conveyance of air passengers, cargo and mail transportation and demonstration flights of new aircraft (air show), etc.

Modern airports are large transportation providers and multimodal hubs, the capacity of which can reach considerable values, and size of development area and impact of airports is equal to and exceeds 2000 hectares. The development and operation of such formations are

closely connected with the solution of urban planning problems. As a result, business models which appear and are being implemented focus on:

- increase of the economic potential of airport and commercialization of nearby areas [2, p. 5–5];
- sustainable development of territories and communities in the influence area of airport [3, p. 225].

The implementation of these business models creates a demand for specialists of the appropriate level and provides conditions for higher education students to develop the relevant competencies.

In Ukraine, the practice of training specialists for civil aviation, in particular, construction and operation of ground facilities, is associated with two institutions of higher education the National Technical University of Ukraine (NTUU) "Kyiv Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky" (1932-1933) and the National Aviation university (from 1968 to the present) [4, p. 17].

For over 50 years, the National Aviation University has been training specialists in majors "Construction of airfields", "Operation of airfields", "Operation of air transport" for ground support of civil aviation not only in Ukraine but also in the countries of Council for Mutual Economic Assistance [4, p. 18].

Currently, higher education students are trained in major 192 "Construction and Civil Engineering" (area of specialty is "Roads and airfields" and "Industrial and civil construction") and 191 "Architecture and Urban Planning" (area of specialty is "Architectural Environment Design").

Traditionally, courses "Vertical planning of airfields", "Road and airfield coverings" and "Buildings and constructions of airports" are taught for students of major 192.

Higher education students who have major 191 are able to study strategic directions of development of airports and transport infrastructure of the country; urban planning related to the operation of airports during the course of "Theory of Urban Planning". Students are involved in informal study of world practices of urban planning and creation of tourist destinations [5, p. 30].

Teachers and researchers of the National Aviation University take an active part in seminars and trainings on the approximation of the country's legislation in the field of aerodrome / airport certification and airworthiness to the relevant regulations and standards of the European Union (EU). Most of them are aimed at supporting the sustainable development of Ukraine's civil aviation and its integration into the EU transport system (Twinning Project UA / 48b), etc.

The National Transport Strategy of Ukraine for the period up to 2030, the State Target Program for Airport Development for the period up to 2023 and the concepts of integrated urban development until 2030 taking into account the development of international and regional airports are implemented by development and accomplishment of relevant innovative projects. In particular, in June 2021, within the framework of the International Investment Forum "Southern Development Strategy", projects on construction of international airport and related infrastructure in the city of Genichesk, reconstruction of the airport in Kherson were presented.

In the context of development strategies of the National Aviation University, airports and transport industry of Ukraine for the period up to 2030, the priorities of strategic development and effective management of the Faculty of Architecture, Construction and Design were identified [4, p. 27]. Particular attention was paid to the participation of scientists and teachers in innovative projects and involvement of young scientists and higher education students.

Conditions and opportunities for individual educational tracking for higher education students with bachelor's and master's degrees at the National Aviation University allow future engineers for airfields operation (major 192) and architects (major 191) to realize personal potential and participate in innovative projects on development of airports and areas close to them.

The list of compulsory disciplines includes specialized and practical training, humanitarian and socio-economic training what contributes to developing integrated, general and professional competencies. The course "Theory of Urban Planning" is the theoretical basis for substantiation of design decisions on development management and development of cities including airports located inside or outside cities. The content of practical tasks is focused on study of world and domestic experience, reflects current trends in urban development, airport construction, development management and urban development. However, it is based on the principles and laws of urban policy of the state [5, p. 26].

In 2020-2021 academic year, the list of free choice disciplines includes the following courses "Architecture of airport buildings and facilities" (major 191) and "Urbanization of areas close to airports" (major 192). Other proposals on adjustment of educational and professional programs, dissemination of world practices on airport construction and territory management are discussed and implemented.

Hopefully this will be a basis for bringing back the Department of Urban Development or creation of a new structural unit the Department



of Urbanization and Construction of Aerotropolises. This enables consolidation of goals and sectoral focus of the Department activities, concentration of scientific potential to ensure opportunities for appropriate training of higher education students, their employment in area of strategic development and socio-economic development of regions and integration of civil aviation into transport system of the European Union.

### References:

1. Агеева Г. Н. Развитие аэропортов: интеграция в региональные системы транспортных перевозок. *Теория современного города: прошлое, настоящее, будущее* : материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участ., г. Екатеринбург, 18–20 мая 2016 г. Екатеринбург : Архитектон, 2016. С. 129–131.
2. International Civil Aviation Organization (ICAO), 2013. Airport Economics. Manual. DOC; 9562. Montreal, Quebec, Canada. 152 p.
3. Salazar, N., 2016. Airport Urbanism: Infrastructure and Mobility in Asia. By Max Hirsh. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2016. vii, 157 pp. ISBN: 9780816696109 (paper). *The Journal of Asian Studies*, 77 (1), 225–226. doi: 10.1017 / S0021911817001310.
4. Агеева Г. М. Урбанізація територій, наближених до аеропортів – пріоритет підготовки фахівців з містобудування в Національному авіаційному університеті України. *Архітектура, будівництво, дизайн в освітньому просторі / за ред. В. Карпова*. Рига, 2021. С. 8–39.
5. Агеева Г. М. Створення в Національному авіаційному університеті науково-навчальної бази підготовки фахівців у галузі містобудування. *Містобудування та територіальне планування*. 2019. № 71. С. 24–38.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-23>

**РОЗВИТОК МЕТОДІВ ОЦІНКИ  
НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ АРМОВАНОГО  
ЖОРСТКОГО ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ**

**Гамеляк І. П.**

*доктор технічних наук, професор,  
завідувач кафедри аеропортів  
Національний транспортний університет*

**Цибульський В. М.**

*старший викладач кафедри опору матеріалів та машинознавства  
Національний транспортний університет*

**Харченко А. М.**

*кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри транспортного будівництва та управління майном  
Національний транспортний університет  
м. Київ, Україна*

Розвиток сучасних матеріалів та техніки, що використовуються при будівництві автомобільних доріг напряму пов'язаний зі створенням нових конструктивних рішень [1], які би відповідали зростаючим вимогам надійності, міцності і економічності даних споруд. У світі все ширше використовуються конструкції дорожнього одягу основною особливістю яких є неоднорідність, багат шаровість та поєднання матеріалів з різними фізико-механічними характеристиками, які входять в клас кусково-неоднорідних. Такі системи проектують для забезпечення міцності дорожнього одягу при постійному збільшенні інтенсивності руху та граничного навантаження.

Визначення складових напружено-деформованого стану таких багат шарових систем є складним завданням механіки деформованого твердого тіла. Певною мірою це завдання може бути вирішено на основі розробки універсальних теоретичних моделей, для яких число і порядок розв'язувальних рівнянь не залежить від ступеня неоднорідності конструктивних елементів дорожнього одягу, але які дають можливість визначити складові напружено-деформованого стану в шарах конструкції [2].

Розрахунок шаруватих композитних конструкцій з використанням рівнянь тривимірної теорії пружності розглядається в науковій праці Я.М. Григоренка, А.Т. Василенка, Н.Д. Панкратової [3]. При цьому отримано рішення рівнянь просторової лінійної теорії пружності неоднорідних анізотропних шаруватих оболонок. Авторами розглянуто прямокутні в плані ортотропні шаруваті конструкції при деяких граничних умовах, що допускають поділ перемінних.

Найбільш широке розповсюдження отримав підхід на основі двовимірних теорій шаруватих систем викладений в роботах С.А. Амбарцумяна [4]. Згідно з цією теорією вводяться гіпотези про розподіл поперечних дотичних напружень по товщині пакету, які в межах кожного шару характеризуються певним законом зміни та модулем поперечного зсуву.

Для побудови двовимірних рівнянь теорії кусково-неоднорідних шаруватих систем існує два напрями застосування гіпотез розподілу напружень, які викладені в роботі Е.І. Григолюка, Ф.А. Когана [5].

В першому підході для виведення рівняння застосовуються кінематичні гіпотези для кожного окремого шару, порядок рівнянь при цьому залежить від числа шарів. Система рівнянь багат шарових пластин з довільною кількістю прошарків була побудована В.В. Болотіним [6], що дає змогу з високою ступеню точності описати загальний напружено-деформований стан армованих шаруватих конструкцій.

Для теорії другого напрямку вводяться загальні гіпотези, що неперервно описують шарувату систему по товщині. Надалі цей напрямок отримує широкий розвиток [7] зважаючи на його переваги при реалізації – це незалежність числа і порядку дозвільних рівнянь від кількості шарів, що має велике значення для конструкцій з композиційних матеріалів.

Ця перевага відкриває можливість до об'єднання теорій шаруватих систем з найбільш ефективним чисельним методом механіки деформованого твердого тіла – методом скінчених елементів для розрахунку неоднорідних конструкцій.

### Література:

1. Цибульський В.М. Сучасні матеріали для армобетонних конструкцій автодорожніх мостів. *XII Всеукраїнська заочна науково-практична конференція, Освіта і наука в Україні: шляхи розвитку та напрями взаємодії: тези доповідей*. м. Харків, 2020. С. 16-17.

2. Пискунов В.Г. Проблема построения моделей физико-механических процессов в слоистых конструктивных системах. *Механика неоднородных структур*. Львов, 1987. С. 211-212.
3. Василенко А.Т., Григоренко Я.М., Панкратова Н.Д. Напряженное состояние трансверсально-изотропных неоднородных толстостенных сферических оболочек. *Докл. АН СРСР. Механика твердого тела*, 1976. № 1. С. 59-66.
4. Амбарцумян С.А. Теория анизотропных пластин. М.: Наука. 1987. С. 360.
5. Григолюк Э.И., Коган Ф.А. Современное состояние теории многослойных оболочек. *Прикл. механика*, 1972. 8, № 6. С. 3-17.
6. Болотин В.В. К теории слоистых пластин. *Изв. АН СРСР. Отд-ние техн. наук Механика и машиностроение*. 1963. № 3. С. 65-72.
7. Пискунов В.Г. Об одном варианте неклассической теориеймногослойных пологих оболочек и пластин. *Прикладная механика*. 1979. 15, № 11. С. 76-81.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-24>

## **TECTONIC FORMATION OF BIOCLIMATIC HIGH-RISE BUILDINGS**

**Krivenko O. V.**

*Candidate of Technical Sciences,*

*Associate Professor at the Department of Architectural Constructions  
Kyiv National University of Construction and Architecture*

**Bukina Yu. O.**

*Senior Lecturer at the Department*

*of Language Communication and Training*

*Kyiv National University of Construction and Architecture  
Kyiv, Ukraine*

**The problem statement.** In search for ways to develop mega cities in the balance between artificial and natural environment is becoming a general trend of our time [1, p. 8]. In modern cities, the development of high-rise buildings to improve their adaptive characteristics, the possibility

of transformation taking into account the changing external and internal conditions, providing a reliable, comfortable and healthy environment for people living in high-rises. Research on the use during the design of natural analogues and their formation are an important area for solving various problems of bioclimatic high-rise construction. The aim of the research is to identify the relationship between natural analogues and high-altitude bioclimatic structures to determine the natural means and mechanisms for creating of bioclimatic design.

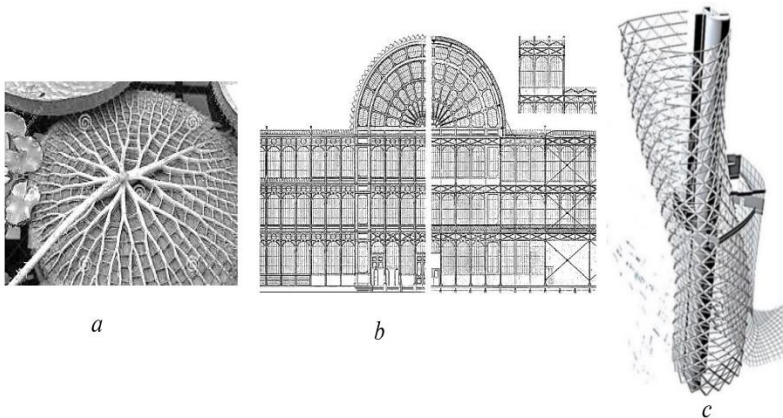
**Results and discussion.** In nature, the formation of various forms is associated with the principle of structural optimization, where the distribution of stress and loads harmoniously corresponds to the optimization of form and the concepts of tectonics and architectonics in design and architecture. The tasks of bioclimatic modeling of high-rise buildings are aimed at interaction with nature, which can be realized, including the use of analogues or bio prototypes of natural structures. In this way, based on the tectonic approach in the design of a high-rise building, the logic and stability of its constructive, functional and visual structure is formed, the formation of harmonious and aesthetic vertically developed objects of urban design is ensured. For natural structural systems are characterized by:

- reliability, based on the evolutionary development of selection;
- adaptability as the ability to integrate and interact with the environment to ensure vital functions;
- stability, which is determined by the means to respond quickly to influences; efficiency, which is determined by reliability with minimal energy and resource costs;
- uniqueness provided by a combination of the above characteristics.

Thus, the level of stability of the constructive decisions made on the basis of natural analogues gives the chance to increase interaction of external environment with maintenance of functionality and harmony of forms of a high-rise building. The idea of using natural design solutions as analogues in the process of architectural design of buildings has a long history [2, p. 12]. Thus, in the second half of the nineteenth century English architect J. Paxton designed a new lightweight glass ceiling design of the Crystal Palace at the Great Exhibition in London, 1851 [3] (Fig. 1b).

A natural analogue of the construction of the coating was the ribbed structure of a floating leaf of the aquatic plant of *Victoria amazonica*, which grows up to 2 m in diameter and can withstand a weight of up to 50 kg without sinking into the water [4]. At the bottom, the sheet is

reinforced with thick and strong streaks connected by transverse diaphragms. So, the structural material is concentrated on the main voltage lines. In this case, the membrane of the sheet has a minimum thickness, due to this distribution of the material achieves significant strength with minimal material consumption (Fig. 1a). An analogue of the natural structure of this plant has found its place in modern structural solutions of high-rise buildings. For example, in the high-rise building of Capital Gate, in Abu Dhabi [5], a load-bearing structure with a diagonal grid was used – an external exoskeleton for the perception of wind force and seismic pressure (Fig. 1c). In addition, the exoskeleton provides stability of the curvilinear shape of the building with a complex geometry with an angle of  $18^\circ$ . 728 specially made diamond-shaped glass panels are attached to the edges of the grid, which are installed at different angles due to the complex geometry of the structure. In total, the tower contains more than 12,500 glasses, which significantly reduces the cost of artificial lighting. Among similar skyscrapers are 30 St Mary Ax, London, UK, as well as Hearst Tower, New York, USA.



**Figure 1. Application of tectonic shaping on the basis of natural analogies:**

*a – ribbed buds of a floating leaf of the aquatic plant of Victoria amazonica [4]; b – Crystal Palace, the Great Exhibition in London, 1851, arch. J. Paxton [3]; c – mesh system "diagrid" in the outer shell of the high-rise building Capital Gate, Abu-Dhabi, United Arab Emirates [5]*

A natural analogue of the construction of the coating was the ribbed structure of a floating leaf of the aquatic plant of *Victoria amazonica*, which grows up to 2 m in diameter and can withstand a weight of up to 50 kg without sinking into the water [4]. At the bottom, the sheet is reinforced with thick and strong streaks connected by transverse diaphragms. So, the structural material is concentrated on the main voltage lines. In this case, the membrane of the sheet has a minimum thickness, due to this distribution of the material achieves significant strength with minimal material consumption (Fig. 1a). An analogue of the natural structure of this plant has found its place in modern structural solutions of high-rise buildings. For example, in the high-rise building of Capital Gate, in Abu Dhabi [5], a load-bearing structure with a diagonal grid was used – an external exoskeleton for the perception of wind force and seismic pressure (Fig. 1c). In addition, the exoskeleton provides stability of the curvilinear shape of the building with a complex geometry with an angle of 18°. 728 specially made diamond-shaped glass panels are attached to the edges of the grid, which are installed at different angles due to the complex geometry of the structure. In total, the tower contains more than 12,500 glasses, which significantly reduces the cost of artificial lighting. Among similar skyscrapers are 30 St Mary Ax, London, UK, as well as Hearst Tower, New York, USA.

**Conclusions.** The analysis of examples the use of bionic directions in the formation of architecture shows the prospects and the effectiveness of their application introduction and formation of a new way of life based on the development of ecological consciousness and the search for new forms of harmonious coexistence with nature. The evolution of the bionic approach in eco-design has led to a new stage, such as the need for the introduction of new strains and concepts and the formulation of the out-of-the-box principles, adoption of the development on the basis of the analysis of folding systems and synergistic design. This is especially important for solving the problems of bioclimatic high-altitude architecture, the formation of which is associated with a significant number of parameters to achieve natural similarity not only in form and technology of formation, but also in the existence of high-rise buildings.

### References:

1. O. Krivenko, V. Mileikovskiyi. and T. Tkachenko, The principles of energy efficient microclimate provision in the skyscraper “Biotecton” of 1 km height, *European J. of Formal Sciences and Engineering* 1(3), 8–17 (2018) DOI: <http://journals.euser.org/index.php/ejef/issue/view/273>.

2. P. Gruber, Biomimetics in Architecture. Architecture of Life and Buildings, (New York: Springer Wien 2011), 275.

3. CollectedPapers, URL: [https://collectedpapers.com.ua/ru/plants\\_engineers\\_of\\_the\\_nature/yak-buv-stvorenij-krishtalevij-palac](https://collectedpapers.com.ua/ru/plants_engineers_of_the_nature/yak-buv-stvorenij-krishtalevij-palac) (date retrieved 24.06.2021).

4. Victoria amazonica, Victoria Regia, URL: <https://n-dank.livejournal.com/109641.html> (date retrieved 24.06.2021).

5. Capital Gate Tower, Abu Dhabi, URL: <https://web.archive.org/web/20170616220958/http://www.ctbuh.org/TallBuildings/FeaturedTallBuildings/CapitalGateTowerAbuDhabi/tabid/3380/language/en-GB/Default.aspx> (date retrieved 24.06.2021).

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-25>

## **ДІЛОВА КУЛЬТУРА І ГЕНОМ ДІЛОВОЇ ДОСКОНАЛОСТІ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА – ОСНОВА КУЛЬТУРИ ВИРОБНИЧИХ ВІДНОСИН СУСПІЛЬСТВА**

**Савенко В. І.**

*кандидат технічних наук, професор,  
доктор будівництва АБУ*

*професор кафедри організації і управління будівництвом  
Київський національний університет будівництва і архітектури*

**Полосенко О. В.**

*аспірант кафедри організації і управління будівництвом  
Київський національний університет будівництва і архітектури*

**Победа С. С.**

*аспірант кафедри організації і управління будівництвом  
Київський національний університет будівництва і архітектури  
м. Київ, Україна*

Питання досконалості і якості вічне питання, як і саме будівництво. Для успішної діяльності будівельної організації дуже важливо мати замовлення, а для цього треба забезпечити конкурентоспроможність продукції на ринку і знайти свого споживача. Це можна зробити,



вдосконаливши менеджмент організації і впровадивши на підприємстві сертифіковану у відповідності з ISO 9001-2000 систему управління якістю. Головним принципом такої системи є постійне вдосконалення, що стимулює пошук проблемних факторів і їх вирішення. А це тільки перший крок, далі – Модель досконалості і активна наукова та інноваційна діяльність, створення геному ділової досконалості за підтримки Держави і суспільства. В період переходу до ринкових відносин і відкриття власних ринків для іноземних виробників без підтримки і розвитку вітчизняного виробника веде до руйнування власних підприємств і падіння економіки. Вихід один – розвивати і зміцнювати вітчизняні підприємства на базі інноваційних технологій та передової освіти і науки, створюючи геном ділової досконалості і високої культури виробництва.

**Головною метою** цієї роботи є популяризація наукових і практичних напрацювань, як нових, так і давно відомих, але з різних причин підзабутих, не вивчених, часто проігнорованих з політичних мотивів. Використання позитивного досвіду в управлінні менеджментом підприємств, якістю продукції та її інвестиційною привабливістю, конкурентоздатністю. Сприяння розвитку будівельних організацій, як основи розвитку економіки України.

Аналіз розроблених систем управління якістю в будівельних організаціях АТ ХК «Київміськбуд» показав, що в ряді випадків система документів підприємства у сфері якості і менеджменту в цілому не ефективна, не актуалізована, недостатньо пророблена, не відображає вимог споживачів продукції, містить загальні і неконкретні формулювання, непов'язана з іншими елементами управління підприємством. Ці й інші недоліки приводять до того, що система менеджменту підприємства не відповідає очікуванням споживачів, а це призводить до зниження конкурентоспроможності продукції і втрати підприємством своїх позицій на ринку. Негативні явища в будівельному виробництві накладають руйнівний відбиток на виробничі відносини в економіці в цілому, бо будівництво дає роботу порядку 70 галузей економіки. Тому культура виробництва і виробничих відносин в будівництві безпосередньо впливає і на них [1]. Позитивним є в цьому плані напрацьований досвід роботи АТ ХК «Київміськбуд» і ВАТ ДБК-3, який, на жаль, швидко втрачається. ПАТ «ДБК-4», тепер компанія «Житлобуд» зберігає і розвиває СУЯ і прогресивний менеджмент, створюється геном ділової культури і досконалості, бо на чолі стоїть справжній лідер Герой України, академік Української академії наук та Академії будівництва України, президент будівельної

палати України Шилюк П.С. [2]. Сьогодні дуже важливо надати науково-методичну допомогу фахівцям у частині розробки і впровадження системи управління якістю згідно з міжнародними стандартами ISO 9000-2000 (2015) сертифікувати її і, вдосконалюючи, довести до рівня Європейської моделі досконалості Навчання і підготовка персоналу проводилась в Українській асоціації якості (Президент Калита П.Я.). Розробка і впровадження перших систем велись на базі ВАТ «ДБК-3» АТ ХК «Київміськбуд» за Президентства Поляченка В.А. і куратора-керівника управління іспекційного контролю якості АТ ХК «Київміськбуд» Массалова А.Г. [1; 2]. Побудова сучасних систем управління виробничих організацій на базі економіко-математичних методів та інформаційних технологій передбачає вирішення ряду проблем, пов'язаних з формалізацією процесу функціонування виробничої системи і постійного її поліпшення, як вимагають міжнародні стандарти. Проте стохастичний (вірогіднісний) характер як внутрішніх, так і зовнішніх чинників вносять певну невизначеність (хаос) в дії виробничої організації і формують певний рівень ентропії, яка стає причиною втрати синергичності функціонування системи, нерациональних витрат ресурсів. Робляться спроби кількісного вимірювання цих властивостей систем, але точних надійних, однозначних методів поки що не існує, тому автоматизована чи роботизована система не має підстав для прийняття однозначного рішення [3; 4]. Навіть у найдосконаліших машин інтуїція, як підказка з неба, відсутня. Людина ж як найдосконаліше творіння Природи на базі свого досвіду, над зусиль свого розуму і інтуїції, навіть в умовах невизначеності повинна приймати і приймає відповідальні рішення [5; 6].

Цей пошук продовжується. Здавалося б з появою Міжнародних стандартів типу ISO, моделей досконалості типу TQM з використанням логіки RADAR та інноваційних наукових підходів дали підприємствам і людям різних країн і економічних формацій ключі до успішного розвитку [7]. Але на заводі стала глобальна не добродісна і жорстока конкуренція. Не усім вдалося опанувати, впровадити і розвинути ці передові ідеї з різних причин, об'єктивних і суб'єктивних. Постійні кризи різного масштабу та зміни керівництва держави в поєднанні з негативним зовнішнім впливом явно не сприяли впровадженню і розвитку прогресивних ідей. А можливості і люди, віддані цій справі були і поки що залишаються на Батьківщині. З практики розробки і сертифікації системи управління якістю (СУЯ), а фактично формування більш високого рівня менеджменту

будівельної організації комбінатного типу (ВАТ ДБК-3 м. Київ) для створення системи обов'язкових документів СУЯ згідно міжнародних стандартів ISO 9001–2000, зокрема головної настанови НЯ–01, а також Політики (місії) і цілей підприємства в сфері якості необхідно і головною процедурою було проведення анкетування усього персоналу за визначеною формою. І тільки на основі результатів такого широкого анкетування стало можливим формування Політики і цілей підприємства та затвердження головних настанов (методик) функціонування підрозділів і управління комбінату. Кропітка робота, підготовка робочої групи, формування і функціонування робочої групи та з якості, уповноваженого керівництва приведення у відповідність зі стандартом ISO 9001 2000 документації і усіх процесів консолідувало і покращило функціонування управлінських і виконавчих елементів комбінату.[1,8] Унікальна ситуація виникла в перші роки незалежності України. Паралельно з адміністрацією, ще державною, а згодом комунальною і акціонерною, діяли колективні органи – ради трудових колективів підрозділів. Представницькі виборні органи, перед якими щомісячно на усіх рівнях звітували і ставили завдання на наступний місяць (квартал, рік) керівники підрозділів і всієї компанії ( до 2013 р. це ще було ВАТ ДБК-3 АТ ХК Київміськбуду). Це було незвично, недовго, але ефективно.

### **Основні висновки:**

1. Впровадження ефективного менеджменту підприємства і системи управління якістю спонукає організацію до визначення основних процесів виробництва та їхніх параметрів, розробки схеми процесів, політики, місії, цілей, постійний моніторинг і аналіз виконання з подальшим коригуванням і визначенням домінуючих факторів, що впливають на якість продукції і її конкурентні можливості.

2. Вирішальне значення має формування високої культури виробництва, генома ділової досконалості організацій, що за підтримки держави і суспільства позитивно впливає на виробничі сили та виробничі відносини в цілому в державі.

### **Література:**

1. Менеджмент якості в будівництві і геном ділової досконалості організації : монографія / Савенко В.І., Доценко С.І., Пальчик С.І., Калита П.Я. та ін. Київ. УАН : Центр учбової літератури, 2018. 230 с.

2. Савенко В.І. Оптимальні методи управління будівельною організацією комбінатного типу. Текст / Савенко В.І., Доценко С.І., Ключева В.В., Терещук М.О. *Управління розвитком складних*

*систем(УРСС)* : наукове видання КНУБА. № 35. К. 2018. С. 147-154. URL: <http://urss.knuba.edu>. Ua Copernicus Google.

3. Савенко В.І. Генетичний підхід до ділової досконалості та ізоморфізм структури будівельної організації : тексти тез доповідей Савенко В.І., Доценко С.І., Ключова В.В., Пальчик С.П. 8-а Міжнародна конференція. *КЗЯТПС ЧНТУ*. Чернігів. 2018. С. 101-102.

4. Савенко В.І. Ентропія як прояв системної та діалектичної сутності будівельної організації комбінатного типу : тексти тез доповідей Савенко В.І., Пальчик С.П., Ключова В.В. *Победа С.С. УРСС КНУБА*. Вип. № 36 КНУБА.К. 2018. С. 142-147 URL: <http://urss.knuba.edu>.UaCopernicusGoogle.

5. Савенко В.І. Інтелектуальні інформаційні інструменти розвитку виробничої системи енергетичного менеджменту та підприємства в цілому : тексти тез доповідей Савенко В.І., Доценко С.І., Пальчик С.П., Ключова В.В., Терещук М.О. *УРСС КНУБА*. Вип. № 37. КНУБА. К. 2019. С. 195-204. URL: <http://urss.knuba.edu>. Ua Copernicus Google.

6. Савенко В.І. Розвиток виробничої організації на основі впровадження системи управління якістю та енергоефективних науковомістких технологій : тексти тез доповідей Савенко В.І., Ключова В.В., Пальчик С.П. 7-а Міжнародна конференція. *КЗЯТПС ЧНТУ*. Чернігів. 2017. С. 102-104.

7. Модель досконалості EFQM. Брюссель. 2011. *EFQM* : офіційний сайт. URL: <http://www.efqm.org/the-efqm-excellence-model95>. Калита П.Я. Головне ланка, або як витягнути ланцюг соціально-економічних проблем (на прикладі України). *Стандарти і якість*. 2010. № 1. С. 8-13.

8. Савенко В.І. Організаційні виробничі системи в світлі загальної організаційної науки та сучасного кадрового менеджменту : текст Савенко В.І., Пальчик С.П., Нестеренко І.С., Терещук М.О. Ключова В.В. *УРСС КНУБА*. 2018. № 34.

9. В.І. Савенко. Генетичний підхід до ділової досконалості та ізоморфізм структури будівельної організації : тексти тез доповідей Савенко В.І., Доценко С.І., Ключова В.В., Пальчик С.П. 8-а Міжнародна конф. *КЗЯТПС ЧНТУ Чернігів*. 2018.

10. Шаповалова І.С. Соціогенетичний підхід у вивченні організаційної культури. *Наукові відомості БелГУ*. Білгород: Вид-во БелГУ. 2009. № 5. С. 159-167.

11. Дослідження і математичне моделювання організаційних структур та виробничих процесів будівельних організацій комбінатного типу : монографія / Савенко В.І., Доценко С.І., Нестеренко І.С., Куліков П.М. та ін. УАН : Центр учб. літ. К. 2018. 124 с.

12. Савенко В.І. Інтелектуальні інформаційні інструменти розвитку виробничої системи енергетичного менеджменту та підприємства в цілому : тексти тез доповідей Савенко В.І. Доценко С.І. Пальчик С.П, Ключєва В.В. Терещук М.О. *УРСС*. Вип. № 37. *КНУБА*. К. 2019. С. 195-204. URL: <http://urss.knuba.edu>. Ua Copernicus Google.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-26>

## **АНАЛІЗ СВІТОВОГО ДОСВІДУ УТРИМАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ У ЗИМОВИЙ ПЕРІОД**

**Смірнов А. М.**

*аспірант кафедри транспортного будівництва та управління майном  
Національний транспортний університет  
м. Київ, Україна*

Зимове утримання доріг – це завжди дорогий і складний процес. На жаль, у більшості випадків погода залишається складно передбачуваним явищем незалежно від країн світу. Ефективний контроль снігу та льоду на автомобільній дорозі є важливою функцією для уряду держав, щоб забезпечити, наскільки це можливо, безперешкодний дорожній рух, для комфортного пересування в зимовий період між країнами світу. Практика, стандарти та рівень обладнання відрізняються між собою в країнах Європа та світу [1; 2]. Вартість аварій та травми внаслідок дорожньо-транспортних пригод є істотними, так що заходи, спрямовані на подальші дії поліпшення зимового режиму обслуговування, ймовірно, принесє істотну користь для учасників дорожнього руху.

Сьогодні у світі існують різноманітні підходи до утримання автомобільних шляхів у зимовий період. Наприклад, Фінляндія має край децентралізовану структуру обслуговування доріг. Там регіональні центри укладають договори із підрядниками, чітко включаючи в них цільові показники якості. Загалом підрядник має забезпечити цілодобовий безпечний проїзд дорогами. Натомість конкретний вибір способів утримання залишається на його розсуд. Серед кількісних вимірів результати роботи підрядників розглядають за коефіцієнтом

зчеплення дорожнього покриття, товщиною снігового покриву та рівномірністю сніжного накату. Із цікавих методів – використання снігоприбиральних авто із двома відвалами. Вони дають можливість за один прохід розчистити відразу дві полоси. Хоча є і очевидний мінус – необхідність перекивати дорогу на час прибирання [3].

У Швеції 2004 р. придумали власний спосіб боротьби з ожеледицею та снігом, який назвали методом Торгейра Ваа. Його суть полягає у тому, що дрібний пісок змішують із водою температури 95 градусів у пропорції 7:3. І цю суміш розбризкують вулицями. Завдяки високій температурі, поверхня отримує дуже цупку структуру. Її вистачає на 3–7 днів на дорозі із добовим трафіком у 1500 автомобілів. Звичайно, процедуру треба повторювати щоразу після снігопаду, а також у випадку, якщо температура переходила через нуль градусів. Сильний бік цього методу – його екологічність. Із мінусів – необхідність купувати дороге обладнання.

У Канаді та деяких американських штатах замість технічної солі використовують хлорид магнію. Він дуже ефективний у боротьбі зі снігом, проте викликає значну корозію металів і негативно впливає на взуття й одяг пішоходів. Крім того, хлорид магнію коштує дорожче за звичайну сіль. Також у Штатах діє так зване правило трьох годин, відповідно до якого щонайменше впродовж трьох годин після початку снігопаду водії не повинні виїжджати на дороги без крайньої необхідності. За цей час дорожники мають привести автомобільні шляхи у стан, прийнятний для проїзду. Водночас, відомі своєю вихованістю та відкритістю канадці дуже схильні допомагати одне одному. Тому взимку у багатьох населених пунктах країни кленового листа формуються групи так званих «снігових янголів», що допомагають розчищати тротуари тим, хто фізично зробити цього не може: літнім, хворим і т.п.

Доволі ефективним напрямом є оперативне інформування водіїв про ситуацію на дорогах через соціальні мережі. За умови активної участі людей соціальний ефект може допомогти за лічені хвилини чи години проінформувати велику кількість користувачів колісного транспорту, аби ті планували власні поїздки з урахуванням стану проїзду на дорогах. Також соціальні мережі можуть діяти і в зворотному режимі, коли користувачі інформують дорожників про проблемні ділянки [3; 4].

Не варто забувати і про особисту відповідальність водіїв, – в холодну пору року треба вчасно міняти гуму транспортних засобів на зимову і дотримуватися помірною швидкісного режиму. Навіть на

нібито чистій дорозі без снігу чи льоду зчеплення гуми із покриттям є набагато гіршим, аніж улітку, через нижчу температуру. А перед великим снігопадом або на його початку потрібно подбати про те, щоб ваш автомобіль не заважав роботі техніки. Це варто зробити навіть тоді, якщо формально він запаркований правильно, але, з практичної точки зору, ускладнює проїзд спеціальних машин.

Дороги є ключовим елементом для економічного та соціального здоров'я країн і навіть цілих континентів потік людей і товарів, вони сприяють підтримання та розвиток обмінів між населення, яке вони обслуговують. Незалежно від його щільності, розміру населення, що обслуговується, та обсяг ресурсів наявна, дорожня інфраструктура повинна відповідати мобільності потреби свого населення.

### **Література:**

1. Transportation Research Board. Highway deicing. Comparing salt and calcium magnesium acetate. Special Report 235, National Research Council, Washington, DC, 1991.

2. Assad AA, Golden BL. Arc routing methods and applications. In: Ball MO, Magnanti TL, Monma CL, Nemhauser GL, editors. Network routing. Handbooks in operations research and management science. Amsterdam: North-Holland; 1995. P. 375–483.

3. Eiselt HA, Gendreau M, Laporte G. Arc routing problems. Part I: the Chinese postman problem. *Operations Research* 1995;43:231–42.

4. Eiselt HA, Gendreau M, Laporte G. Arc routing problems. Part II: the rural postman problem. *Operations Research* 1995;43:399–414.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-27>

**РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ  
ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО СТАНУ  
ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ «МК-ДЕС-НТУ»**

**Шуляк І. С.**

*кандидат технічних наук,  
доцент кафедри проектування доріг, геодезії та землеустрою  
Національний транспортний університет*

**Чечуга О. С.**

*кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри транспортного будівництва та управління майном  
Національний транспортний університет  
м. Київ, Україна*

В лабораторії автомобільних доріг та аеродромів Національного транспортного університету розроблено експериментальний зразок мобільного комплексу для діагностики експлуатаційного стану дорожніх покриттів «МК-ДЕС-НТУ», що містить вузол вимірювання коефіцієнта зчеплення, вузол вимірювання рівності покриття, вузол вимірювання прогину дорожнього одягу, одометр, вимірювач швидкості руху, обладнаний новітніми цифровими датчиками – цифровими акселерометрами та високоточними енкодерами, та дає можливість удосконалити процес визначення параметрів дорожніх покриттів, підвищити точність результатів вимірювань, підвищити безпеку виконання вимірювань, зменшити трудомісткість вимірювальних процесів, підвищити конкурентоздатність вимірювального обладнання (рис. 1).

Розроблено програмне забезпечення для керування процесами вимірювання, обробки і реєстрації даних, а також керування силовими органами та органами контролю виконання. Розроблено програмне забезпечення системи прийому та первинної обробки сигналів з датчиків.

Особливістю розробленого комплексу є те, що він дає змогу вимірювати модуль деформації, а не прийнятий у теперішній час в нормативних документах України та СНД модуль пружності [1, с. 6], який не відображає дійсного експлуатаційного стану



автомобільних доріг. Це уможливило суттєвий прорив в галузі будівництва доріг, наближення критеріїв їх міцності до тих, які використовуються за кордоном, зокрема, в Німеччині, Австрії, Швейцарії [2, с. 5; 3, с. 11; 4, с. 9].



**Рис. 1. Мобільний комплекс «МК-ДЕС-НТУ»**

Схеми нового обладнання були запроєктовані та розроблені на основі дослідження та аналізу фізичних явищ та процесів, які мають місце при взаємодії транспортних засобів з дорогою. Експлуатаційна надійність обладнання доведена в процесі експериментальних випробувань на дослідних ділянках автомобільних доріг м. Києва, Київської, Житомирської, Рівненської областей.

«МК-ДЕС-НТУ» перевершує існуючі установки для визначення експлуатаційного стану дорожніх покриттів за рахунок нового підходу у конструюванні – розміщення вузлів для вимірювання різних показників якості на одному шасі. Також розроблений мобільний комплекс є значно дешевшим за відомі зарубіжні аналоги.

Розробка даного типу вимірювального обладнання сприяє розв'язанню питання удосконалення системи оцінки транспортно-експлуатаційних показників дорожніх конструкцій, яке є надзвичайно важливим в дорожній галузі. Точність та об'єктивність оцінки експлуатаційного стану дорожніх покриттів дає можливість своєчасно виявляти ділянки доріг з недостатніми транспортно-експлуатаційними показниками та проводити заходи щодо їх посилення, що сприяє покращенню транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг.

**Література:**

1. ДСТУ Б В.2.3-42:2016. Автомобільні дороги. Методи визначення деформаційних характеристик земляного полотна та дорожнього одягу. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016. 47 с.
2. DIN 18134 (1990): Baugrund. Versuche und Versuchsgeräte. Platten-druckversuch. Deutsches Institut für Normund.
3. Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau RVS 8S.02.6: Erdarbeiten. Kontinuierlicher walzenintegrierter Verdichtungsnachweis. Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen im ÖIAV, Wien. 1999. 34 p.
4. SVN 670317: Versuche. Plattenversuch. Vereinigung Schweizerischer Straßenfachmänner (VSS), Zürich. 1999. 32 p.

## TRANSPORT

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-28>

### ПАРАМЕТРИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПРОЕКТУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ З ВИКОРИСТАННЯМ САПР SOLIDWORKS

**Йовченко А. В.**

*старший викладач*

*Черкаський державний технологічний університет  
м. Черкаси, Україна*

**Параметричне моделювання (параметризація)** – моделювання (проекткування) з використанням параметрів елементів моделі і співвідношень між цими параметрами. З використанням параметризації можливо за короткий час змоделювати за допомогою геометричних співвідношень або зміни параметрів різні конструктивні схеми та уникнути принципових помилок.

При параметризованому проектуванні створюється математична модель об'єктів з параметрами, при зміні яких відбуваються зміни конфігурацій деталей, взаємні переміщення деталей в збірці.

Параметризація дозволяє безліч разів використовувати розроблену модель та значно скорочує час на проектування деталей механізму, підготовку креслень та іншої супутньої проектної документації.

Основним інструментом параметризації SolidWorks 2019 є блок «equations» в дереві конструювання функцій Manager. Параметризувати зборку можна з дуже високим ступенем деталізації.

При параметризації деталей автомобіля на прикладі кривошипно-шатунного механізму (КШМ) в САПР SolidWorks використовуються операції створення об'ємних тіл, зберігається ідентичний порядок основних операцій САПР. Перед параметризацією необхідно визначити основні конструктивні співвідношення розмірів КШМ [1]. Наприклад, величину верхньої частини поршня  $h_1$  вибирають, виходячи із забезпечення однакового тиску опорної поверхні поршня по висоті циліндра й міцності бобишок, ослаблених отворами для пропуску оливи. Висоту головки поршня  $h_1$  встановлюють виходячи із нормального

Таблиця 1

## Основні конструктивні співвідношення розмірів поршня при параметризації

Формули задані в Solidworks		Зачальні формули
Drot@Эскиз2	54mm	радіус поршня R
D3@Эскиз2	4mm	кільце
D4@Эскиз2	= Drot@Эскиз2 * 2 * 0.04	$h_1 = R \cdot 2 \cdot 0,04$
D6@Эскиз2	= Drot@Эскиз2 * 2 * 0.09	$\delta = R \cdot 2 \cdot 0,09$
D9@Эскиз2	= Drot@Эскиз2 * 2	$H = R \cdot 2$
D2@Эскиз2	= Drot@Эскиз2 * 2 * 0.075	$e = R \cdot 2 \cdot 0,075$
D1@Эскиз2	= Drot@Эскиз2 * 2 * 0.75	$h_{10} = R \cdot 2 \cdot 0,75$
D5@Эскиз2	= D3@Эскиз2	кільце поршня
D8@Эскиз2	= Drot@Эскиз2 * 2 * 0.05	$S = R \cdot 2 \cdot 0,05$
D7@Эскиз2	= (Drot@Эскиз2 * 2 * 2 * (D8+4)) / 2	$R_0 = D - 2(\delta + t) + \Delta = (R \cdot 2 - 2 \cdot (R \cdot 2 \cdot 0,05 + R \cdot 2 \cdot 0,04)) / 2$
D1@Поверт@3	360градус	$h_k = R \cdot 0,95$
D1@Эскиз5	= Drot@Эскиз2 * 0.95	$D = R \cdot 2 + 10$
D3@Эскиз5	= Drot@Эскиз2 * 2 + 10	$H_{10} = R \cdot 2 \cdot 0,75 - 0,85$
D1@Без@Внутр@3	= D1@Эскиз2 * 0.85	$H_{100} = (R_0 - R \cdot 0,3) / 1,4$
D1@Эскиз11	= (D7@Эскиз2 - Drot@Эскиз2 * 2) / 2	$H_{внут} = H_{10}$
D1@Боб@Внутр@3	= D1@Без@Внутр@3	$d_k = R \cdot 2 - 0,25$
D1@Эскиз8	= Drot@Эскиз2 * 2 * 0.25	$h_1 = R \cdot 2 - 0,6$
D2@Эскиз8	= Drot@Эскиз2 * 0.6 * 2	$d_{10} = d_k / 1,3$
D1@Эскиз13	= D1@Эскиз8 * 1.3	$L_0 = H_{100} - R \cdot 0,3 - 2$
D1@Боб@Внутр@3	= D1@Эскиз11 - Drot@Эскиз2	$d_n$
D1@Эскиз10	= D3@Эскиз2 * 0.4	Кількість масляних каналів
D2@Круг@3	36градус	масляних каналів
D1@Круг@3	масив10	$\delta = R \cdot 0,78$
D1@Эскиз14	= Drot@Эскиз2 * 0.78	$R_0 = d_k / 2$
D2@Эскиз14	= D1@Эскиз8 * 2	



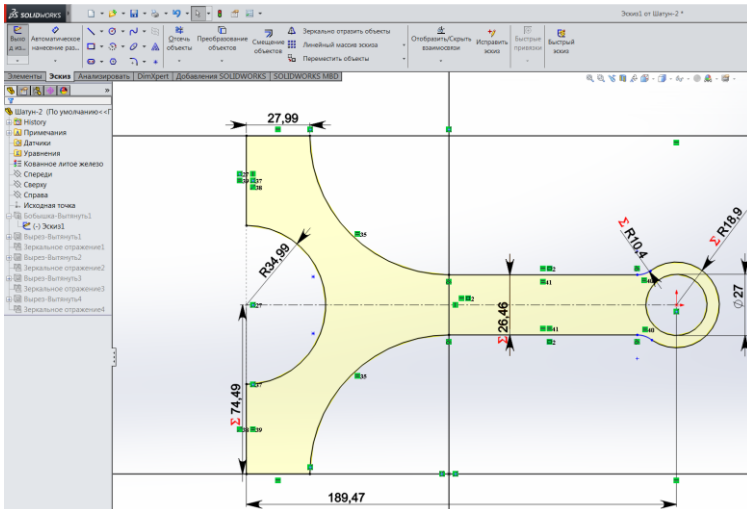


Рис. 2. Ескіз операції «витягування» в Solidworks для отримання деталі «Шатун»

Таблиця 2

Основні конструктивні співвідношення розмірів елементів при параметризації

D1@Эскиз1	27mm	27mm		$d_{ш}$ діаметр поршневого гальця
D7@Эскиз1	189.47mm	189.47mm		$L_{ш} = R_{ш} \cdot 0.285$ довжина шатуна
D8@Эскиз1	27.99mm	27.99mm		$r_{ш} = r_{ш} \cdot 0.8$ товщина гід болти
D10@Эскиз1	= "D12@Эскиз1" * 1.7 + 15	74.49mm	ширина шатуна	$r_{ш}$ радіус шийки
D12@Эскиз1	34.99mm	34.99mm		$R_c = d_{ш} \cdot 1.4 \cdot 0.5 \cdot 1.4$
D3@Эскиз1	= "D1@Эскиз1" * 1.4 * 0.5 * 1.4	26.46mm	товщина стержня шатуна	$d_s = d_{ш} \cdot 1.4 / 2$
D2@Эскиз1	= "D1@Эскиз1" * 1.4 / 2	18.9mm	зовнішній діаметр поршневої головки	$d_s = d_{ш} \cdot 0.55$
O4@Эскиз1	= "D2@Эскиз1" * 0.55	10.4mm	з'єднання поршевої головки шатуна з стержнем шату	$L_{ш} = d_{ш} \cdot 0.35 / 0.25 / 2$
D1@Большака-Вытянуте1	= "D1@Эскиз1" * 0.35 / 0.25 / 2	18.9mm	довжина поршевої головки шатуна	$L_{ш}$
D2@Большака-Вытянуте1	= "D1@Большака-Вытянуте1"	18.9mm		$R_{ш} = R_{ш} - 8$
D1@Эскиз2	= "D3@Эскиз1" - 8	18.46mm	ширина западини	$r_{ш} = R_{ш} / 3$
D3@Эскиз2	= "D1@Эскиз2" / 3	6.15mm	внутрішній радіус западини	$L = d_{ш} + 4$
D6@Эскиз2	= "D1@Эскиз1" + 4	31mm	відстань від центра поршневого пальця до западини	$L_{ш} = L_{ш} - 1 \cdot r_{ш} - 15$
O5@Эскиз2	= "D7@Эскиз1" - "D6@Эскиз2" - "D12@Эскиз1"	108.48mm	довжина западини	$r_{ш} = r_{ш} - 2$
D1@Вырез-Вытянуте1	= "D2@Большака-Вытянуте1" - 2	16.9mm	глибина западини стержня шатуна	внутрішній радіус западини
D1@Вырез-Вытянуте2	= "D2@Эскиз1" * 0.5	9.45mm	товщина стержня	$l_{ш} = r_{ш} \cdot 1.7$
D1@Эскиз4	= "D12@Эскиз1" * 1.7	59.49mm	відстань між болтами	
D1@Эскиз5	22mm	22mm		

На рис. 3 зображено отриману параметризовану модель КШМ.

**Висновок:** в роботі розглянуто основні можливості САПР SolidWorks для параметризації складних механізмів на прикладі КШМ, зокрема операції формування об'ємів, методи роботи з ескізами, технології формування складальних одиниць із

застосуванням інструментів спряжень. Сформовано параметризовану складальну конструкцію КШМ в САПР SolidWorks, яка дозволяє швидко перебудовувати деталі КШМ, виконувати розрахунок даних деталей на міцність із підключеним модулем SolidWorks Simulation.

Уравнения, глобальные переменные и размеры

Имя	Значение / Уравнение	Равняется	Заметки
<b>Уравнения - Компоненты</b>			
"D2@Экскиз1@Палец<2>.Part"	"D1@Экскиз8@поршень<1>.Part"	27мм	<input type="checkbox"/> зовнішній діаметр поршневого пал
"D1@Экскиз1@Шатун-21<1>.Part"	"D2@Экскиз1@Палец<2>.Part"	37.5мм	<input type="checkbox"/> зовнішній діаметр поршневого пал
"D7@Экскиз1@Шатун-21<1>.Part"	"Dporsh@Экскиз2@поршень<1>.Part" / 0.285	189.47мм	<input type="checkbox"/> довжина шатуна
"D12@Экскиз1@Шатун-21<1>.Part"	"D1@Экскиз1@штулка<4>.Part"	34.99мм	<input type="checkbox"/> радіус шийки шатуна
"D8@Экскиз1@Шатун-21<1>.Part"	"D12@Экскиз1@Шатун-21<1>.Part" * 0.8	27.99мм	<input type="checkbox"/> товщина шатуна під болти
"D2@Экскиз1@кришка шатуна-1<1>.Part"	"D1@Экскиз1@штулка<4>.Part"	34.99мм	<input type="checkbox"/> радіус шийки шатуна
"D1@Экскиз1@кришка шатуна-1<1>.Part"	"D10@Экскиз1@Шатун-21<1>.Part"	74.49мм	<input type="checkbox"/> ширина шатуна
"D4@Экскиз1@кришка шатуна-1<1>.Part"	"D9@Экскиз1@Шатун-21<1>.Part" * 0.7	19.6мм	<input type="checkbox"/> висота кришки шатуна під болт
"D3@Экскиз1@кришка шатуна-1<1>.Part"	"D2@Экскиз1@кришка шатуна-1<1>.Part" * 1.4	48.99мм	<input type="checkbox"/> зовнішній радіус кришки шатуна
"D2@Бобышка-Вытнуть1@кришка шат"	"Dporsh@Экскиз2@поршень<1>.Part" * 0.35	18.9мм	<input type="checkbox"/> половина товщини шатуна
"D1@Бобышка-Вытнуть1@кришка шат"	"D2@Бобышка-Вытнуть1@кришка шатуна-1<1>.Part"	18.9мм	<input type="checkbox"/> половина товщини шатуна
"D2@Бобышка-Вытнуть1@штулка<4>."	"Dporsh@Экскиз2@поршень<1>.Part" * 0.35	18.9мм	<input type="checkbox"/> половина товщини шатуна
"D1@Бобышка-Вытнуть1@штулка<4>."	"D2@Бобышка-Вытнуть1@штулка<4>.Part"	18.9мм	<input type="checkbox"/> половина товщини шатуна
"D2@Экскиз1@штулка<4>.Part"	"Dporsh@Экскиз2@поршень<1>.Part" * 0.6	32.4мм	<input type="checkbox"/> радіус противаги колінчатого валу
"D1@Бобышка-Вытнуть1@Палец<2>."	"D1@Экскиз14@поршень<1>.Part" - "D5@Экскиз14@пор"	80.24мм	<input type="checkbox"/> довжина поршневого пальця
"Dporsh@Экскиз2@Поршень<1>.Part"	"Dp"	54мм	<input type="checkbox"/> радіус поршня
"D1@Экскиз1@штулка<4>.Part"	"D2@Экскиз1@штулка<4>.Part" + "D2@Экскиз1@штулка<4>."	34.99мм	<input type="checkbox"/> радіус шийки шатуна
"D1@Экскиз4@картер<1>.Part"	"Dp"	54мм	<input type="checkbox"/>
"D3@Экскиз1@картер<1>.Part"	"Dp" / 7.6	7.11мм	<input type="checkbox"/>
"D4@Экскиз1@картер<1>.Part"	"Dp" / 7.6	7.11мм	<input type="checkbox"/>
"D1@Вытнуть-Тонкостенный1@картер"	"Dp" / 15.2	3.55мм	<input type="checkbox"/>
"D1@Экскиз1@картер<1>.Part"	$(0.6 * "Dp" * 2) / 2$	32.4мм	<input type="checkbox"/>
"D2@Экскиз1@картер<1>.Part"	"Dp" * 3	163мм	<input type="checkbox"/>
"D5@Экскиз4@картер<1>.Part"	$(0.6 * "Dp" * 2) / 0.6 * 0.74 + (0.6 * "Dp" * 2) / 0.6 * 0.2$	125.82мм	<input type="checkbox"/>
"D2@Экскиз4@картер<1>.Part"	"D5@Экскиз4@картер<1>.Part"	125.82мм	<input type="checkbox"/>
"D7@Экскиз4@картер<1>.Part"	$(0.6 * "Dp" * 2) / 0.6 * 0.74 * 2 + (0.6 * "Dp" * 2) / 0.6 * 0.$	672.84мм	<input type="checkbox"/>
"D3@Экскиз4@картер<1>.Part"	"D7@Экскиз4@картер<1>.Part" - "D5@Экскиз4@картер<1>.Part"	32.4мм	<input type="checkbox"/>
"D4@Экскиз4@картер<1>.Part"	"D3@Экскиз4@картер<1>.Part"	32.4мм	<input type="checkbox"/>
"D6@Экскиз4@картер<1>.Part"	"D3@Экскиз4@картер<1>.Part"	32.4мм	<input type="checkbox"/>
"D1@Экскиз5@колінвал<2>.Part"	"Dp"	54мм	<input type="checkbox"/>

Перестраивать автоматически  
 Связь с внешним файлом: F:\1\Параметризована детал\уравнения кол.txt

Угловые единицы:   
 Автоматический порядок решения

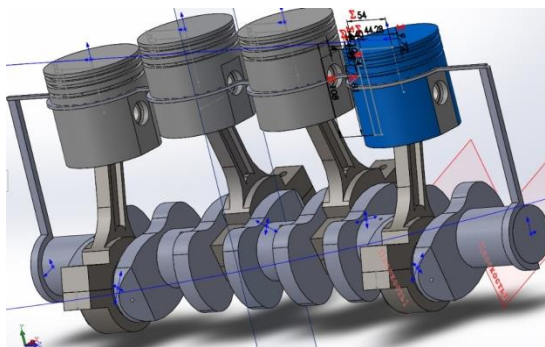


Рис. 3. Параметризована модель КШМ

### **Література:**

1. А.И. Колчин, В.П. Демидов. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 2003. 496 с.
2. Алямовский А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике (+ DVD-ROM): Научное пособие. К.: Информавтор, 2008. 62 с.
3. Прохоренко В.П. SolidWorks. Практическое руководство. М.: ООО «Бином-Пресс», 2004 г. 448 с.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-29>

## **РОЗВ'ЯЗАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАДАЧ ЗА ДОПОМОГОЮ ТАБЛИЧНОГО ПРОЦЕСОРА MICROSOFT OFFICE EXCEL**

**Прокудін Г. С.**

*доктор технічних наук, професор,  
завідувач кафедри міжнародних перевезень та митного контролю  
Національний транспортний університет*

**Єрко Я. В.**

*аспірант кафедри міжнародних перевезень та митного контролю  
Національний транспортний університет*

**Редіч Ю. А.**

*аспірант кафедри міжнародних перевезень та митного контролю  
Національний транспортний університет  
м. Київ, Україна*

Задача комівояжера – це найбільш відома і знакова модель потокового програмування. Увагу до цієї задачі привертають завдяки: великій кількості практичного значення, що до неї зводяться; зосередження характерних математичних, алгебраїчних та обчислювальних труднощів.

Наявні методи розв'язування сітьових транспортних задач успішно можуть бути застосовані лише в матричній постановці, коли заздалегідь відома матриця транспортних кореспонденцій [1, с. 26].



Саме це і обумовлює значну обмеженість цих методів при розв'язанні задач перевезень і послужило причиною розробки нових і удосконалення існуючих методів оптимізації перевезень, орієнтованих за застосування сучасних інформаційних перевезень.

Постановка задачі. задано повний граф, який описується квадратною матрицею  $V$ , відстані  $v_{ij}$  між усіма парами  $n$ -міст ( $i, j = 1, 2, \dots, n$ ). У загальному випадку  $v_{ij}$  не дорівнює  $v_{ji}$  з урахуванням наявності магістралі одностороннього руху. Таку узагальнену задачу називають несиметричною. Комівояжер повинен виїхати з певного початкового міста, об'їхати всі міста, побувати в кожному по 1 разі і повернутися у те ж саме місце, щоб загальна довжина всього маршруту була мінімальною.

Розв'язок задачі комівояжера став можливим, коли з'явилися більш досконалі комп'ютери і був розроблений метод «гілок та меж» для задач цілочислового програмування. Кількість допустимих варіантів перебору у задачі комівояжера визначається функцією факторіалу  $n - n!$ . Якщо  $n = 10$ , то  $n! = 10! = 3628800$ ; якщо  $n = 11$ , то  $n! = 11! = 39316800$ .

Введемо наступні позначення:

$n$  – розмір задачі (кількість транспортних вузлів),  $n = 10$ ;

$i$  – номер початкового місця дуги (транспортної ділянки),  $i = 1, 2, \dots, n$ ;

$j$  – номер кінцевого місця дуги (транспортної ділянки),  $j = 1, 2, \dots, n$ ;

$v_{ij}$  – відстань між  $i$ -им та  $j$ -им містами; це елементи квадратної матриці  $V$ , якою описаний неорієнтований повний граф (симетричної матриці  $V_{ij} = v_{ij}, v_{ij} = \infty$ );

$x_{ij}$  – невідома змінна булівого типу де:  $x_{ij} = 1$ , якщо дуга із « $i$ » в « $j$ » належить найкоротшому контуру обходу,  $x_{ij} = 0$ , у протилежному випадку, якщо дуга із « $i$ » в « $j$ » не належить.

Побудова математичної моделі має наступні етапи:

Знайти таку квадратну матрицю  $X$ , щоб:

- загальна довжина контуру обходу  $n$ -міст (цільова функція)  $\rightarrow \min$ :

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n v_{ij} \times x_{ij} \rightarrow \min, \quad (1)$$

- при наступних обмеженнях:

а)  $\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1$ , що означає – з кожного  $i$ -го вузла виходить 1 дуга (це виїзд комівояжера з міста);

б)  $\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1$ , що означає – і кожний  $j$ -ий вузол (місто) входить одна дуга (в'їзд комівояжера в місто).

Ця математична модель повністю співпадає з класичною задачею про призначення (наприклад, коли на одну вакансію можна призначити одного претендента і один претендент може бути призначений на одну вакансію). Саме ця аналогія і привернула увагу до задачі комівояжера.

Щоб виключити ситуації отримання неповних контурів, в модель задачі комівояжера було запропоновано додати, так звані, обмеження зв'язності, які дозволяють стримувати повний контур обходу шляхом зв'язування усіх  $n$ -вузлів в один контур.

Для цього був запропонований підхід введення додаткових  $n$ -змінних дійсного типу  $z_i$ , які виконують роль «лічильника» кількості дуг, що входять у контур. Відповідна умова обмеження: для кожної невідомої  $x_{ij}$  має наступний вигляд:

$$z_i - z_j + (n - 1) \times x_{ij} \leq n - 2, \quad (2)$$

Таким чином, модель задачі комівояжера ускладнилась збільшенням кількості невідомих. Тепер їх стало  $n^2 + n$  замість  $n^2$ . І обмежень до  $n^2$  – обмежень для дуг додалось  $2 \times n$  – обмежень для невідомих. Це створює можливість успішного розв'язання задачі комівояжера – отримання контуру повного оптимального обходу вузлів у транспортній мережі [2, с. 93].

Матриця відстаней (кореспонденцій), змінювані ячейки пошуку та пошук послідовності руху для розрахунку задачі комівояжера за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel представлені на рисунках 1, 2 та 3 відповідно.

	Місто 1	Місто 2	Місто 3	Місто 4	Місто 5	Місто 6	Місто 7	Місто 8	Місто 9	Місто 10
Місто 1	9999	1416	880	758	9999	9999	9999	9999	9999	9999
Місто 2	1416	9999	9999	9999	9999	521	478	9999	9999	9999
Місто 3	880	9999	9999	9999	836	9999	331	1353	9999	9999
Місто 4	758	9999	9999	9999	973	9999	9999	9999	9999	9999
Місто 5	9999	9999	836	973	9999	9999	9999	656	9999	9999
Місто 6	9999	521	9999	9999	9999	9999	848	9999	594	380
Місто 7	9999	478	331	9999	9999	9999	148	9999	1027	269
Місто 8	9999	9999	1353	9999	656	9999	1027	9999	775	242
Місто 9	9999	9999	9999	9999	9999	594	269	775	9999	966
Місто 10	9999	9999	9999	9999	9999	380	9999	242	966	9999

**Рис. 1. Excel-таблиця – Матриця відстаней (кореспонденцій)**

Застосування сучасних інформаційних технологій при знаходженні оптимального рішення методом комівояжера стосовно мережевої транспортної задачі дозволяє за мінімальний час отримати необхідний і точний результат.

	Місто 1	Місто 2	Місто 3	Місто 4	Місто 5	Місто 6	Місто 7	Місто 8	Місто 9	Місто 10	Виходять
Місто 1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Місто 2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Місто 3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Місто 4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Місто 5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Місто 6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Місто 7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Місто 8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Місто 9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Місто 10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Входять	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Рис. 2. Excel-таблиця змінюваних ячеек пошуку

	Місто 1	Місто 2	Місто 3	Місто 4	Місто 5	Місто 6	Місто 7	Місто 8	Місто 9	Місто 10	Zi
Місто 1	0	-2	9	-8	-7	-3	-1	-6	-4	-5	0
Місто 2	2	0	2	-6	-5	8	1	-4	-2	-3	2
Місто 3	0	-2	0	-8	-7	-3	8	-6	-4	-5	0
Місто 4	17	6	8	0	1	5	7	2	4	3	8
Місто 5	7	5	7	8	0	4	6	1	3	2	7
Місто 6	3	1	3	-5	-4	0	2	-3	8	-2	3
Місто 7	1	8	1	-7	-6	-2	0	-5	-3	-4	1
Місто 8	6	4	6	-2	8	3	5	0	2	1	6
Місто 9	4	2	4	-4	-3	1	3	-2	0	8	4
Місто 10	5	3	5	-3	-2	2	4	8	1	0	5
Zj											

Целевая функция

6399,0

Поиск решения

Установить целевую ячейку:

Равной:  максимальному значению  значению: 0

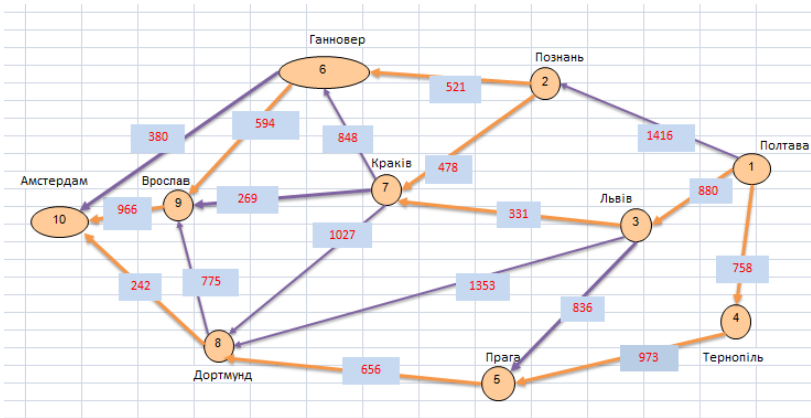
минимальному значению

Изменяя ячейки:

Ограничения:

Рис. 3. Excel-таблиця пошуку послідовності руху

По результатам розрахунків було отримано графік зображення оптимальної послідовності розподілу потоків при розв'язанні задачі комівояжера (рис. 4). Було знайдено найкоротший шлях між м. Полтава (Україна) і м. Амстердам (Нідерланди).



**Рис. 4. Графічне зображення оптимальної послідовності розподілу потоків при розв'язанні задачі комівояжера**

#### **Література:**

1. Прокудін Г.С. Розв'язання мережових транспортних задач у середовищі Excel. *Проблеми транспорту*. 2007. Вип. 4. С. 23–30.
2. Прокудін Г.С., Данчук В.Д., Прокудін О.Г. Інформаційна система оптимізації вантажних перевезень в транспортних системах. *Проблеми транспорту*. 2009. Вип. 6. С. 90–95.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-30>

## **ОСНОВИ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ ДО ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

**Чупайленко О. А.**

*кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри міжнародних перевезень та митного контролю  
Національний транспортний університет*

**Білокур М. В.**

*аспірант кафедри міжнародних перевезень та митного контролю  
Національний транспортний університет*

**Поліщук Р. В.**

*аспірант кафедри міжнародних перевезень та митного контролю  
Національний транспортний університет  
м. Київ, Україна*

За останні 6 років забезпечення реалізації транзитного потенціалу України суттєво зросла роль міжнародних автомобільних перевізників (приватні підприємства, об'єднані Асоціацією міжнародних автомобільних перевізників України). Якщо в період з 2014 по 2020 роки транзитні вантажопотоки територією України трубопровідним та залізничним видами транспорту суттєво скоротились (відповідно – на 44%), то транзитні автомобільні перевезення вантажів територією України зросли в 3,6 раз [1, с.448].

До запровадження нових, більш жорстких норм і стандартів Україна підготовлена на недостатньому рівні: система організації міжнародних вантажних перевезень, автомобільним транспортом є недосконалою, а в забезпеченні функціонування автомобільного транспорту відсутній системний підхід; рухомий склад парку автомобільного транспорту є технічно застарілим, а його оновлення відбувається повільними; рівень безпеки перевезень низький, значно гірші в порівнянні з країнами ЄС показники аварійності на автомобільному транспорті (за показником смертності від ДТП наша країна посідає п'яте місце у Європі) [1, с. 449]; експлуатаційні характеристики вітчизняної транспортної інфраструктури не

дозволяють забезпечити виконання «Європейської угоди щодо роботи екіпажів транспортних засобів, які виконують міжнародні автомобільні перевезення (ЄУТР)» (практично відсутні відповідним чином обладнані місця для стоянок та відпочинку водіїв).

До 2022 року мають бути запроваджені більш жорсткіші норми і стандарти стосовно функціонування внутрішнього і міжнародного ринку транспортних послуг та умов доступу до нього. В значній мірі вони будуть визначати подальший розвитку та формування транспортного простору як центральноєвропейських країн, так і країн Східної та Південно-Східної Європи, Кавказу та Середньої Азії. За оцінками експертів, нові норми і стандарти можуть суттєво змінити конфігурацію вантажних перевезень. А в разі відсутності адекватної державної відповіді з боку України на зовнішні виклики – суттєво витіснити українських (зокрема автомобільних) перевізників з міжнародного ринку транспортних послуг.

Більш жорсткіші норми і стандарти стосовно функціонування внутрішнього і міжнародного ринку транспортних послуг та умов доступу до нього будуть охоплювати всі види внутрішнього транспорту (автомобільний, трубопровідний, залізничний і внутрішній водний транспорт і змішані перевезення) та будуть направлені на спрощення прикордонних процедур, забезпечення безпеки руху та перевезень небезпечних вантажів, підвищення екологічності та енергоефективності транспорту, функціонування транспортної інфраструктури тощо.

Таким чином, враховуючи вищенаведене, можна сказати, що відсутність державної підтримки та скорочення присутності українських транспортних організацій може спричинити істотне скорочення валового внутрішнього продукту та ролі України, як впливового гравця на внутрішньому і міжнародному ринку транспортних послуг.

Що стосується технології міжнародних вантажних перевезень, слід відзначити, що ринкові відносини пред'являють до транспорту жорсткі вимоги щодо прискорення часу доставки вантажів при мінімізації витрат на транспортування. Між виробником та споживачем створюється складна система транспортних взаємин, яка повинна забезпечити високий рівень якості транспортного обслуговування.

При будь-якому із зазначених способів вантажних перевезень, технологія процесу їх доставки автомобільним, залізничним, водним, авіаційним транспортом чи їх різними комбінаціями, включаючи навантажувально-розвантажувальні, митні та інші операції, спрямована на зменшення часу слідування вантажу. На сьогоднішній день система процесу змішаних перевезень, являє собою доставку спочатку

на судні з подальшим розвантаженням на площадку порту і навантаженням на вантажний автомобіль або платформу для продовження переміщення вантажу до митниці (де відбувається огляд та оформлення), а після чого передача вантажоодержувачу.

Створення єдиної міжнародної транспортно-логістичної системи, географічне положення транспортного простору України, а також наявність багатьох транспортних коридорів вимагає наступне [2, с. 66]: окремого аналізу управління роботою транспортних вузлів; забезпечення координації та взаємодії усіх видів транспорту; впровадження сучасних досягнень науково-технічної революції в роботу транспорту.

Розробка ефективної організації доставки вантажів з взаємоузгодженістю всіх ланок транспортного процесу викликала необхідність великої кількості теоретичних і експериментальних досліджень з різних питань транспорту. За функціональними ознаками їх можливо класифікувати за такими напрямками: загальні питання теорії транспортних систем і процесів; експлуатаційні властивості транспортних засобів; взаємодія видів транспорту і транспортно-експедиційна діяльність; формування логістичних систем.

Аналіз наукових праць [2, с. 67; 3, с. 264] дозволив зробити наступні висновки, що: одними з основних факторів, що впливають на ефективність функціонування ТС, є якість маршрутизації вантажних перевезень і рівень взаємодії різних видів транспорту; для отримання адекватних результатів при моделюванні окремих компонентів ТС необхідно враховувати їх стохастичні характеристики; оцінка виконання міжнародних вантажних перевезень в ринкових умовах потребує удосконалення відповідних критеріїв ефективності.

Системна мета  $M_c$  може бути розподілена шляхом декомпозиції на локальні цілі  $M_{ik}$ , які враховують окремі аспекти транспортної діяльності. Звідси, задачі дослідження ставляться і вирішуються комплексно з урахуванням функціональних взаємозв'язків згідно з формулою системного аналізу:

$$M_c \rightarrow M_{ik} \left\{ \tilde{M}_{ik} : \tilde{M}_{ik} \in M_{ik}; i = 1, 2, \dots, I, k = 1, 2, \dots, K \right\}, \quad (1)$$

$$M_{ik} \rightarrow F_{ik} \left\{ \tilde{F}_{ik} : \tilde{F}_{ik} \in F_{ik}; i = 1, 2, \dots, I, k = 1, 2, \dots, K \right\}, \quad (2)$$

$$F_{ik} \rightarrow Z_{ik} \left\{ \tilde{Z}_{ik} : \tilde{Z}_{ik} \in Z_{ik}; i = 1, 2, \dots, I, k = 1, 2, \dots, K \right\}, \quad (3)$$

$$Z_{ik} \rightarrow R_{ik} \left\{ \tilde{R}_{ik} : \tilde{R}_{ik} \in R_{ik}; i = 1, 2, \dots, I, k = 1, 2, \dots, K \right\}, \quad (4)$$

$$R_{ik} \rightarrow A_{ik} \left\{ \tilde{A}_{ik} : \tilde{A}_{ik} \in A_{ik}; i = 1, 2, \dots, I, k = 1, 2, \dots, K \right\}, \quad (5)$$

$$A_{ik} \rightarrow \Pi_{ik} \left\{ \tilde{\Pi}_{ik} : \tilde{\Pi}_{ik} \in \Pi_{ik}; i = 1, 2, \dots, I, k = 1, 2, \dots, K \right\}, \quad (6)$$

$$\Pi_{ik} \rightarrow \Sigma_{ik} \left\{ \tilde{\Sigma}_{ik} : \tilde{\Sigma}_{ik} \in \Sigma_{ik}; i = 1, 2, \dots, I, k = 1, 2, \dots, K \right\}, \quad (7)$$

$$\Sigma_{ik} \rightarrow P_{ik} \left\{ \tilde{P}_{ik} : \tilde{P}_{ik} \in P_{ik}; i = 1, 2, \dots, I, k = 1, 2, \dots, K \right\}, \quad (8)$$

де  $M_c$ ,  $M_{ik}$  – відповідно системна і локальна мета забезпечення результативності вдосконалення транспортного процесу;

$F_{ik}$  – множина функцій, які необхідно реалізувати на  $i$ -му проміжку часу;

$Z_{ik}$  – множина задач забезпечення необхідного рівня результативності вдосконалення;

$R_{ik}$  – множина методів вирішення задач;

$A_{ik}$  – множина алгоритмів вирішення задач  $Z_{ik}$ ;

$\Pi_{ik}$  – програмно-інструментальні засоби вирішення задач  $Z_{ik}$ ;

$\Sigma_{ik}$  – множина систем (підсистем), що реалізує множину задач  $Z_{ik}$  на даному проміжку часу;

$P_{ik}$  – результати вирішення множини задач  $Z_{ik}$  на даному проміжку часу;

$k$  – номер компоненти.

Використовуючи системний підхід можна вирішити задачу підвищення ефективності міжнародних вантажних перевезень за рахунок раціональної маршрутизації перевезень з системною метою  $M_c$  якісного та ефективного вдосконалення транспортного процесу.

### Література:

1. Ширяєва С.В. Фактори, що впливають на формування і розвиток мультимодальної транспортної системи України в сучасних умовах. *Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки»*. 2020. Вип. 1 (46). С. 446-454.

2. Прокудін Г.С., Чупайленко О.А., Пилипенко Ю.В. Оптимізація мультимодальних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів. *Вісник Східноукраїнського Національного університету імені Володимира Даля*. 2019. Вип. № 2 (250). С. 65–73.

3. Prokudin G.S., Chupaylenko O.A., Dudnik O.S. Methods for Determining Optimal Characteristics of Transportation Networks. *Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки»*. Вип. № 1 (40). 2018. С. 262–273.



**GENERAL ISSUES OF ENGINEERING SCIENCES**DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-31>**АНАЛІЗ ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ****Дмітрієв О. М.**

*доктор технічних наук, доцент,  
завідувач кафедри льотної експлуатації, аеродинаміки  
та динаміки польоту  
Льотна академія  
Національного авіаційного університету*

**Келлер І. К.**

*аспірант  
Льотна академія  
Національного авіаційного університету  
м. Кропивницький, Україна*

Одним з найпоширеніших видів моделювання в даний час є моделювання із застосуванням різних інформаційних технологій, тобто побудова і використання комп'ютерних моделей у вигляді прикладних програм різного призначення (програмних додатків). Створення цих додатків може здійснюватися традиційними методами, заснованими на алгоритмах, процедурах і даних, а також більш сучасними – об'єктно-орієнтованими, заснованими на концептуальному моделюванні предметної області [5, с. 3].

Розглянемо основні поняття об'єктно-орієнтованої методології створення програмного забезпечення (ПЗ), що зараз нерозривно пов'язано з використанням мови UML (Unified Modeling Language – уніфікованої мови моделювання), що «являє собою систему позначень, що базується на діаграмах і призначена для моделювання систем на основі об'єктно-орієнтованого підходу» [3, с. 4].

Особливістю даної методології є програмний опис не лише процедур, необхідних для вирішення задачі, а тих сутностей, які беруть участь в цих процедурах і їх забезпечують. Справа в тому, що процедури здійснюються не самі по собі, не якимось абстрактним

чином, а шляхом взаємодії деяких цілком конкретних об'єктів, відповідно до наявних у них властивостей. І якщо ці об'єкти і їх властивості описані в програмі, то залишається тільки дати цим об'єктам можливість взаємодіяти. Процедури, які необхідно виконати для вирішення завдання, будуть здійснюватися як результат цієї взаємодії [4, с. 16].

Об'єктно-орієнтоване моделювання та розробка ПЗ здійснюються шляхом послідовного виконання:

- Об'єктно-орієнтованого аналізу (object-oriented analysis – OOA), при якому моделюється, розробляється та аналізуються системиз точки зору класів і об'єктів, виявлених в предметній області.
- Об'єктно-орієнтованого проектування (object-oriented design – OOD), при якому шляхом об'єктної декомпозиції створюється об'єктна модель.
- Об'єктно-орієнтованого програмування (object-oriented programming – OOP), при якому програма представляється у вигляді сукупності об'єктів, кожен з яких є екземпляром певного класу, а класи створюють ієрархію спадкування [1, с. 78].

Відповідно до вимог OOA і OOD для побудови об'єктної моделі складної системи її необхідно представити в канонічній формі. Ця форма представлення системи включає в себе дві ортогональних ієрархії: ієрархія класів та ієрархія об'єктів [1, с. 78]. Передбачається, що така об'єктно-орієнтована декомпозиція системи, дозволяє розкрити її повну архітектуру, тобто структуру класів і структуру об'єктів.

При цьому якщо об'єкт, як екземпляр класу, відповідає конкретному предмету або явищу, визначеному в часі і в просторі, то клас – абстракції істотного в об'єкті. Таким чином, в рамках об'єктно-орієнтованого підходу клас розглядається як безліч об'єктів (екземплярів), що мають загальну структуру та поведінку. Об'єкт «являє собою конкретний упізнаваний предмет, одиницю або сутність (реальну або абстрактну), що має чітко визначене функціональне призначення в даній предметній області» [1, с. 92].

При цьому властивості (стан і поведінку) об'єктів, як екземпляр класів, в об'єктній моделі, визначає відповідний клас в ієрархії класів, яка описує предметну область, що моделюється. Головним же завданням OOA і OOD вважається «вибір правильного набору абстракцій для опису заданої предметної області» [1, с. 56], що підкреслює важливість концептуального класифікаційного моделювання в процесі об'єктно-орієнтованої розробки.

Концептуальна база методології об'єктно-орієнтованого моделювання включає в себе чотири головних взаємопов'язаних поняття [1, с. 78-84]: абстрагування, ієрархія, інкапсуляція і модульність.

- Абстрагування – спосіб виділення істотних характеристик деякого об'єкта (абстракцій), що відрізняють його від всіх інших видів об'єктів і, таким чином, чітко визначають його концептуальні межі.
- Ієрархія – спосіб упорядкування абстракцій (класів) за рівнями.
- Інкапсуляція – спосіб відділення елементів об'єкта (класу), що визначають його пристрій, від елементів, що визначають його поведінку (тобто відокремлення реалізації від інтерфейсу).
- Модульність – спосіб розкладання системи на пов'язані, але відносно самостійні частини (модулі).

Об'єктно-орієнтоване моделювання, проектування та програмування в обов'язковому порядку засноване на використанні названих понять при описі класів і об'єктів.

Опис класу включає атрибути, за допомогою яких характеризується стан об'єктів даного класу, і операції, за допомогою яких характеризується функціонування (поведінка) об'єктів даного класу. При цьому розмежовується зовнішній вигляд класу (специфікація або інтерфейс) і його внутрішній устрій (реалізація). Головне в інтерфейсі – оголошення операцій, підтримуваних екземплярами класу. У нього також можуть входити оголошення інших класів, змінних, виняткових ситуацій, що уточнюють абстракцію, яку клас повинен виражати. Реалізація, як правило, полягає у визначенні операцій, оголошених в інтерфейсі класу [4, с. 11].

Відносини між класами:

- Наслідування – таке відношення між класами, при якому клас повторює опис стану та поведінку суперкласу (одного – одиночне успадкування; кількох – множинне успадкування). Дане відношення є основним при виявленні ієрархії класів предметної області. Вузкі, спеціалізовані класи в ієрархії, від яких створюються екземпляри (об'єкти), називаються конкретними класами. Загальні класи, від яких екземпляри не виробляються, називаються абстрактними класами. Самий загальний клас в ієрархії класів називається базовим.
- Асоціація – відношення семантичної залежності, що показує які ролі класи грають один для одного. Асоціації розрізняються по потужності: «один до одного», «один до багатьох», «багато до багатьох».
- Агрегація – відповідне відношенню «частина-ціле» між об'єктами даних класів.

• Використання –розглядається як різновид відносини асоціації, при якому одна зі сторін (клієнт) користується послугами або ресурсами іншого боку (сервера). Крім того, використання може розглядатися як один з аспектів відносини спадкування, так як підклас, наслідуючи стан і поведінку класу, виступає в ролі його клієнта. Так само клієнтом класу є його примірник (об'єкт), який використовує атрибути і операції даного класу.

При цьому операція розглядається як послуга, яку клас може надати своїм клієнтам. Як правило, ці операції бувають наступних видів:

- Модифікатор – операція зміни стану об'єкта.
- Селектор – операція зчитування стану об'єкта (без зміни стану).
- Ітератор – операція з організації доступу до всіх частин об'єкта в строго визначеної послідовності.
- Конструктор – операція створення та / або ініціалізації об'єкта.
- Деструктор – операція, яка звільняє стан об'єкта та / або руйнує сам об'єкт.

Опис об'єкта включає в себе опис його стану, яке характеризується переліком атрибутів, що відповідають класу, екземпляром якого є даний об'єкт, і їх поточними значеннями. Крім того, опис об'єкта включає також опис його поведінки (функції), яке характеризується методами, що реалізують операції класу, екземпляром якого є даний об'єкт.

Зв'язки позначають рівноправні або «клієнт-серверні» відносини між об'єктами [5, с. 28].

Беручи участь в зв'язках, об'єкт може виконувати одну з трьох ролей:

- Актор – при якій об'єкт може впливати на інші об'єкти, але сам ніколи не піддається їх впливу (активний об'єкт);
- Сервер – за якої об'єкт може тільки піддаватися впливу з боку інших об'єктів, але ніколи не виступає в ролі впливає об'єкта (пасивний об'єкт);
- Агент – при якій об'єкт може бути і активним, і пасивним.

Крім того, між об'єктами можуть бути виявлені ієрархічні відносини, а саме ставлення «частина-ціле», тобто агрегація. При цьому, йдучи від цілого (агрегату), можна прийти до його частин (атрибутів). Агрегація означає фізичне або концептуальне входження одного об'єкта в інший.

Нааявність різних варіантів і відсутність будь-яких обґрунтувань цих варіантів свідчить про те, що на сьогоднішній день системні методи

класифікації, що дозволяють обґрунтовано виділяти класи і об'єкти, в об'єктно-орієнтованій технології поки ще не застосовуються у достатній кількості. Даний підхід може бути використаний для опису процесу прийняття рішень оператором складних систем управління (пілот літака тощо).

#### **Література:**

1. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование. Москва, «Бином», 1998. 356 с.
2. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++, 2-е изд. Москва: «Бином», 1998. 560 с.
3. Larman С. Applying UML and Patterns: An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and Iterative Development, 3rd Edition. London, «Pearson», 2004. 736 p.
4. Fowler M. UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language, 3rd Edition –Boston, «Addison-Wesley Professional», 2003. 208 p.
5. McLaughlin B.D., Pollice G., West D. Head First Object-Oriented Analysis and Design, 1st Edition – Sebastopol, «O'Reilly Media», 2006. 636 p.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-32>

## **ІНТЕГРОВАНІЙ МЕТОД ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ АВТОМОБІЛЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ЙОГО ДО ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

**Петров Л. М.**

*кандидат технічних наук, доцент,  
викладач кафедри автомобільної техніки  
Військова академія (м. Одеса)*

**Кішнянус І. В.**

*старший викладач кафедри автомобільної техніки  
Військова академія (м. Одеса)*

**Нікішин В. А.**

*викладач кафедри автомобільної техніки  
Військова академія (м. Одеса)  
м. Одеса, Україна*

Розвинена національна інноваційна структура являється умовою забезпечення вступу держави в число з відповідним технологічним укладом, а оволодіння інноваційною діяльністю інженерних кадрів – залогом технічного прогресу суспільства. У зв'язку з цим інноваційна підготовка являється важливим і необхідним компонентом навчання у військовій академії, що підтверджується утриманням навчальних стандартів. Така підготовка формує у тих, хто навчається компетентності в інженерній праці.

Назва «групове заняття» являється однією з форм практичного навчання курсантів в академії і пов'язане з використанням розумових та фізичних зусиль по відшукуванню раніше невідомих шляхів та засобів вирішення виникаючих проблем, вплив зв'язків теорії з практикою. Головною задачею групового заняття є встановлення зв'язків теорії з практичними розрахунками та перевірка на спеціально обладнаних приладах. При цьому, у курсантів розширюється кругозір, формується мотивація до вивчення дисципліни, а також активацію творчого потенціалу [1, с. 37-42].

При підготовці до групового заняття курсант вивчає питання теорії, яка була перевірена, примушує курсанта під час семестру систематично

вивчати теоретичні курси, що дозволяє підняти рівень його знань. Усе це систематизує процес навчання, забезпечує засвоєння матеріалу, а це підвищує ступень професійної підготовки курсанта.

Групові заняття інтегрують теоретико-методологічні знання, практичні вміння та навички курсантів у процесі діяльності учбово-дослідницького характеру. Це активізує пізнавальну діяльність курсантів, надає конкретний характер того, що вивчається на лекціях і в процесі самостійної роботи з теоретичним матеріалом, сприяє детальному і міцному засвоєнню навчальної інформації. При виконанні більшості групових робіт курсанту дається можливість стати «відкривачем», що сприяє розвитку пізнавального інтересу чи отримати учбовий інноваційний продукт [2, с. 11-15].

При вивченні дисципліни «Автомобілі» майбутньому спеціалісту необхідно знати, сукупність яких властивостей вони повинні мати, щоб виконати відповідні робочі функції.

Метою створення авторської методики для підготовки майбутнього військового спеціаліста являється закріплення отриманих курсантом знань при вивченні дисципліни «Автомобілі», формування навичок використання теоретичних розрахунків для підвищення показників ефективності експлуатації автомобілів.

Основною задачею проведення групового заняття являється розрахунок та вибір параметрів (ваги, потужності двигуна, передаточних чисел трансмісії, міцнісних розрахунків деталей) які забезпечують до основних досягнень оптимальних тягово-швидкісних, паливо-економічних показників та других, які відображають основні показники експлуатаційних властивостей автомобілів. В задачу вивчення дисципліни також входять технологічні розрахунки елементів шасі, трансмісії і ходової частини автомобіля.

Розрахунки деталей та вузлів машин розглядаються у загально технічній дисципліні «Деталі машин та основи конструювання». Але, принципи та методики розрахунку відрізняються від тих, що вивчаються в дисципліні «Автомобілі». Розрахунки ведуться з використанням навчально – методичної та довідкової літератури.

Запропонована методика викладання групового заняття з дисципліни «Автомобілі» за методом інтерактивного навчання.

При організації інтерактивної навчально-пізнавальної діяльності курсантів з урахуванням інтересів і запитів життєвого і професійного досвіду у формах партнерської взаємодії всіх курсантів взводу, які є учасниками навчального процесу. В запропонованій методиці застосовані принципи інтерактивного навчання; діалогова взаємодія,

кооперація та співробітництво, активно-рульова і тренінгова організація навчання (рис. 2).

Виконання інтерактивної технології кооперативно-групового навчання було застосовано елементи; позитивна взаємозалежність (успіх кожного курсанта групи залежить від іншого курсанта цієї групи, кожен курсант має свої обов'язки (знати сам і забезпечити вивчення матеріалу іншим членом (курсантом) групи, кожен має усвідомлювати значення цієї взаємозалежності та координувати свої зусилля з товаришами по групі);

Особиста відповідальність – у групі не можна «сховатись»; оцінювання кожного іншими членами групи;

Особистісна взаємодія (обличчям до обличчя): члени групи пояснюють, сперечаються, співпрацюють і пов'язують матеріал, вивчений сьогодні, з тим, який вони засвоїли раніше;

Групова обробка результатів: обговорення членами кооперативних груп питання функціонування групи – наскільки ефективно вона працювала для розв'язання навчальних завдань.

Діяльність створених груп по рішення проблемного питання охоплює наступні етапи: з'ясування змісту, значення понять та термінів; визначення та аналіз проблеми та її наслідків, тобто розбиття її на складові елементи чи задачі; розподілення за важливістю виділених елементів (задач та встановлення зв'язку між ними; пошук додаткової інформації; оформлення звіту щодо відпрацьованої роботи, її рецензування та самооцінка; демонстрування звіту перед взводом з описом вибраного метода рішення та його обґрунтування. Рівень засвоєння матеріалу групового заняття оцінюється у процесі захисту звітів по виконаним роботам по розділу з урахуванням виконання курсантами строків та вимог до змісту зі шкалою балів.

Самостійна робота курсантів по дисципліні «Автомобілі» включає:

– підготовку до лекційних занять (вивчення окремих питань по рекомендованій літературі, конспектування літературних джерел, опрацювання матеріалів лекцій);

- підготовку до практичних занять (оформлення звітів по практичним роботам); Рівень компетенції, сформованих в результаті виконання робіт, які засвоюються самостійно, оцінюється в процесі їх захисту у відповідності з бально-рейтинговою системою [3,61-67].

### **Висновки.**

Приведено раціоналізаторський вид педагогічного досвіду, використання якого дозволяє розкрити:





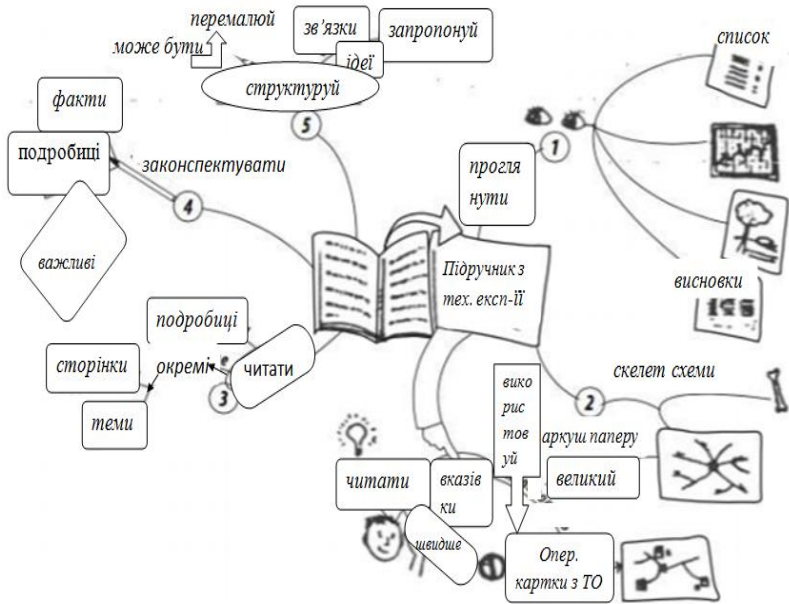
**Рис. 1.**  
Спрямованість  
запропонава-  
ної методики



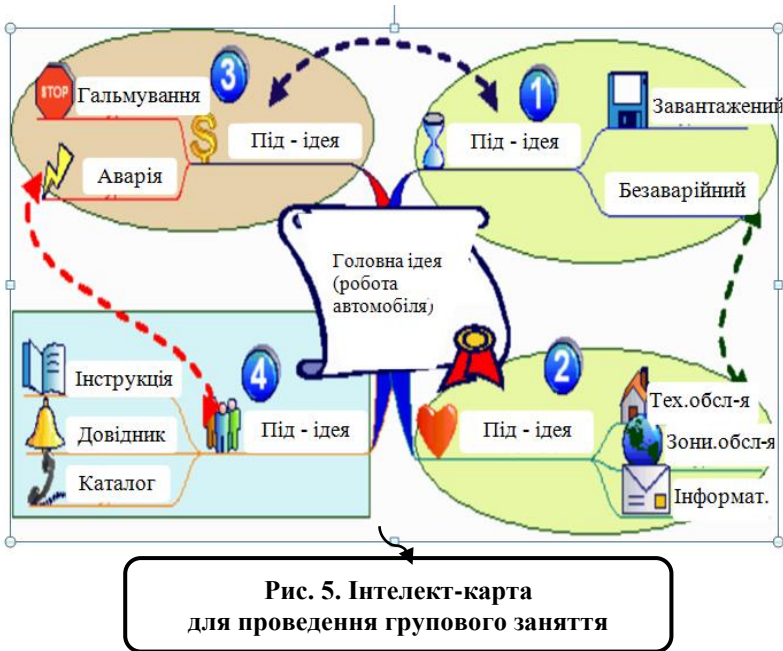
**Рис. 2.**  
Самостійна  
робота



**Рис. 3.**  
Інтерактивна  
модель навчання



**Рис. 4.** Асоціативна операційна карта  
для проведення групового заняття



**Рис. 5. Інтелект-карта  
для проведення групового заняття**

- глибину, проблемність та критичність мислення;
- відкритість, готовність до діалогу, толерантність до чужої точки зору, чуйність до курсанта;
- гнучкість у пошуках альтернативних підходів до вирішення проблеми;
- варіантність та пластичність в комунікативних стратегіях;
- особиста участь у процесі інтерактивного навчання, у сполученні з відповідальністю за вибір рішення.

#### **Література:**

1. Сисоева С.О. Інтерактивні технології навчання дорослих: навчально-методичний посібник / упоряд. С.О. Сисоева; НАПН України. Ін-т педагогічної освіти і освіти дорослих.К.: ВД «ЕКМО», 2011.324 с.
2. Томс Урдзе. Посібник для фахівців з навчання дорослих. Київ, 2016. 84 с.
3. Інтерактивні методи навчання: навч. посібник / за заг. ред. П. Шевчука і П. Фенриха. Щецін:WSAP, 2005.170 с.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-33>

**АНАЛІЗ ЗАКОНОДАВЧИХ ЗМІН У СФЕРІ ЗЕМЛЕУСТРОЮ,  
КАДАСТРУ ТА МІСТОБУДУВАННЯ ПІД ЧАС ФОРМУВАННЯ  
ТА ВИКОРИСТАННЯ ТЕРИТОРІЙ ОБ'ЄДНАНИХ ГРОМАД**

**Пілічева М. О.**

*кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри земельного адміністрування  
та геоінформаційних систем*

*Харківський національний університет міського господарства  
імені О. М. Бекетова  
м. Харків, Україна*

**Анопрієнко Т. В.**

*кандидат економічних наук  
Харківський національний аграрний університет  
імені В. В. Докучаєва  
м. Харків, Україна*

**Маслій Л. О.**

*Харківський національний університет міського господарства  
імені О. М. Бекетова  
м. Харків, Україна*

Адміністративно-територіальна реформа в Україні проводиться з 2015 року. Її основною метою є децентралізація влади – передача значних повноважень і коштів від центральних органів влади органам місцевого самоврядування, а також зміна адміністративно-територіального поділу. Замість понад 11 000 місцевих рад сформовано 1 469 об'єднаних територіальних громад [1].

Формування територіальних громад здійснюється згідно Методики формування спроможних територіальних громад [2], зміни до якої були внесені 24 січня 2020 р., у такій послідовності: визначаються потенційні адміністративні центри спроможних територіальних громад та зон їх доступності; встановлюється перелік територіальних громад, що входять до складу спроможних територіальних громад; проводиться оцінка рівня спроможності.

При цьому облдержадміністрація розробляє із залученням представників органів місцевого самоврядування, органів самоорганізації населення та громадськості відповідних адміністративно-територіальних одиниць проект перспективного плану території об'єднаної громади в електронному та паперовому вигляді, який відображає межі громад, їх потенційні адміністративні центри та всі населені пункти, що увійшли до їх складу.

Межі території спроможної територіальної громади визначаються по зовнішніх межах юрисдикції рад територіальних громад, що входять до її складу, з дотриманням наступних вимог:

- територія повинна включати території територіальних громад, що входять до її складу, та бути нерозривною;
- розташовуються у межах території однієї області;
- у разі входження до складу спроможної територіальної громади однієї або кількох територіальних громад, розташованих на території суміжного району, розширенню підлягають межі району, на території якого розташований адміністративний центр утвореної спроможної територіальної громади.

Також розробляються паспорти спроможних територіальних громад.

До травня 2021 року питання визначення меж територій громад на місцевості та реєстрації їх у Державному земельному кадастрі не було законодавчо врегульовано. Для усунення цієї прогалини були прийнято зміни до законодавчих актів України у сфері землеустрою та кадастру [3]. Згідно прийнятого Закону [3] для з'ясування дійсної межі території громади розробляються проекти землеустрою щодо встановлення меж територій територіальних громад, де наводиться опис меж територій; креслення меж територій громади, складене у відповідному масштабі та каталог координат поворотних точок меж. Відомості про межі території територіальної громади вносяться до Державного земельного кадастру та зазначаються у витягу з Державного земельного кадастру, який безоплатно видається відповідній сільській, селищній, міській раді. При цьому до Державного земельного кадастру включаються такі відомості про землі в межах території територіальної громади [3]: найменування громади; опис її меж; площа земель у її межах; найменування суміжних територіальних громад; інформація про матеріали, на підставі яких встановлені (змінені) межі території громади.

Також відбулися зміни і у сфері планування використання земель, яка тісно пов'язана з веденням Державного земельного та

містобудівного кадастрів [4]. З серпня 2021 року з'явиться особливий вид документації – комплексні плани просторового розвитку територій територіальних громад, та змінять статус генеральні плани населених пунктів і детальні плани територій, які будуть одночасно документацією із землеустрою та містобудівною документацією на місцевому рівні [5].

Комплексний план просторового розвитку території територіальної громади, генеральний план населеного пункту, крім відомостей, передбачених Законом України «Про регулювання містобудівної діяльності», повинен включати [5]:

- матеріали топографо-геодезичних вишукувань;
- матеріали погодження відповідно до Земельного кодексу України;
- експлікацію земельних угідь за власниками та користувачами земельних ділянок;
- переліки обмежень у використанні земель та переліки земельних ділянок, щодо яких встановлено обмеження у використанні земель;
- збірний план земельних ділянок, наданих у власність чи користування, та земельних ділянок, не наданих у власність чи користування;
- план розподілу земель за категоріями, власниками і користувачами (форма власності, вид речового права), угіддями з відображенням наявних обмежень (обтяжень).

Детальний план території додатково повинен містити переліки обмежень у використанні земель та переліки земельних ділянок, щодо яких встановлено обмеження у використанні земель.

Формування земельних ділянок комунальної власності територіальної громади та внесення до Державного земельного кадастру відомостей про земельні ділянки всіх форм власності, сформованих до 2004 року, відомості про які відсутні у Державному земельному кадастрі, може виконуватися під час розробки комплексного плану просторового розвитку території територіальної громади, генерального плану населеного пункту, детального плану території. При цьому до такої документації включаються:

- відомості про обчислення площі земельної ділянки;
- кадастровий план земельної ділянки;
- матеріали перенесення меж земельної ділянки в натуру (на місцевість);
- перелік обмежень у використанні земельних ділянок;

- акт приймання-передачі межових знаків на зберігання;
- акт перенесення в природу (на місцевість) меж охоронних зон, зон санітарної охорони, санітарно-захисних зон і зон особливого режиму використання земель (за наявності).

Відомості про сформовані земельні ділянки та обмеження у використанні земель (територій), визначені комплексним планом просторового розвитку території територіальної громади, генеральним планом населеного пункту, детальним планом території, підлягають внесенню до містобудівного та Державного земельного кадастрів.

Комплексний план повинен містити просторові дані, метадані та інші елементи, що складають його проектні рішення, і буде розробляється у формі електронного документа, що відповідає вимогам базового набору геопросторових даних [6]. Він підписується кваліфікованими електронними підписами відповідальних осіб, які його розробили, – архітектор, який має відповідний кваліфікаційний сертифікат, та сертифікований інженер-землевпорядник.

Отже, сучасні зміни законодавства у сфері земельних відносин та територіального планування встановлюють нові види документації із землеустрою та містобудування при формуванні та використанні території громади та визначають тісний зв'язок між відомостями Державного земельного та містобудівного кадастрів.

### **Література:**

1. Адміністративно-територіальний устрій України. Офіційний сайт. URL: <https://atu.decentralization.gov.ua/> (дата звернення: 28.06.2021).

2. Про затвердження Методики формування спроможних територіальних громад: Постанова Кабінету Міністрів України від 8 квітня 2015 р. № 214 / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/214-2015-%D0%BF#Text> (дата звернення: 28.06.2021).

3. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо вдосконалення системи управління та дерегуляції у сфері земельних відносин: Закон України від 28 квітня 2021 року № 1423-IX / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1423-20#Text> (дата звернення: 28.06.2021).

4. Кошкалда І. В., Анопрієнко Т. В., Пілічева М. О. Використання містобудівної документації під час здійснення землеустрою та ведення кадастрів. *International scientific and practical conference*

*«Science, engineering and technology: global and current trends»*. December 27-28, 2019. Prague. P. 126-129.

5. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо планування використання земель: Закон України від 17 червня 2020 року № 711-IX / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/711-20#Text> (дата звернення: 28.06.2021).

6. Пілічева М. О., Кінь Д. О., Поморцева О. Є. Інтеграція топографічної і кадастрової інформації базового набору геопросторових даних земельної ділянки. *Містобудування та територіальне планування*. 2018. № 66. С. 523-531.

International scientific and practical conference «Technical sciences: the analysis of trends and development prospects»

July 2–3, 2021

Izdevniecība «Baltija Publishing»  
Lacplesa iela 41A, Rīga, LV-1011

Iespiests SIA «Izdevniecība «Baltija Publishing»  
Paraksts iespiešanai: 2021. 7. jūlijs  
Tirāža 100 eks.