



НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ  
ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ  
ДЕРЖАВНОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ  
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ»

II Міжнародна науково-технічна інтернет-конференція

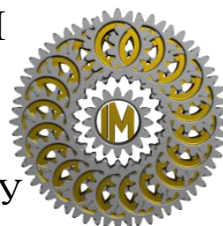
The Second International Scientific and Technical  
Internet-conference

**«НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
В ОСВІТІ, НАУЦІ  
ТА ВИРОБНИЦТВІ»**

**«ADVANCED TECHNOLOGIES  
IN EDUCATION, SCIENCE  
AND INDUSTRY»**

**April 16,  
2020**

**POKROVSK,  
UKRAINE**



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ  
ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ**  
ДЕРЖАВНОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ  
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ПРОФЕСІЙНО-ПЕДАГОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
УКРАЇНСЬКОЇ ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНОЇ АКАДЕМІЇ

II Міжнародна  
науково-технічна інтернет-конференція

# **«НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ, НАУЦІ ТА ВИРОБНИЦТВІ»**

**16 квітня 2020 р.**

Збірник матеріалів конференції

Покровськ  
ДВНЗ «ДонНТУ»  
2020

*Рекомендовано Вченою радою Державного вищого навчального закладу «Донецький національний технічний університет» Міністерства освіти і науки України (Протокол № 3 від 21.05.2020).*

Н 73 **Новітні технології в освіті, науці та виробництві:** збірник матеріалів II Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції, 16 квітня 2020 р. – Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ», 2020.– 282 с.

ISBN 978-966-377-236-3

У збірнику опубліковано матеріали II Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції, в яких розглянуті питання актуальних проблем механізації і автоматизації енергоємних виробництв, розробки корисних копалин та охорони праці, соціально-економічного та наукового розвитку регіонів України.

Збірник розрахований на наукових співробітників, викладачів, інженерно-технічних працівників, а також аспірантів і студентів вищих навчальних закладів України та світу.

**УДК 622.23**

### **ПОЧЕСНІ ЧЛЕНИ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО КОМІТЕТУ**

**Ляшок Ярослав Олександрович** - ректор ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», д-р екон. наук, доцент, м. Покровськ, Україна.

**Лисенко Світлана Миколаївна** – директор навчально-наукового індустріального інституту ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», канд. екон. наук, доцент, м.Покровськ, Україна.

**Шевчук Степан Прокопович** - завідувач кафедри електромеханічного обладнання енергоємних виробництв, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», д-р техн. наук, професор, м. Київ, Україна.

**Шашенко Олександр Миколайович** – проректор з міжнародних відносин, професор кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», д-р техн. наук, професор, м. Дніпро, Україна.

**Самуся Володимир Ілліч** - завідувач кафедри гірничої механіки, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», д-р техн. наук, професор, м. Дніпро, Україна.

**Скобенко Олександр Васильович** – декан факультету будівництва, доцент кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», канд. техн. наук, доцент, м. Дніпро, Україна.

**Лапшин Олександр Єгорович** - професор кафедри рудникової аерології та охорони праці, ДВНЗ «Криворізький національний університет», д-р техн. наук, професор, м. Кривий Ріг, Україна.

**Чухарєв Сергій Михайлович** – доцент кафедри розробки родовищ та видобування корисних копалин, Національний університет водного господарства та природокористування, канд. техн. наук, доцент, м. Рівне, Україна.

**Roland Iosif Moraru** – research vice-rector University of Petroșani, Professor, Ph. D. Habil. Eng., Romania.

**Абишева Зинеш Садировна** – директор Гірничо-металургійного інституту ім. О. А. Байконурова «Казахський національний дослідний технічний університет ім. О.А. Сатпаєва», д-р техн. наук, академік НАН РК, професор, Казахстан.

**Lidia Gawlik** – deputy director for research, Mineral and Energy economy research institute of the Polish academy of sciences, D. Sc., Eng., associate professor, Poland.

**Семенченко Анатолій Кирилович** - професор кафедри гірничі машини і мехатронні системи машинобудування, ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», д-р техн. наук, професор, м. Покровськ, Україна.

**Моїсєєнко Лариса Миколаївна** – заступник директора навчально-наукового індустріального інституту ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», канд. істор. наук, доцент, м. Покровськ, Україна.

**Коломієць Валерій Віталійович** – керівник Навчально-наукового професійно-педагогічного інституту Української інженерно-педагогічної академії, канд. техн. наук, доцент, м. Бахмут, Україна.

**Несторук Наталя Анатоліївна** – доцент кафедри психології та педагогіки, Горлівський інститут іноземних мов ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет», канд. пед. наук, доцент, м. Бахмут, Україна.

**Сергієнко Людмила Григорівна** – доцент кафедри вищої математики та фізики, ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», канд. пед. наук, доцент, м. Покровськ, Україна.

**Толкунов Ігор Олександрович** – начальник кафедри піротехнічної та спеціальної підготовки Харківського національного університету цивільного захисту України, полковник служби ЦЗ, канд. техн. наук, доцент, м. Харків, Україна.

### **ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ**

#### **Голова оргкомітету:**

**Калиниченко Валерій Вікторович** – завідувач кафедри електромеханіки та машинобудування, навчально-науковий індустріальний інститут ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», канд. техн. наук, м. Покровськ, Україна.

#### **Члени оргкомітету:**

**Гого Володимир Бейлович** - професор кафедри електромеханіки та машинобудування, навчально-науковий індустріальний інститут ДВНЗ «ДонНТУ», д-р техн. наук, професор, м. Покровськ, Україна.

**Повзун Олексій Іванович** – доцент кафедри електромеханіки та машинобудування, навчально-науковий індустріальний інститут ДВНЗ «ДонНТУ», канд. техн. наук, доцент, м. Покровськ, Україна.

**Кондратенко Віктор Григорович** – доцент кафедри електромеханіки та машинобудування, навчально-науковий індустріальний інститут ДВНЗ «ДонНТУ», канд. техн. наук, доцент, м. Покровськ, Україна.

**Бабенко Марина Олегівна** – старший викладач кафедри електромеханіки та машинобудування, канд. пед. наук, навчально-науковий індустріальний інститут ДВНЗ «ДонНТУ», канд. техн. наук, доцент, м. Покровськ, Україна.

**Горячева Тетяна Володимирівна** - старший викладач кафедри електромеханіки та машинобудування, навчально-науковий індустріальний інститут ДВНЗ «ДонНТУ», м.Покровськ, Україна.

**Придятько Ігор Владиславович** - старший викладач кафедри електромеханіки та машинобудування, навчально-науковий індустріальний інститут ДВНЗ «ДонНТУ», м.Покровськ, Україна.

**Нємцев Едуард Миколайович** - старший викладач кафедри електромеханіки та машинобудування, навчально-науковий індустріальний інститут ДВНЗ «ДонНТУ», м. Покровськ, Україна.

#### **Секретар конференції:**

**Алтухова Тетяна Володимирівна** - асистент кафедри електромеханіки та машинобудування, навчально-науковий індустріальний інститут ДВНЗ «ДонНТУ», м. Покровськ, Україна

*Редакційна колегія повідомляє, що автори публікацій несуть відповідальність за достовірність поданої інформації, зміст матеріалів, їх мовно-стилістичне оформлення.*

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВІТАЛЬНЕ СЛОВО                                                                                                                                                                                                          | 10 |
| <b>Секція 1. АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ЕНЕРГЕТИКОЮ, МЕХАНІЗАЦІЄЮ І АВТОМАТИЗАЦІЄЮ</b>                                                                                         |    |
| <b>Алтухова Т.В., Ігнатенко М.В.</b> (м. Покровськ, Україна)<br>Діагностика виткової ізоляції трансформаторних підстанцій з використанням нечітких множин                                                               | 11 |
| <b>Бабенко М. О., Іваненко Б. О.</b> (м. Покровськ, Україна)<br>Переваги застосування гідроелеваторів із тангенційним підведенням                                                                                       | 16 |
| <b>Вірич С. О., Бабенко М. О., Пихтя Г. О.</b> (м. Покровськ, Україна)<br>Підвищення якості оброблення отворів шляхом використання свердел зі змінним кутом нахилу стружкової канавки                                   | 18 |
| <b>Горячева Т.В., Харківський Р.Д.</b> (м. Покровськ, Україна),<br><b>Латиш В.Д.</b> (м. Жешув, Польща)<br>Аналіз вібраційного методу технічного діагностування при оцінці технічного стану об'єкта                     | 20 |
| <b>Калафатова Л.П., Талах Б.Б.</b> (м. Покровськ, Україна)<br>Вплив організації технологічного процесу оброблення відповідальних деталей ізолюючого регенеративного респіратора на експлуатаційні характеристики виробу | 27 |
| <b>Калиниченко В.В., Сураєва О.О.</b> (м. Покровськ, Україна)<br>Підвищення ефективності експлуатації стрічкових конвеєрів                                                                                              | 31 |
| <b>Калиниченко В.В., Кравченко Л.С.</b> (м. Покровськ, Україна)<br>Підвищення ефективності збагачення вугілля у важких середовищах                                                                                      | 34 |
| <b>Ким Е. Д.,</b> (г. Бахмут, Україна)<br>Обоснование основных параметров детектора пиковых электромагнитных излучений                                                                                                  | 38 |
| <b>Любименко О.М., Штепа О.А.</b> (г. Покровськ, Україна)<br>Использование водорода в водородной энергетике и исследование изменения формы металла при накоплении водорода                                              | 40 |
| <b>Мехтиев А.Д., Алькина А.Д., Нешина Е.Г.</b> (г. Караганда, Казахстан)<br>Низкотемпературные термомеханические преобразователи солнечной радиации                                                                     | 43 |
| <b>Михайлов О. І., Гого В. Б.</b> (м. Покровськ, Україна)<br>Підвищення енергоефективності шахтних підйомів застосуванням тиристорних приводів                                                                          | 48 |
| <b>Остренко Д.О., Колларов О.Ю.</b> (м. Покровськ, Україна)<br>Аналіз роботи інтелектуальної системи діагностики аварійних режимів в електричній станції                                                                | 53 |
| <b>Патокін Р.В., Немцев Е.М.</b> (м. Покровськ, Україна)<br>Вплив технічного обслуговування гірничих машин на ефективність роботи механізованих комплексів                                                              | 58 |

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Пономарьов П.Є.</b> (м. Бахмут, Україна)                                                          | 62 |
| Сучасний стан і подальше використання ПЛ 500 кВ в Україні                                            |    |
| <b>Романуша В. А.</b> (м. Бахмут, Україна)                                                           | 64 |
| Виброгрохот с седловидной формой просеивающей поверхностью                                           |    |
| <b>Сичук В. А., Ткач С. М., Петрик Б.В.</b> (м. Луцьк, Україна)                                      | 66 |
| Переобладнання токарно-гвинторізного верстата моделі 16У03П під автоматизоване функціонування        |    |
| <b>Сьомак О.М.</b> (м. Житомир, Україна)                                                             | 69 |
| Аналіз сучасного стану та перспектив розвитку газової та нафтової промисловостей України             |    |
| <b>Шевченко В.В., Петренко М.Я., Шевченко А.С.</b> (м. Харків, Україна)                              | 71 |
| «Зелений тариф» в електроенергетиці України. Соціальна справедливість, економіка та міжнародне право |    |
| <b>Шейна Г. О., Новицька О. А.</b> (м. Покровськ, Україна)                                           | 75 |
| Дослідження експлуатаційних режимів силових трансформаторів                                          |    |
| <b>Шейна Г. О., Скрипник Д.В.</b> (м. Покровськ, Україна)                                            | 78 |
| Аналіз несиметричних режимів електричних мереж                                                       |    |

## Секція 2. ПРОБЛЕМИ ЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

|                                                                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Варнавська І.В.</b> (м.Херсон, Україна)                                                                                | 80  |
| Елементи моделювання професійної підготовки фахівців                                                                      |     |
| <b>Виходцева А. О., Беззубко Б. І.</b> (м. Краматорськ, Україна)                                                          | 84  |
| Використання ресурсного потенціалу як метод підвищення ефективності управління промисловим підприємством                  |     |
| <b>Віслогубова А. В., Лизунова О.М.</b> (м. Покровськ, Україна)                                                           | 87  |
| Фінансова стабілізація діяльності підприємства                                                                            |     |
| <b>Гладкая Е. Н.</b> (г. Минск, Республика Беларусь)                                                                      | 90  |
| Деятельность, приносящая доход, как источник формирования имущества, поступающего в собственность профессиональных союзов |     |
| <b>Гоголева Н.Ф., Фоміна О.О.</b> (м. Покровськ, Україна)                                                                 | 94  |
| Виробнича функція типу Кобба-Дугласа для економіки України                                                                |     |
| <b>Дудник О. О., Лизунова О.М.</b> (м. Покровськ, Україна)                                                                | 97  |
| Формування стратегії діяльності підприємства                                                                              |     |
| <b>Кириченко В.В.</b> (м. Київ, Україна), <b>Лесіна Є.В.</b> (м. Покровськ, Україна)                                      | 102 |
| Ефективність впровадження інформаційних систем в організації                                                              |     |
| <b>Кушнір Т.М.</b> (м. Львів, Україна)                                                                                    | 105 |
| Маркетинг після апокаліпсису                                                                                              |     |
| <b>Moisieienko Larysa</b> (Pokrovsk, Ukraine), <b>Yemets Kyrylo</b> (Istanbul, Turkey)                                    | 107 |
| The economic context of Cyprus                                                                                            |     |
| <b>Несторук Н. А.</b> (м. Бахмут, Україна), <b>Придятько І. В.</b> (м. Покровськ, Україна)                                | 112 |
| Аналіз феномену прокрастинації управлінських кадрів в реаліях сьогодення                                                  |     |

|                                                                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Несторук Н. А., Штацька А. О.</b> (м. Бахмут, Україна)                                                                                   |     |
| Безперервна освіта управлінських кадрів, як фактор успіху ефективних підприємств                                                            | 116 |
| <b>Піскорська Т. М., Лизунова О.М.</b> (м. Покровськ, Україна)                                                                              | 120 |
| Підвищення якості обслуговування клієнтів банківських установ                                                                               |     |
| <b>Солонинка О.А.</b> (м. Покровськ, Україна), <b>Лизунова А.Д.</b> (м. Київ, Україна), <b>Лизунова О.М.</b> (м. Покровськ, Україна)        | 123 |
| Оподаткування підприємств: проблеми та шляхи їх вирішення                                                                                   |     |
| <b>Сорокіна А. О., Грицук О.В.</b> (м. Бахмут, Україна)                                                                                     |     |
| Емоційний стан працівників, котрі мають дітей-студентів вищих навчальних закладів, як основа ефективного управління промислових підприємств | 125 |
| <b>Шевченко А.М., Лизунова О.М.</b> (м. Покровськ, Україна)                                                                                 | 128 |
| Підвищення економічної безпеки банківських установ                                                                                          |     |
| <b>Яворська О.Г.</b> (м. Київ, Україна)                                                                                                     |     |
| Людський капітал підприємства: трансформація менеджменту в епоху становлення та розвитку Smart-економіки                                    | 131 |

### **Секція 3. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КАДРОВОГО ТА НАУКОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ВИРОБНИЦТВ**

|                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Беззубко Л.В.</b> (м. Краматорськ, Україна)                                              | 135 |
| Розвиток інноваційної активності на підприємствах Донецької області                         |     |
| <b>Вірич С. О., Дуванський В. С.</b> (м. Покровськ, Україна)                                |     |
| Аспекти цілевизначення навчально-професійної діяльності інженерів-механіків                 | 137 |
| <b>Єфімов Д.В.</b> (м. Бахмут, Україна)                                                     | 139 |
| Кадровий потенціал монопрофільних територій                                                 |     |
| <b>Залужна Г. В.</b> (м. Бахмут, Україна)                                                   |     |
| Мультимедійний навчальний посібник з дисципліни «Графіка та візуалізація» для студентів ЗВО | 142 |
| <b>Іщенко А.Ю., Лисенко С.М.</b> (м. Покровськ, Україна)                                    |     |
| Забезпечення ефективної діяльності організації на основі дієвих інструментів менеджменту    | 144 |
| <b>Каражигитова Т.А.</b> (г. Атырау, Республіка Казахстан)                                  |     |
| Развитие профессиональной компетенции у студентов в контексте кредитной технологии обучения | 146 |
| <b>Комаров С. М., Михайлів Ю.Ю., Грицак Д.Г.</b> (м. Львів, Україна)                        |     |
| Використання доповненої реальності в навчальному посібнику з деталей машин                  | 150 |
| <b>Лавриненко Л.М.</b> (м. Київ, Україна)                                                   | 153 |
| Напрямки взаємодії ринку праці та ринку освітніх послуг                                     |     |
| <b>Несторук Н. А.</b> (м. Бахмут, Україна)                                                  |     |
| Модельний інструментарій подолання зволікань кадрового та наукового потенціалу виробництв   | 158 |

|                                                                                                                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Несторук Н. А., Коник В. Ю.</b> (м. Бахмут, Україна)                                                                                                                    |     |
| Ефективність оптимізації навчально-виховного процесу на засадах інформатизації                                                                                             | 161 |
| <b>Нємцева Н.С., Нємцев Е.М.</b> (м. Покровськ, Україна)                                                                                                                   |     |
| Професійно-особистісне становлення майбутніх інженерів                                                                                                                     | 163 |
| <b>Остряніна С. В., Деревйова Л.В., Домашенко В.В.</b> (м. Полтава, Україна)                                                                                               |     |
| Кадрова політика підприємства в умовах кризи                                                                                                                               | 165 |
| <b>Петрушенко М. М., Хумарова Н. І., Шевченко Г. М.</b> (м. Одеса, Україна)                                                                                                |     |
| Концептуальне Helix-моделювання інноваційної діяльності промислових і природних парків                                                                                     | 170 |
| <b>Polovin S.</b> (Pokrovsk, Ukraine)                                                                                                                                      |     |
| Youtube is an effective way of helping managers of industrial enterprises to learn foreign languages                                                                       | 173 |
| <b>Рошкова В. О., Грицук О. В.</b> (м. Бахмут, Україна)                                                                                                                    |     |
| Проблема емоційного стану робітників на виробництві під час вирішення складних ситуацій                                                                                    | 176 |
| <b>Сергієнко Л.Г.</b> (м. Покровськ, Україна)                                                                                                                              |     |
| Дидактична сутність проблемних ситуацій                                                                                                                                    | 179 |
| <b>Шевченко А.С., Гаврилов Э.В.</b> (г. Харьков, Украина)                                                                                                                  |     |
| Вопросы инфекционной безопасности в производственных инструктажах и учебных дисциплинах валеологии и педагогики здоровья на примере текущей пандемии коронавируса COVID-19 | 182 |
| <b>Секція 4. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ МОДЕЛЮВАННЯ, КОНСТРУЮВАННЯ ТА ДИЗАЙН ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ В НАУКОВО-ДОСЛІДНИХ І КОНСТРУКТОРСЬКИХ РОБОТАХ</b>                              |     |
| <b>Анциферов О.В., Дідович В.В.</b> (м. Дніпро, Україна)                                                                                                                   |     |
| Раціоналізація технологічних параметрів здрібнення у вертикальному вібраційному млині                                                                                      | 187 |
| <b>Багно О.М., Щурук Г.І.</b> (м. Київ, Україна)                                                                                                                           |     |
| Математичне моделювання поверхневої нестійкості пружного півпростору                                                                                                       | 190 |
| <b>Bondarenko A.O., Skrypnichenko M.O.</b> (Dnipro, Ukraine)                                                                                                               |     |
| Features of simulation of the KMG-10 bridge crane lifting winch in SolidWorks                                                                                              | 195 |
| <b>Васильчук Д.П., Хуторненко С.В.</b> (м. Бахмут, Україна)                                                                                                                |     |
| Двовимірний модель кварцевого резонатора на основі матрично-операторного методу                                                                                            | 197 |
| <b>Головня С. Б.</b> (м. Хмельницький, Україна)                                                                                                                            |     |
| Підхід щодо покращення оцінювання технічної готовності техніки прикордонного загону                                                                                        | 202 |
| <b>Дмитрієва О.А., Лефтеров М.М.</b> (м. Покровськ, Україна)                                                                                                               |     |
| Розробка фізичного рушія для моделювання взаємодії твердих часток                                                                                                          | 206 |

|                                                                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Дьомічев К.Е.</b> (м. Київ, Україна), <b>Стеблянко П.О., Петров О.Д.</b> (м. Дніпро, Україна)                                 | 211 |
| Математичне моделювання поведінки тіл із функціональних структурно неоднорідних матеріалів під дією нестационарного навантаження |     |
| <b>Козбур Г.В., Козбур І.Р.</b> (м. Тернопіль, Україна)                                                                          | 213 |
| Валідація моделі узагальненої кривої зміцнення для вуглецевих сталей                                                             |     |
| <b>Максимюк В. А.</b> (м. Київ, Україна)                                                                                         | 216 |
| Про вплив навантаження в оболонках на збіжність в чисельних методах                                                              |     |
| <b>Максимюк В. А., Сторожук Є.А., Сущенко Є.О.</b> (м. Київ, Україна)                                                            | 218 |
| Про верифікацію тензометричних експериментів на реєстраторі LMS SCADAS Mobile                                                    |     |
| <b>Мейш В.Ф., Мейш Ю.А.</b> (г. Киев, Украина)                                                                                   | 221 |
| Построение математической модели теории дискретно подкрепленных оболочек вращения в неортогональной системе координат            |     |
| <b>Назарова І. А., Костін В. І.</b> (м. Покровськ, Україна)                                                                      | 225 |
| Паралельне моделювання жорстких задач Коші на основі неявних схем                                                                |     |
| <b>Сторожук Є.А.</b> (м. Київ, Україна)                                                                                          | 229 |
| До аналітичного моделювання циліндричного згину гнучкої пластини з врахуванням деформацій поперечного зсуву                      |     |
| <b>Цибульник С.О., Губенко Є.А.</b> (м. Київ, Україна)                                                                           | 232 |
| Геометричне моделювання багатоповерхового будинку                                                                                |     |
| <b>Секція 5. РОЗРОБКА КОРИСНИХ КОПАЛИН, ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА НОВІТНІ ГЕОТЕХНОЛОГІЇ</b>                    |     |
| <b>Билан Н.В., Лодянов В.С., Кириллов А.К.</b> (г. Днепр, Украина)                                                               | 236 |
| Влияние слабых электромагнитных полей на состояние метастабильности микроструктуры ископаемых углей                              |     |
| <b>Губенко С.И., Григорьев А.Е.</b> (г. Днепр, Украина)                                                                          | 241 |
| Изменения в микроструктуре чугунов после воздействия ударных волн                                                                |     |
| <b>Конопелько Є. І., Даниленко М. І.</b> (м. Покровськ, Україна)                                                                 | 244 |
| Забезпечення виходу гірників з робочих місць по довгим евакуаційним маршрутам                                                    |     |
| <b>Конопелько Е.І., Свояков О.М.</b> (м. Покровськ, Україна)                                                                     | 249 |
| Втілення комплексу протипилових заходів на шахті «Капітальна» з метою зменшення професійної захворюваності гірників              |     |
| <b>Куливар В.В., Деревягина Н.И., Пост Л.В.</b> (г. Днепр, Украина)                                                              | 252 |
| Результаты численного расчета инициирования бризантных взрывчатых веществ светочувствительными взрывчатыми композициями          |     |
| <b>Куливар В.В., Лодянов В.С.</b> (г. Днепр, Украина)                                                                            | 255 |
| Физическая модель инициирования взрывчатых веществ лазерным импульсным излучением                                                |     |
| <b>Романій С.М.</b> (м. Покровськ, Україна)                                                                                      | 257 |
| Екологічні проблеми навколишнього середовища та їх вплив на фізичний стан людини                                                 |     |

|                                                                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Рязанцев М.О., Носач О.К., Рязанцев А.М.</b> (м. Покровськ, Україна)                                                                 |     |
| Первинне обвалення покрівлі в очисному вибої як наслідок пульсаційно-спінового резонансу землі                                          | 260 |
| <b>Рясний В.М.</b> (м. Кривий Ріг, Україна), <b>Чухарєв С.М.</b> (м. Рівне, Україна), <b>Євстратенко І.А.</b> (м. Кривий Ріг, Україна)  | 265 |
| Впровадження заходів щодо підвищення рівня безпеки праці гірників                                                                       |     |
| <b>Сергієнко О.І., Когтєва О.П., Скакун Д.В.</b> (м. Покровськ, Україна)                                                                |     |
| Чисельне моделювання напружено-деформованого стану гірських порід навколо одиночної виробки при зміні їх фізико-механічних властивостей | 268 |
| <b>Терещук Р.М., Чаговець О.В.</b> (м. Дніпро, Україна), <b>Пленник А.М.</b> (м. Дніпрорудне, Україна)                                  | 273 |
| Визначення раціональної щільності встановлення анкерів                                                                                  |     |
| <b>Чоботько І.І., Тинина С.В.</b> (м. Дніпро, Україна)                                                                                  |     |
| Роль автосамоскидів у виникненні осередків самозаймання породних відвалів                                                               | 278 |

## ВІТАЛЬНЕ СЛОВО

Шановні учасники і гості конференції!

II Міжнародна науково-технічна інтернет-конференція «Новітні технології в освіті, науці та виробництві» присвячена надзвичайно актуальній темі. Відмінною рисою сучасної України та світу в цілому є прискорення глобалізаційних процесів, які зачіпають економічну, технічну і соціальну структуру суспільства. Ці тенденції тісно пов'язані зі зростанням ролі науки, освіти і культури в соціально-економічному розвитку країни і регіонів, зміцненні національної безпеки. В даний час інститут освіти зазнає глибокі системні трансформації. У цих умовах конструктивна взаємодія і поглиблення співпраці вчених не тільки нашої країни, а і всього експертного співтовариства світу є невід'ємною частиною комплексного вирішення гострих як технічних, економічних так і соціальних проблем. На всіх етапах розвитку вищої школи університетська освіта відображала передові традиції в розвитку технічної та соціально-економічної освіти. Саме університети формували технічну думку в розвитку науки і виробництва, чинили сильний вплив на соціальне самопочуття населення. Сподіваємося, що учасники заходу зможуть плідно попрацювати і обговорити найважливіші аспекти розвитку технічної освіти в системі вищої школи, сучасні технології в виробництві та шляхи економічного розвитку як регіону, так і України в цілому.

**Секція 1. АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВ,  
ПОВ'ЯЗАНИХ З ЕНЕРГЕТИКОЮ, МЕХАНІЗАЦІЄЮ І АВТОМАТИЗАЦІЄЮ**

УДК 004.942::621.314

**Алтухова Т.В.**, асистент кафедри ЕМ, **Ігнатенко М.В.**, студент,  
Навчально-науковий індустріальний інститут ДВНЗ «ДонНТУ»,  
м. Покровськ, Україна

**ДІАГНОСТИКА ВИТКОВОЇ ІЗОЛЯЦІЇ ТРАНСФОРМАТОРНИХ  
ПІДСТАНЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКИХ МНОЖИН**

*Анотація. В даній статті виконується діагностика технічного стану виткової ізоляції трансформаторних підстанцій з використанням нечітких множин. Визначені граничні перетини для нормального, критичного та неробочого стану виткової ізоляції.*

*Ключові слова: трансформаторна підстанція, виткова ізоляція, нечіткі множини, діагностика.*

На сьогоднішній день інформація, яка отримана у будь який формі, зокрема в цифровій, перетворюється у якісну форму, тобто стан електромеханічного обладнання можна описати за допомогою математичного апарату. Так, наприклад, якщо значення напруги у мережі 380 В дорівнює 300, 350, 400, 450, 500 В, то значення 300 В оцінюється як «недопустимо низьке», 350 і 400 В як «допустиме», 450 і 500 В оцінюється як таке, що «недопустимо високе». Таким же чином людина, яка приймає рішення, оцінює інші діагностичні параметри. Тобто мозок обробляє отриману цифрову інформацію як нечіткі множини. Навіть, і інформацію про ймовірність появи того чи іншого стану.

Різниця між поданням інформації у формі ймовірності і множини полягає у тому, що значення вірогідності означає, що якийсь стан або явище чи має місце бути, чи ні. Значення у поняттях нечітких множень означає, що якомусь стану або явищу присутні властивості як присутності, так і відсутності наявності цього стану або явища. В даному випадку діагностика в кінцевому рахунку зводиться до визначення стану електромеханічного обладнання в поняттях «відмінно», «допустимо», «неприпустимо». Кожному з цих понять відповідають декілька значень, кожне з котрих належить до обраного поняття у якийсь мірі, так що діагностика стану вимагає застосування аналізу як нечіткої множини.

При визначенні стану ізоляції між вітками, зокрема наявності чи відсутності виткового замикання, враховуються наступні фактори.

1. При витковому замиканні зростає струм у одному чи кількох витків, це призводить до зменшення потоку в обмотці фази, що у свою чергу призводить до зменшення індуктивності фази і зменшенню зсуву фази струму відносно фази напруги.

2. Наявність виткового замикання в котушці фази не призводить до

істотного збільшення струму фази. Тобто, само по собі збільшення струму не може означати наявності виткового замикання, але може бути використано як один з діагностичних параметрів.

Як відомо, зсув фаз напруги і струму

$$\varphi = \arctg \frac{\omega L}{R} \quad (1)$$

де  $\varphi$  - кут зсуву фаз струму відносно напруги, радіан;

$\omega = 2\pi f$  - кругова частота напруги і струму, рад/с;

$L$  - індуктивність фази, Гн;

$R$  - приведенне до опору навантаження, Ом.

Так як  $\arctg x - \arctg y = \frac{x-y}{1+xy}$  [1, С. 212], то різниця фаз

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \arctg \frac{\omega L_1}{R} - \arctg \frac{\omega L_2}{R} = \arctg \frac{\frac{\omega L_1}{R} - \frac{\omega L_2}{R}}{1 + \frac{\omega L_1}{R} \frac{\omega L_2}{R}} = \arctg \frac{(L_1 - L_2)}{\frac{R}{\omega} + \frac{\omega L_1 L_2}{R}} \quad (2)$$

де  $L_1$  - індуктивність фази, в якій немає виткового замикання,

$L_2$  - індуктивність фази, в якій є виткове замикання.

Зроблений перехід до відносних одиниць:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \arctg \operatorname{tg} \varphi_1 \frac{1-l}{1+l \times \operatorname{tg}^2 \varphi_1}, \quad (3)$$

де  $\operatorname{tg} \varphi_1 = \omega L_1 / R$  - тангенс кута зсуву фаз між напругою і струмом фази, в якій нема виткового замикання;

$l = L_2 / L_1$  - відносна індуктивність фази, в якій є виткове замикання.

Залежність зсуву кута фаз від відносної індуктивності при різному навантаженні представлена на рис. 1.

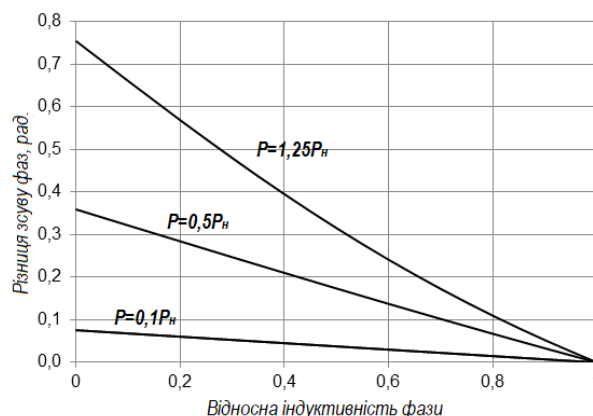


Рисунок 1 – Залежність різниці зсуву фаз від індуктивності однієї фази і навантаження

З графіків видно, що одне і теж змінення індуктивності призводить до різної зміни різниці фаз в залежності від навантаження фази. Тобто, виміряна різниця зсуву фаз між напругою і струмом свідчить про стан виткової ізоляції як нечітка множина різниць зсувів фаз від індуктивностей фази.

Відповідні значення нормовані і призначені ступені належностей відносних індуктивностей фази до того чи іншого стану міжвиткової ізоляції. Результати розрахунків представлені на рис. 2.

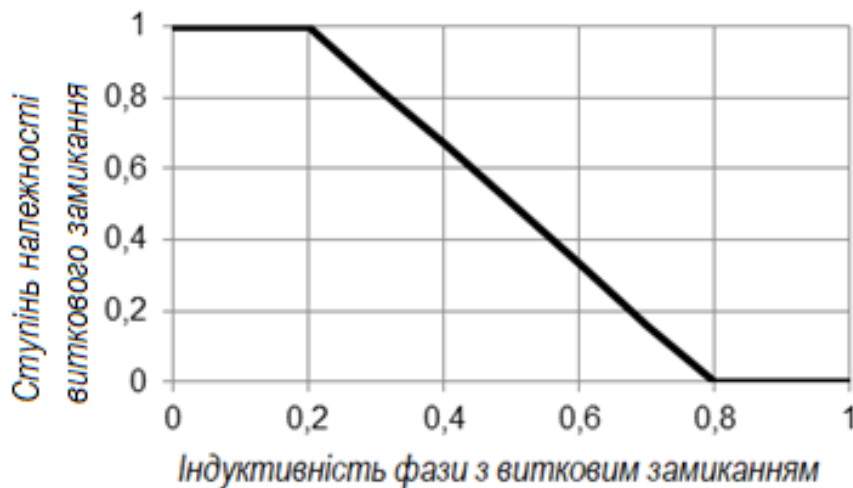


Рисунок 2 – Приналежність зміщення фази струму відносно фази напруги до виткового замикання

З графіка видно, що надійно зсув фаз може свідчити про виткове замикання, якщо індуктивність фази в результаті виткового замикання змінилась до 0,2 «здорової» фази. Але і при не такій великій зміні індуктивності належність до виткового замикання може свідчити про наявність виткового замикання у фазі.

Виткове замикання в котушці фаз трансформатора може бути причиною деякого підвищення струму в цієї фазі. Ця обставина демонструє рис. 3.

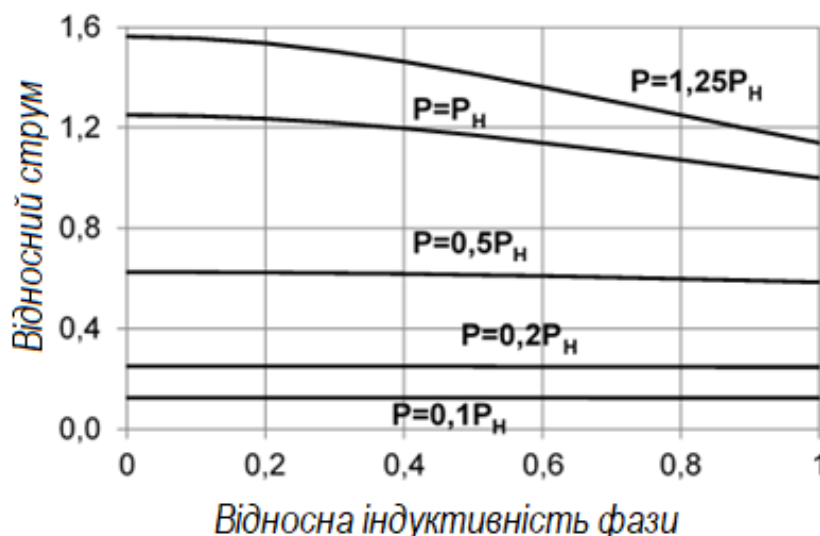


Рисунок 3 – Залежність струму фази, у якій є виткове замикання від наявності цього замикання (відносні одиниці)

З графіка видно, що виткове замикання впливає по різному в залежності від навантаження трансформатора, тобто струм фази як показник виткового замикання є нечітка множина. Відповідні значення нормовані і призначені ступені належностей струмів фази до замикання міжвиткової ізоляції. Результати розрахунків представлені на рис. 4.

З графіка видно, що підвищення струму фази надійно свідчить про виткове замикання, якщо індуктивність фази змінилась не більш ніж до 0,4 фази, в якій замикання немає. Якщо зміна відбулась в межах 0,9 – 1, ступінь належності 0 і змінення струмів по причині віткового замикання не значиме. Якщо індуктивність фази змінється в межах 0,4 – 0,9, підвищення струму свідчить про виткове замикання з різним ступенем належності.

Представляється, що надійніше судження про наявність виткового замикання може бути зроблено на підставі врахування обох явищ – різниці зсуву фаз і різниці струмів. Для цього розрахована залежність від різниці індуктивностей як перетин ступенів залежностей для струмів і фаз. Графік перетину приведено на рис. 5.

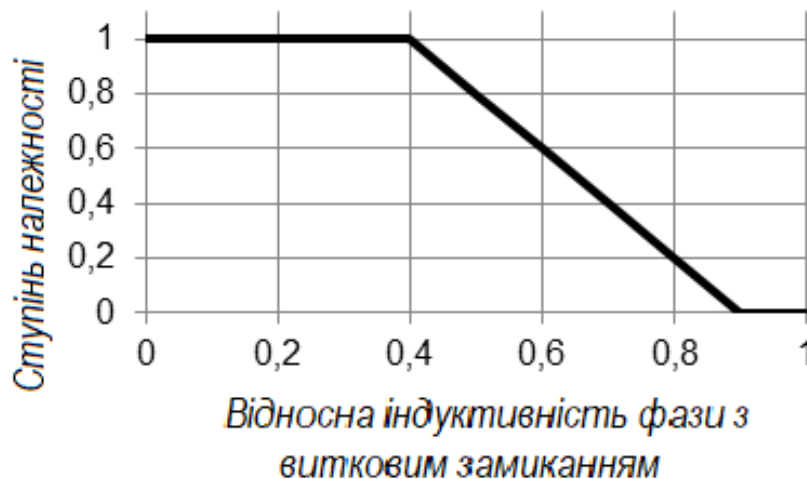


Рисунок 4 – Ступінь приналежності значення струму фази до виткового замикання у фазі

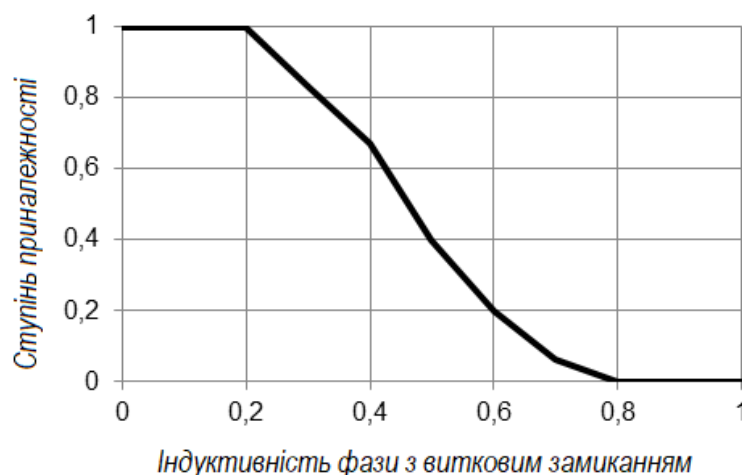


Рисунок 5 – Ступінь залежності виткового замикання як перетин ступенів різниці фаз і різниці струмів

З графіка видно, що ступінь приналежності до виткового замикання змінюється від 1 до 0 при зміні різниці індуктивностей нормальної та дефектної фаз від 0,2 до 0,8, що має місце при зміні різниці зсуву фаз приблизно від 0,1 до 0,57. Ці значення можуть бути прийняті як граничні при діагностиці виткового замикання у фазі трансформатора.

З вище зазначеного можна зробити висновок, що виткове замикання може діагностуватися за перетином нечітких множин різниці зсуву фаз та різниці струмів фаз. Причому відносне значення перетину  $0 \div 0,2$  свідчить про наявність виткового замикання,  $0,8 \div 1$  – про нормальний стан ізоляції, значення  $0,2 \div 0,8$  свідчить про критичний стан міжвиткової ізоляції.

#### *Список використаної літератури*

1. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов М., 1981. - 720 стр.
2. Бахрушин В. Є. Методи аналізу даних: навчальний посібник для студентів / В.Є. Бахрушин. – Запоріжжя : КПУ, 2011. – 268 с. ISBN 978-966-414-103-8
3. Є. І. Бардик, М. В. Костерев, Р. В. Вожаков, М. П. Болотний. Оцінка технічного стану і прогнозування ресурсу роботоздатності силових трансформаторів на основі теорії нечітких множин. Вісник Вінницького політехнічного інституту, 2012, №2. – С. 83-87.
4. С. F. Baban, M. Baban, M. D. Suteu. Using a fuzzy logic approach for the predictive maintenance of textile machines. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 2016, 30(2): 999–1006.
5. Диагностика электрооборудования электрических станций и подстанций : учебное пособие / А. И. Хальясмаа [и др.]. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. — 64 с. ISBN 978-5-7996-1493-5
6. Черных и. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems И Simulink. - М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. - 288 с.

**Бабенко М.О.**, канд. пед. наук, ст. викладач, **Іваненко Б.О.**, студент,  
Навчально-науковий індустріальний інститут ДВНЗ ДонНТУ,  
м. Покровськ, Україна

## **ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ ГІДРОЕЛЕВАТОРІВ ІЗ ТАНГЕНЦІЙНИМ ПІДВЕДЕННЯМ**

*Анотація. Розглянуто принцип роботи гідроелеваторів в умовах підземних видобувних робіт. Наведено переваги використання гідроелеваторів із тангенційним підведенням.*

*Ключові слова: гідроелеватор, робоча рідина, пасивна рідина, струминний насос, ежекція.*

Розвиток вугільної промисловості йде по шляху збільшення концентрації гірничих робіт, підвищення інтенсивності відпрацювання ділянок і збільшення навантаження на лави. Це спричиняє збільшення добового припливу води у підземних виробках шахт, збільшення кількості твердих часток у воді і, як наслідок, зростання частки трудовитрат на очищення водовідливних ємностей. Існує велика кількість можливих способів і схем видалення твердих відкладень з водовідливних ємностей. Проаналізувавши умови підземних шахт, було доведено доцільність застосування гідравлічних способів чищення із застосуванням гідроелеваторів [1].

Гідроелеватор – насос струминного типу для підйому і переміщення рідин та гідросумішей; застосовується для гідротранспортування, підводного всмоктування ґрунту тощо, а також для підвищення геодезичної висоти всмоктування землесосного снаряда з трюмним ґрунтовим насосом. При роботі струмів води, що витікає під великим тиском з насадки, створює у камері насоса розрядження, що й забезпечує підсмоктування гідросуміші через всмоктувальний патрубок. Кінетична енергія струменя води передається гідросуміші і у дифузорі переходить у потенційну енергію потоку. Рідина, що подається під високим тиском, називається робочим або активним середовищем, а рідина, що всмоктується, називається пасивним середовищем.

До основних переваг застосування гідроелеваторів можна віднести: простоту конструкції і відсутність рухомих частин; незалежність роботи від підсосу повітря. Основними недоліками означених пристосувань є: відносно малий напір, низький ККД. У процесі перемішування потоків у камері змішування відбувається передача енергії від потоку робочої рідини, що транспортується. При цьому швидкість робочої рідини зменшується, а тієї, що транспортується, збільшується.

Простота конструкції гідроелеватора, відсутність поверхонь, що обертаються і труться, забезпечують надійну і тривалу його роботу на забрудненій рідині. Гідроелеватор не має потреби у кваліфікованому обслуговуванні і постійній присутності людини при роботі. При підсмоктуванні повітря він не потребує виключення, тому може викачувати воду насухо. Завдяки даним властивостям гідроелеватори широко використовуються в

багатьох галузях промисловості. У вугільній промисловості вони застосовуються в основному для очищення зумпфів скіпових стволів і водозбірників від твердого матеріалу, що збирається в них, гідротранспорту породи і вугілля, вакуумного водозниження.

Серед чинників, що впливають на ефективну роботу гідроелеваторів, необхідно відмітити спосіб підведення водоґрунтової суміші до всмоктуючого патрубка.

У більшості випадків пасивний потік рідини, що всмоктується гідроелеватором, підводять до приймальної камери звичайним прямоточним способом. Для підвищення ефективності роботи гідроелеваторів за рахунок підвищення подачі струменевого насоса запропоновано конструкцію з підведенням пасивного середовища закручуванням [2].

Робота гідроелеваторів із тангенційним подаванням заснована на принципі закручування течії рідини. Це відбувається в результаті повідомлення потоку спіралеподібної течії шляхом тангенційної подачі в камеру закрутки з формуванням колової компоненти швидкості [3].

Закручений потік характеризується такими властивостями: наявність окрім осьової, обертальної та радіальної складової швидкості; високий рівень турбулентних пульсацій; Активний вплив відцентрових сил на потік.

За даними досліджень [2] закрутка здійснює значний вплив на поле течії, розширення струменя, процеси підмішування та затухання швидкості в струмені. При збільшенні ступеня закрутки збільшується інтенсивність змішування струменя, виникають більші градієнти тиску в радіальному та осьовому переміщеннях. Це призводить до збільшення коефіцієнта ежекції. Окрім того, інтенсивність закрутки можна схарактеризувати параметром закрутки, що визначається співвідношенням колової складової швидкості до осьової.

Проведення порівняльного експериментального аналізу підтвердило, що при однакових вихідних гідравлічних параметрах перепад гідростатичних тисків і коефіцієнт ежекції конструкції гідроелеватора з тангенційним підведенням набагато перевищує параметри гідроелеватора з прямоточним підведенням. Це дозволяє зменшити енерговитрати та підвищити продуктивність видобувних робіт.

#### *Список використаної літератури*

1. Козиряцький Л.М., Спеціальні засоби і схеми гідропідйому, водовідливу і очищення шахтних водовідливних ємностей. // Навчальний посібник / В.М. Моргунов, В.М. Яковлев, О.А. Геммерлшг - Донецьк: ДонНТУ, 2012. - 133с.
2. Сейтасанов И. С. Исследование закрученного течения в гидроэлеваторах [Електронний ресурс] / И. С. Сейтасанов // Молодой ученый. – 2014. – № 1 (60). – С. 116–119. — Режим доступу: <https://moluch.ru/archive/60/8632> – (08.04.2020).
3. Халатов А. А. Теория и практика закрученных потоков // А. А. Халатов. – Киев: Наукова думка, 1989. – 191 с.

**Вірич С.О.**, канд. техн. наук, доц., **Бабенко М.О.**, канд. пед. наук,  
ст. викладач, **Пихтя Г.О.**, магістрант,  
Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний  
університет, м. Покровськ, Україна

## **ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОБРОБЛЕННЯ ОТВОРІВ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ СВЕРДЕЛ ЗІ ЗМІННИМ КУТОМ НАХИЛУ СТРУЖКОВОЇ КАНАВКИ**

*Анотація. Розглянуто проблему формоутворення отворів осьовим інструментом при значенні співвідношення довжини отвору до його діаметру від 3 до 5. Підвищення продуктивності оброблення шляхом застосування свердел зі змінним кутом нахилу стружкової канавки підтверджено при створенні та аналізі комп'ютерної моделі в програмному пакеті SolidWorks.*

*Ключові слова: осьовий інструмент, свердло, режими різання, глибокі отвори, стружкові канавки.*

Особливістю сучасного машинобудівного виробництва є автоматизація технологічних процесів, у тому числі і процесів різання. Оброблення поверхонь деталей різанням на верстатах із числовим програмним керуванням потребує використання підвищених режимів різання. Це створює умови збільшення навантаження на технологічну систему «верстат-пристосування-інструмент-деталь» та може привести до збільшення похибки та зменшення якості отриманої поверхні. Тому удосконалення складових технологічної системи з метою підвищення механічних характеристик є одним із новітніх напрямків машинобудування.

Значну частину технологічних операцій із формоутворення отворів складають процеси оброблення осьовим інструментом. При вивченні особливостей такої обробки особливу увагу слід приділити чинникам формування режимів різання на свердлильних операціях, оскільки режими різання є основними критеріями, що у подальшому визначають якість обробленої поверхні, зношування інструмента. Також необхідно з'ясувати основні силові характеристики процесів свердління та чинники, що спричиняють їхнє формування.

Аналіз основних напрямків досліджень в області підвищення динамічної стійкості свердел показав, що ступінь деформації, що виникає при свердлінні, визначається системою сил, що діють на інструмент. Ці показники залежать, у свою чергу від геометрії різальної частини свердел, поверхні спіральної канавки та розмірів серцевини. Отже, вибір оптимальної конструкції за жорсткістю повинен включати сукупність усіх заданих умов роботи свердла [1].

Окремо було розглянуто такі особливості оброблення глибоких отворів, як-то: збільшення тертя напрямних стрічок інструменту по стінці отвору, збільшення теплоутворення, обмеження підведення охолоджуючої рідини до місця різання, ускладнення з видалення стружки. Також було зазначено, що

показник глибини отвору необхідно враховувати при визначенні режимів різання.

Труднощі, що виникають при обробці отворів спіральними свердлами, починають виявлятися зі збільшенням глибини отвору. Глибину отвору зазвичай оцінюють відношенням  $L/d$ ,  $d$  – діаметр отвору, а  $L$  – його довжина. Дане співвідношення використовують при розподілі отворів на глибокі і неглибокі, перехідною межею вважають  $L/d=(3...5)$  [2]. Так, при свердлінні отвору в суцільному матеріалі спостерігається зростання крутного моменту при збільшенні глибини отвору і при досягненні межі  $L/d=(3...5)$  збільшується ризик руйнування спірального свердла. Такі руйнування можуть бути спричинені великими припусками на обробку, відведенням свердла, некоректним вибором геометрії різальної частини спірального свердла, брикетуванням стружки у стружкових канавках [2].

Крім того ускладнене відведення стружки, зростання крутного моменту, мала жорсткість самого інструменту призводять до зниження продуктивності обробки отворів, а також до зниження якості оброблених поверхонь. Все це веде до зниження режимів різання, необхідності використання ручної праці для неодноразового виведення свердла із зони різання.

Перераховані недоліки утворюють ряд негативних факторів, що виявляються під час свердління отворів, глибина яких на межі  $L/d=(3...5)$ . До таких дефектів можна віднести: руйнування спірального свердла через недостатню твердість; відхилення отвору від круглості; відведення і непрямолінійність осі отвору [2]. При цьому зниження відведення осі отвору під час свердління є найбільш важливим завданням.

Вирішення означеної проблеми є можливим при використанні свердел зі змінним кутом нахилу [2]. З метою з'ясування ефективності застосування таких свердел у конкретних умовах при свердлінні отворів діаметром 6 мм та довжиною 30 мм у програмному пакеті SolidWorks було змодельовано свердла зі змінним та постійним кутом нахилу стружкової канавки та проведено порівняльний аналіз жорсткості та міцності свердел при використанні додатка зі статичного аналізу Solidworks simulation.

Порівняльний аналіз зміни геометричних параметрів свердел із постійним кутом нахилу стружкової канавки та змінним кутом нахилу стружкової канавки від  $30^0$  до  $18^0$  свідчить про збільшення площини перерізу, полярного моменту інерції площини перерізу, діаметра серцевини у свердел зі змінним кутом нахилу стружкових канавок. Така зміна геометрії зумовлює збільшення міцності та стійкості свердел.

#### *Список використаної літератури*

1. Равская Н. С. Силовые характеристики при сверлении / Н. С. Равская, Л. С. Мельничук // Процеси механічної обробки в машинобудуванні, випуск 3. – 2006. – С. 133–143.
2. Емельянов Д.В. Вопросы нарезания винтовых поверхностей с переменным углом подъема спирали на станках с ЧПУ [Текст] / Д. В. Емельянов, Ю. А. Ведерников, Р. М. Хисамутдинов // Справочник. Инженерный журнал (с приложением). – 2013. – № 8. – С. 31–32.

**Горячева Т.В.**, старший викладач, **Харківський Р.Д.**, студент,  
Навчально-науковий індустріальний інститут ДВНЗ «ДонНТУ»,  
м. Покровськ, Україна

**Латиш В.Д.** студент, University of Law and Public Administration,  
м. Жешув, Польща

## **АНАЛІЗ ВІБРАЦІЙНОГО МЕТОДУ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ПРИ ОЦІНЦІ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТА**

*Анотація. Проведено аналіз вібраційних методів технічного діагностування. Розглянуто практичні аспекти застосування вібраційного методу діагностування для визначення технічного стану електромеханічного обладнання.*

*Ключові слова:* діагностика, технічне обслуговування, неруйнівний контроль, вібраційний метод.

Надійна і безпечна робота обладнання в значній мірі пов'язана з постійним контролем надійності робочих властивостей і параметрів машини або її окремих вузлів і агрегатів. При цьому контроль повинен здійснюватися без виведення обладнання з роботи і без демонтажу, так званий неруйнівного контролю [1,2].

Технічне обслуговування на основі показників фактичного стану обладнання вимагає точних і надійних результатів вимірювань цих показників [1-5].

Метою даного дослідження є аналіз технічного діагностування на прикладі застосування вібраційного методу. Для досягнення поставленої мети було необхідно вирішити такі завдання:

1. Провести аналітичне (на основі літературних джерел) дослідження та аналіз вібраційних методів технічного діагностування.
2. Визначити підходи до вирішення пошуку несправностей.

Проведене дослідження актуальне з точки зору теоретичного і практичного обґрунтування оптимального вибору методу в конкретних умовах діагностування.

При проведенні технічного діагностування для підтвердження нормального стану об'єкта виділяють дві основні задачі:

- забезпечення отримання достовірної інформації;
- постачання неякісної оперативності отримання інформації.

При проведенні технічного діагностування для виявлення аномалій виділяють такі основні проблеми:

- ймовірність пропуску несправності;
- ймовірність «помилкової тривоги», тобто ймовірність помилкового сигналу про наявність несправності [1,3].

Чим вища ймовірність «помилкової тривоги», тим менше ймовірність пропуску несправності, і навпаки. Завдання технічної діагностики несправностей полягає в знаходженні «золотої середини» між цими двома

проблемами. На практиці для оцінки стану більшості машин використовують механічні коливання. При виникненні дефектів або погіршенні стану машин і механізмів відбувається зміна (зростання) рівня механічних коливань. Тому вимір, контроль і аналіз механічних коливань агрегатів і вузлів машин забезпечують надійну оцінку їх стану [3].

Для визначення механічних коливань застосовується різна діагностична апаратура - від найпростіших вимірювачів параметрів фізичних величин (дозволяють визначати загальний стан відповідно до існуючих нормативних документів) до сучасних мультимедійних діагностичних комплексів - аналізаторів вібрації (оснащених спеціальним програмним забезпеченням, призначеним для виявлення несправних вузлів і деталей), багатоканальних переносних і універсальних по відношенню до об'єктів дослідження.

Вібраційну діагностику застосовують частіше за все тому, що на вимірювання параметрів, що описують вібрацію об'єктів, менше впливають зовнішні перешкоди.

Шуми і вібрації електромеханічних машин є одним з основних проявів дії сил, необхідних для здійснення робочих процесів в цих машинах.

Характер і масштаби зміни вібрації в часі для кожного випадку зміни технічного стану індивідуальні. Конкретний вібраційний процес містить великий обсяг важливої інформації, використання якої дозволяє діагностувати технічний стан механізмів і машин і раціонально усувати багато дефекти.

Реєстрація базових діагностичних параметрів проводиться при моніторингових вимірах по кожному з напрямків виміру вібрації у всіх точках установки датчиків і використовуються для оцінки стану і виявлення основних дефектів.

Основними методами вібраційної діагностики, які використовуються при вирішенні завдань моніторингу і функціональної діагностики механічного обладнання, є:

- вимір загального рівня вібрації;
- спектральний аналіз;
- аналіз характеристики розгону / вибігу агрегату;
- пік-фактор;
- ексцес;
- контурна характеристика;
- метод ударних імпульсів (SPM-метод Shock Pulse Method);
- аналіз траєкторії руху.

Найчастіше об'єктами вібраційних вимірювань і досліджень є корпусу підшипників і вали роторів машин, що піддаються інтенсивному зношуванню в процесі їх експлуатації.

Варто зауважити, що значна частина методів вібродіагностики призначена для конкретних видів діагностики тих чи інших вузлів і агрегатів машин.

Найпростіший з цих методів - вимірювання загального рівня вібрації. В цьому випадку в широких частотних діапазонах вимірюються середньоквадратичні або пікові значення віброприскорення механічних коливань.

Основна ідея діагностики більш складним методом - *спектральним аналізом вібрації* полягає в виявленні періодично повторюваних, як правило, ударних, процесів в роботі машини і зіставленні їм можливих дефектів.

При наявності дефектів, що впливають на параметри вібрації, при роботі несправного механізму виникають нові періодичні коливання, викликані, найчастіше, мікроудари. У більшості випадків, аналізуючи періодичність цих ударів, можна встановити і несправний елемент.

Найбільшого поширення методи спектрального аналізу отримали стосовно роторних машин. При найближчому розгляді ці методи можна розділити на дві групи: аналіз прямого спектра і аналіз спектра обвідної.

У разі застосування прямого гармонійного спектра аналізу піддають безпосередньо отриману в ході вимірювання тимчасову залежність вібрації. Оскільки періодичність ударних впливів, викликаних дефектами механізму, порівняно велика частота їх мала), то і вимірювати сигнал слід вибірково: на низьких і середніх частотах

Істотний недолік методу - в неможливості локалізувати місце виникнення дефекту. Адже низькочастотні коливання добре поширюються як по металу, так і через повітряні зазори, а, значить, вібрація, виміряна датчиком, могла виникнути не тільки поблизу місця його установки, а й на значній відстані від нього.

Цього недоліку позбавлений метод спектра обвідної. Тут спостерігаються практично ті ж закономірності, що й при аналізі низькочастотних коливань. Викликано це тим, що визначаються вимірювальною системою високочастотні коливання є модульовані коливаннями низької частоти. Інакше кажучи, високочастотні коливання грають роль «транспорту», доставляють до датчика коливання низької частоти. А так як цей «транспорт» не може «пересуватися» на великі відстані, то цим методом можна не тільки ідентифікувати дефект, а й локалізувати його.

*Аналіз характеристики розгону / вибігу агрегату* дозволяє відстежити зміну параметрів механічних коливань при розгоні або зупинці агрегату. Одним з дефектів, діагностованих за допомогою даного методу, є теплова невірноваженість ротора, при якій спостерігається істотне зростання вібрації на першій критичній частоті при вибігу нагрітого ротора по відношенню і величиною цієї компоненти при розгоні холодного ротора або вибігу який не встиг прогріється ротора. Крім того, аналіз розгінної характеристики дозволяє діагностувати вади обладнання, які досить важко виявити в сталому режимі роботи агрегату [5]. За допомогою даного методу можливо навіть точно виявити зв'язок джерела вібрації з електричними дефектами обладнання.

Недоліками методу є неможливість проведення діагностики без зупинки машини і необхідність нетривалих запусків машини, що в деяких випадках неприпустимо або зовсім неможливо.

*Пік-фактором* називається відношення пікового значення амплітуди до середньоквадратичного значенням параметра віброшвидкості сигналу. Пік-фактор, один з істотних показників технічного стану агрегату, знайшов своє

найбільш актуальне застосування в області діагностики підшипників кочення. До переваг методу слід віднести простий алгоритм проведення вимірювань, можливість проведення контролю за допомогою найпростішого вібрметра.

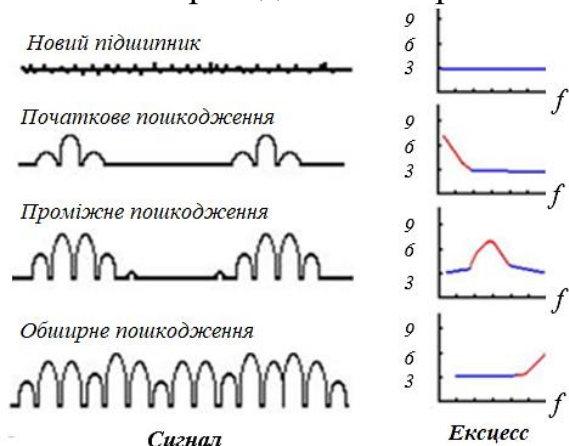


Рисунок 1 - Значення екссесу, характерні для різних стадій розвитку дефекту підшипника кочення:  $f$  - частота, Гц; 3, 6, 9 - коефіцієнти екссесу

Недолік методу - неможливість виконання діагностики по однократному виміру.

Екссес застосовується переважно для експрес-діагностики підшипників кочення. На практиці використовують коефіцієнт екссесу, який показує відхилення даного розподілу від нормального.

В якості ілюстрації на рис. 1 показані етапи розвитку дефекту підшипника і зміни значення екссесу в різних частотних смугах, що характеризують розвиток дефекту в підшипнику.

Перевага методу діагностики підшипників за значенням екссесу перед іншими методами аналізу віброакустичного сигналу в тому, що даний метод не вимагає знання геометричних параметрів підшипника. Крім того, він не чутливий до змін швидкості обертання валу і навантаження.

Для правильної оцінки стану підшипників кочення необхідно правильно вибрати частотні діапазони для розрахунку значень екссесу. До недоліків методу можна віднести неможливість визначити тип дефекту.

Зняття і подальший аналіз контурної характеристики є ще одним найпростішим методом контролю, що дозволяє отримати оцінку технічного стану агрегату. Контурна характеристика знімається за допомогою вимірювання параметрів вібрації. Через певний проміжок часу проводиться зняття нової характеристики, її аналіз і порівняння з попередньою (рис. 2).

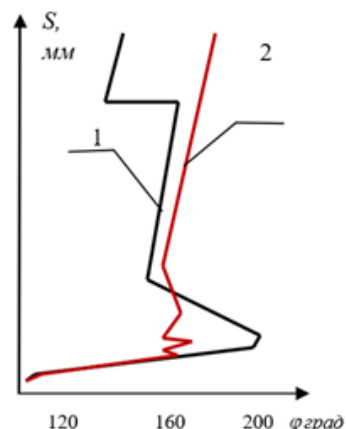


Рисунок 2 - Зняття контурної характеристики:  
1 - контурна характеристика в початковий період;  
2 - з плином часу

Метод ударних імпульсів (SPM-метод Shock Pulse Method) заснований на вимірюванні відносини пікового і середньоквадратичного значень віброприскорення механічних коливань, званого пік-фактором. Принцип дії методу ударних імпульсів показаний на рис. 3, де стан підшипника визначається по діаграмі. На горизонтальній осі відкладають значення слабких імпульсів (HR), на вертикальній - різницю між сильними імпульсами (LR) (наступних нерегулярно і ритмічно) і HR.

Зона А відповідає гарному стану підшипникового вузла, зони В і С - задовільного, потрібно посилити контроль за станом підшипникового вузла, зона D відповідає неприпустимого стану, що діагностується вузла [1, 3]. Переваги методу ударних імпульсів визначаються відсутністю вимог до періодичності проходження цих імпульсів.

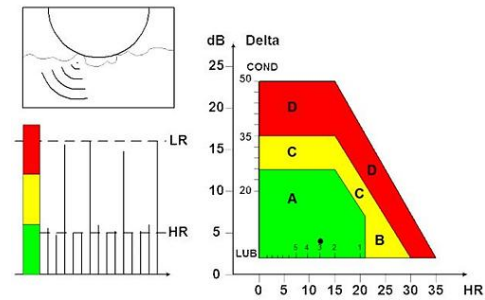


Рисунок 3 - Визначення стану підшипникового вузла методом ударних імпульсів

Головним недоліком методу є той факт, що не всі дефекти, що зароджуються призводять до появи ударних імпульсів. Часто дефектний вузол виявляється незадовго до відмови, коли в ньому розвивається ланцюжок пов'язаних дефектів, один або кілька з яких стають джерелом ударних імпульсів. В цьому випадку частота дослідження ударних імпульсів може бути настільки великою, що не призведе до зростання пік-фактору.

До недоліків відноситься також відсутність інформації про вид дефекту, оскільки ударні імпульси з'являються при різних видах дефектів. Це не дозволяє давати довгостроковий прогноз стану машини, тому що різні дефекти мають різні швидкості розвитку. Таким чином, метод ударних імпульсів може бути використаний тільки для контролю стану вузла, але не для його діагностування. Не менш важливим недоліком є складність застосування методу для контролю стану низькооборотних підшипників. В мастильній плівці бездефектних підшипників можливі часті розриви, які призводять до утворення ударних імпульсів.

Особливістю методу ударних імпульсів, що ускладнює його застосування, є припинення росту пік-фактора при розвинених дефектах. Часто відбувається зменшення пік-фактора у міру збільшення ступеня розвитку дефекту.

*Аналіз траєкторії руху*, наприклад, аналіз траєкторії переміщення осі валу, що обертається у власних підшипниках - ще один спосіб вібродіагностики. Для зняття характеристик і аналізу траєкторії встановлюється параметр вібропереміщення. Для побудови траєкторії руху ротора синхронно визначаються значення переміщень в горизонтальному і вертикальному напрямках (одночасно), потім виконується оцінка складових вібрації по частоті обертання.

Траєкторія руху валу в підшипнику може мати форму кола, або форму еліпса. У найпростішому випадку, форма траєкторії у вигляді простого еліпса свідчить про зрушення фаз коливань валу, характерному для дисбалансу ротора. При побудові траєкторії руху валу можна розглядати тимчасові сигнали не тільки на частоті обертання, а й суму компонент - першу, другу і т.п. В результаті виходять складні орбіти руху валу, що несуть додаткову інформацію про ефекти агрегату (рис. 4).

Недоліком методу є необхідність використання дорогих двохканальних віброаналізаторів.

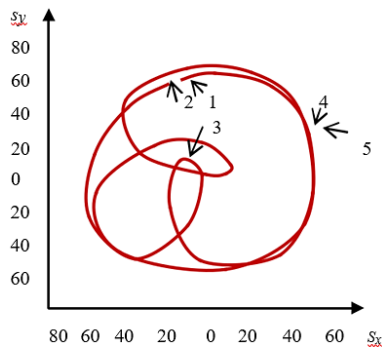


Рисунок 4 - Орбіта руху валу:

- 1 - момент початку обертання валу;
- 2 - завершення другого обороту;
- 3 - завершення одного обороту і початок наступного;
- 4 - завершення циклу обертання;
- 5 - початок наступного циклу обертання

Визначити частоту власних коливань системи можна методом *тест-удар*. Це метод вібраційної діагностики, що дозволяє експериментально встановити власні частоти коливань агрегату. Дослідження зазвичай проводяться на непрацюючому обладнанні. На машині встановлюється один або декілька датчиків вібрації, а потім вдаряють по ній масивним предметом. Агрегат дає відгук на удар у вигляді затухаючої хвилі вібрації, яка фіксується за допомогою датчиків і записується в віброаналізатор.

Результуючий спектр буде містити піки, відповідні власним частотам і резонансам машини. Для нормальної роботи будь-якого механізму необхідно, щоб частота збуджуючих вібрацію сил відрізнялася від власних частот системи. Інакше неминучі резонанси, що викликають збільшення рівнів вібрації і часто призводять до руйнування конструкції [2].

Як устаткування для вібраційної діагностики може бути успішно використана серія переносних приладів, які забезпечують вирішення різних завдань вібраційного контролю, оцінки технічного стану та виконання робіт по ремонту і віброналадка машин і агрегатів [2]. Такі прилади забезпечують оперативне вимір середньоквадратичного значення віброшвидкості в діапазоні частот 0,5 - 10000 Гц на елементах і вузлах працюючого обладнання. Результат вимірювання відображаються на рідкокристалічному індикаторі в цифровому або графічному вигляді.

Прилади безпосередньо виробляють:

- вимір СКЗ віброшвидкості / віброприскорення;
- вимір амплітуди вібропереміщень;
- обчислення спектра сигналу віброколивань;
- запис і оцифровку вибірки сигналів віброколивань;
- вибір діапазону робочих частот;
- вибір виду об'єкта контролю;
- реєстрацію безлічі протоколів вимірювань в реальному часі всіх параметрів об'єкта і результатів;
- відображення сигналу і його спектра на графічному дисплеї з підсвічуванням (опція).

Основні сфери їх застосування - контроль механічного стану різного устаткування при експлуатації, ремонтів і технічного обслуговування, діагностика підшипників, зубчастих передач, турбін, генераторів, вентиляторів, насосів, різних роторів, конструкцій в цілому і їх окремих елементів, стендові випробування механічних конструкцій на вплив вібрацій і ударів.

За допомогою приладу можливо провести спектральний аналіз параметрів

вібрації, частоти обертання ротора, напруг змінного і постійного струму в процесі експлуатації, при налагодженні, ремонтах і технічному обслуговуванні обладнання.

Застосуванням віброметра-аналізатора забезпечується вирішення наступних основних завдань вібраційного контролю:

- вибір діапазону робочих частот;
- вибір виду об'єкта контролю;
- реєстрацію безлічі протоколів вимірювань в реальному часі всіх параметрів об'єкта і результатів;
- відображення сигналу і його спектра на графічному дисплеї з підсвічуванням (опція).
- формування і ведення банку даних вібраційних характеристик обладнання;
- реєстрація і відображення віброударних процесів, розрахунок резонансних характеристик механічних систем.
- реєстрація швидкісних характеристик машин з обертовими валами при остановах і пусках;
- контроль відповідності рівнів вібрації санітарним нормам.

Підсумовуючи можна зазначити, що методи технічного вібродіагностування на сьогодні є актуальнішими при технічному обслуговуванні складного високотехнологічного обладнання за його станом.

#### *Список використаної літератури*

1. Сидоров В. А. Технічна діагностика механічного обладнання: навчальний посібник / В. А. Сидоров, В. М. Кравченко, В. Я. Седуш, О. В. Ошовський. - Донецьк: Юго-Восток, 2010. - 131 с.
2. Технічні засоби діагностування: Довідник / В. В. Ключев, П. П. Пархоменко, В. Е. Абрамчук та ін.; під заг. Ред. В. В. Ключева.- М.: Машинобудування, 1989. - 672 с.
3. Технічна діагностика механічного устаткування / Сидоров В.А., Кравченко В.М., Седуш В.Я. та ін. - Донецьк: Новий світ, 2003. - 125 с.
4. Надійність техніки. Терміни і визначення: ДСТУ 2860: 1994. - К.: Держстандарт України, 1994. - 36 с. - (Національні стандарти України).
5. Порівняльний аналіз методів технічного діагностування при оцінці технічного стану об'єкта/ Г.В. Лепеш // Техніко-технологічні проблеми сервісу. - 2016. - № 2 (36). - С. 22 - 39.

**Калафатова Л.П.,** д-р. техн. наук, проф., **Талах Б.Б.,** магістр,  
Донецький національний технічний університет, м. Покровськ, Україна

## **ВПЛИВ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБЛЕННЯ ВІДПОВІДАЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ ІЗОЛЮЮЧОГО РЕГЕНЕРАТИВНОГО РЕСПІРАТОРА НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИРОБУ**

*Анотація. Розглянуті особливості оброблення відповідальних елементів ізолюючих регенеративних респіраторів типу Р-30 на прикладі корпусу сигнального пристрою резервного запасу кисню. Встановлено зв'язок організації технологічного процесу оброблення деталі з експлуатаційними характеристиками виробу. Запропоновано раціональний варіант технологічного процесу за рахунок зміни заготівельної операції.*

*Ключові слова: регенеративний респіратор, корпус сигнального пристрою, механічне оброблення, технологічний процес, гаряче штампування, точність обробки, експлуатаційні характеристики*

Підвищення експлуатаційних характеристик виробів тісно пов'язано з особливостями і ефективністю технологічних процесів їх виготовлення. Особливо це стосується виробів спеціального призначення, які налаштовані на забезпечення захисту людей, що працюють у складних екологічних і техногенних умовах. До цих виробів відносяться респіратори ізолюючі регенеративні типу Р-30, Р-34 і Р-30ЕХ [1, 2] часової дії, які призначені для захисту органів дихання людини від шкідливої дії непридатної для дихання атмосфери при виконанні гірничо рятувальних робіт у рудних та вугільних шахтах і кар'єрах, а також для оснащення аварійно-рятувальних підрозділах.

Респіратори такого типу (рис. 1) є засобами індивідуального захисту органів дихання і можуть також бути задіяні у різних медичних установах при несприятливій епідеміологічній ситуації, що є досить актуальним питанням станом на 2020 р.

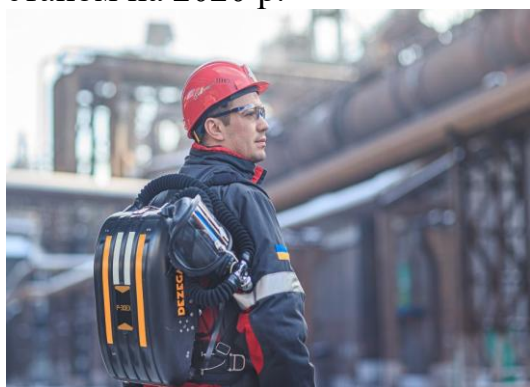


*Рисунок 1 – Приклад використання респіратору типу Р-30*

При задоволенні елементів виробу всім технічним вимогам час захисної дії респіратору при роботі в умовах середньої важкості становить чотири години.

Від ефективності технологічних процесів (ТП) виготовлення відповідальних елементів респіратору в значній мірі залежить його відповідність експлуатаційним вимогами і, навіть, життя людини.

Розглянемо можливість забезпечення заданих технічних вимог за рахунок раціональної організації технологічного процесу на прикладі виготовлення одного з важливих елементів виробу – корпусу сигнального пристрою резервного запасу кисню в балоні респіратору.

Сигнальний пристрій, до складу якого водить корпус, служить для

оповіщення споживача про низький запас кисню в балоні, що відповідає зниженню його тиску до рівня  $5,5 \pm 0,5$  МПа проти заданого робочого  $20 \pm 1$  МПа. Оповіщення щодо недопустимого зменшення запасу кисню в балоні відбувається за рахунок подачі звукового сигналу – свисту через ніпель, який повинен бути надійно складений з корпусом пристрою (рис. 2).

Вузол має досить складну конструкцію, до структури якої входить значна кількість деталей, частина яких є рухомими, в том числі ряду радіальних ущільнень, які встановлюються безпосередньо в корпус.

Корпус пристрою (див. рис. 2) під час експлуатації респіратору знаходиться в досить складних умовах, що накладає певні вимоги до організації технологічного процесу його виготовлення.

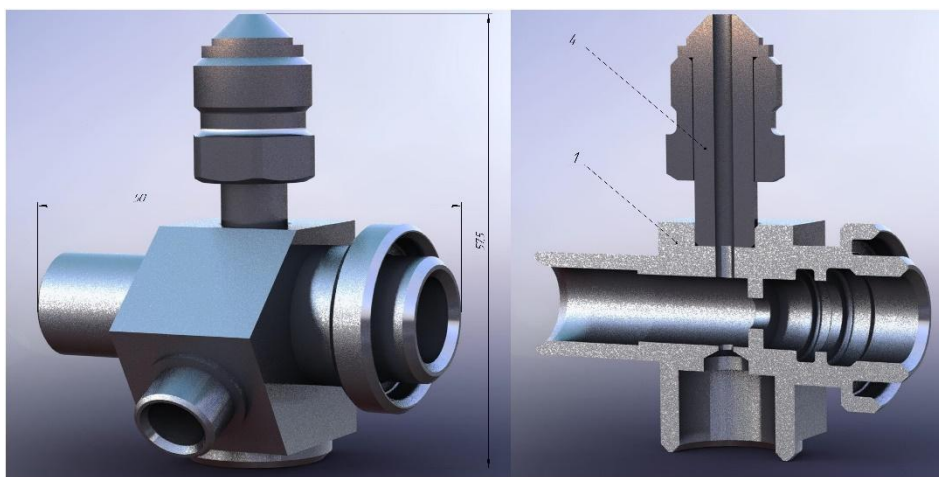


Рисунок 2 – Конструкція корпусу в зборі: 1 – корпус; 4 – ніпель для подачі звукового сигналу

До особливостей експлуатації можна віднести наступне:

- безпосередній контакт внутрішніх поверхонь корпусу з киснем, а це значить, що ці поверхні не повинні мати гострих виступаючих елементів, які можуть ініціювати займання кисню [3];

- кисень є агресивним середовищем, тому усі складові частини корпусу повинні бути виготовлені з матеріалів, що не вступають з ним у хімічну реакцію, тому для цієї цілі використовують сплав на основі міді: латунь марки ЛС 59-1;

- корпус працює під дією робочого надлишкового тиску  $20 \pm 1$  МПа, тому він повинен задовольняти вимогам надійності, а саме витримувати вплив пробного тиску  $30 \pm 1$  МПа (робочий тиск помножений на коефіцієнт запасу 1,5 згідно з нормативною документацією) при проведенні гідравлічних випробувань на міцність;

- корпус є складальною одиницею, а, відповідно, має нероз'ємне з'єднання - паяне з'єднання корпусу поз. 1 з ніпелем, поз. 4 (див. рис. 2), яке повинно витримувати високі напруження, тому для забезпечення надійності складальної одиниці використовується срібний припій марки ПС<sub>р</sub> 45, температура плавлення якого може досягати 730 °С.

Умови експлуатації і особливості конструкції корпусу передбачають

високу точність виготовлення його внутрішніх камер, а саме дотримання досить жорстких вимог до розташування внутрішніх поверхонь, насамперед щодо їх співвісності. Наявність у конструкції вузла рухомих ущільнень вимагає точності виготовлення внутрішніх камер корпусу, передбачених під посадку H9/f9, і відповідних канавок, що регламентується технічними документами [4] і можливістю тривалої експлуатації корпусу в робочих умовах при надмірному тиску медичного кисню, який становить  $20 \pm 1$  МПа.

Все це накладає ряд обмежень і вимагає використання нестандартних рішень при організації ТП виготовлення корпусу. Аналіз конструкції корпусу (див. рис.2, рис. 3) і базового ТП, в якому виготовлення корпусу відбувається з прутка, дозволяє заключити наступне.

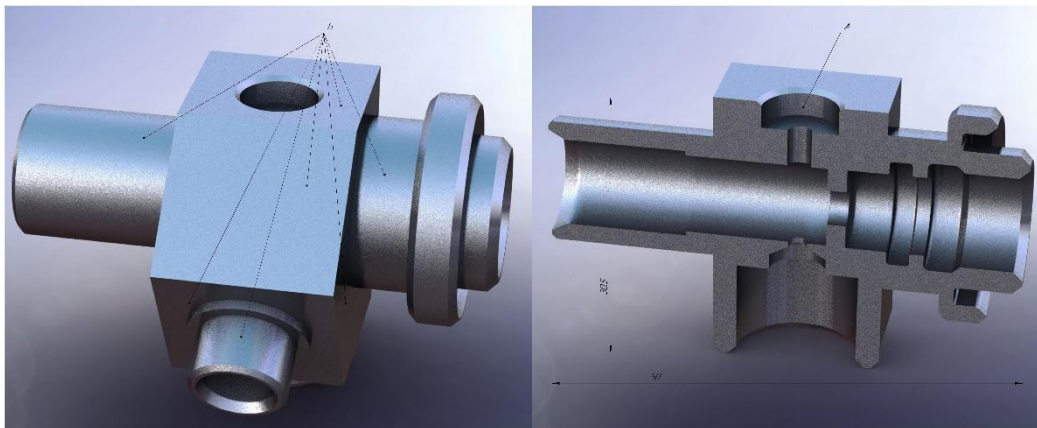


Рисунок 3 – Конструкція корпусу сигнального пристрою резервного запасу кисню

Вибір у якості заготовки прутка передбачає наступну послідовність операцій ТП:

- фрезерні і токарні для отримання зовнішніх поверхонь деталі (див. рис. 2, рис. 3);
- обробка отвору А діаметром  $\varnothing 8H11 (+0,09)$  мм і глибиною 3 мм (див. рис. 3), який є посадковим місцем під ніпель;
- пайка корпусу з ніпелем;
- обробка поверхонь внутрішніх камер у складеному стані корпусу вже після пайки.

Дана послідовність операцій виготовлення корпусу обумовлена відразу декількома факторами.

- Обробка зовнішніх і внутрішніх поверхонь корпусу до його складання з ніпелем на наступній операції пайки із-за високої температура плавлення припою може привести до деформацій тонкостінних елементів корпусу (див. рис. 2, поз. 1). Це негативно вплине на точність і якість відповідальних поверхонь деталі, в тому числі і приєднувальних, наприклад, не витримування вимог по точності виготовлення різьблень.

- Припою марки ПСР 45 притаманні високі показники плинності, а це супроводжується ризиком того, що при пайці можуть бути зіпсовані внутрішні камери і приєднувальні різьби корпусу (див. рис. 2, поз. 1).

Таким чином, розглянуті вище особливості ТП виготовлення корпусу

сигнального пристрою резервного запасу кисню є необхідністю, так як дана послідовність операцій обробки комплектуючого елементу респіратору дозволяє вирішити проблему з деформаціями деталей внаслідок використання тугоплавкого срібного припою, знизити відсоток браку при виробництві і, відповідно, виконати всі вимоги конструкторської і технічної документації [4].

З метою підвищення ефективності технологічного процесу виготовлення корпусу сигнального пристрою без шкоди його експлуатаційним характеристикам були запропоновані наступні заходи.

В якості заготовки замість прутка (у базовому варіанті ТП) для вироблення корпусу використовувати заготовку, отриману способом гарячого штампування. Відомо, що матеріал заготовки - латунь марки ЛС 59-1, добре піддається гарячому штампуванню, яке позитивно впливає на похідні характеристики міцності латуні. Це дозволить підвищити міцність корпусу при збереженні вихідних товщин стінок камер високого тиску, що важливо в силу умов експлуатації даної комплектуючої сигнального пристрою респіратору.

Точність заготовок, отриманих способом гарячого штампування, дозволяє: знизити витрати матеріалу на 15% у порівнянні з базовим варіантом ТП; зменшити масу деталі; практично відмовитися від операцій механічної обробки зовнішніх поверхонь корпусу, зокрема фрезерних для отримання поверхонь Б (див. рис. 3), звести цей етап оброблення лише до підготовки лиски під отвір А (див. рис. 3) і обробки самого отвору А. Таким чином, механічна обробка деталі буде більшою мірою зведена до отримання внутрішніх камер, що дозволить зменшити кількість операцій при виготовленні корпусу і установок деталі на конкретних операціях до 30%, а також підвищити продуктивність обробки при забезпеченні заданих точності і якості виробу.

Перехід на виготовлення заготовки корпусу способом гарячого штампування передбачає адаптування конструкції даної деталі до процесу штампування, здебільшого її зовнішніх поверхонь, з урахуванням необхідних ухилів для реалізації штампування. Такий підхід дозволить зробити деталь більш раціональної форми (виключити ломані форми зовнішніх поверхонь корпусу, які раніше були необхідні для спрощення фрезерних операцій), що, в свою чергу, призведе до зменшення маси готового виробу при забезпеченні його необхідних експлуатаційних характеристик.

#### *Список використаної літератури*

1. Диденко Н. С. Регенеративные респираторы для горноспасательных работ / Н. С. Диденко. – Москва: Недра, 1990. – 320 с.
2. Респиратор изолирующий регенеративный Р-30 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.zao-resurs.ru/Respirator-izolirujushhij-regenerativnyj-R-30.html> (дата обращения 10.04.2020)
3. Иванов Б. А. Безопасность применения материалов в контакте с кислородом / Б. А. Иванов. - М.: Химия, 1984. - 272 с.
4. ДСТУ EN 145:2003 Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Автономные регенерирующие дыхательные аппараты со сжатым кислородом или со сжатым кислородом и азотом. Требования, испытания, маркировка (EN 145:1997/A1:2000, IDT). Изменение № 1:2015.

**Калиниченко В.В.**, канд. техн. наук, **Сураєва О.О.**, магістрантка,  
Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний  
університет, м. Покровськ, Україна

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ**

*Анотація. В даній статті розглянуто проблему підвищення ефективності експлуатації стрічкових конвеєрів за рахунок якості та швидкості зшивання стрічки, а також запропоновано застосування контролю за станом цих стиків.*

*Ключові слова: стрічковий конвеєр, контроль стиків, зшивач, скоба, стрічка, шайба, заклепка.*

При транспортуванні гірничої маси стрічковими конвеєрами часто відбувається розрив або «задирання» стику стрічки. Відсутність належного контролю за станом стиків конвеєрної стрічки приводить до аварії, на усунення якої потребується багато часу та залучення великої кількості людей. Тому пропонується пристрій, який здійснює постійний контроль за станом стиків стрічкових конвеєрів. Електрична схема пристрою (рисунок 1) складається з електронного блоку, встановленого у вибухобезпечний корпус, який має роз'єднувач, два кінцевих вимикача (датчики), які встановлені на кронштейнах так, щоб датчик 1 міг контролювати нижню частину стику, а датчик 2 – верхню частину стику. Пристрій працює наступним чином. При нормальних стиках схема знаходиться у черговому режимі – контакти датчиків 1, 2 розімкнуті, реле РЗ типу РЭС-9 знеструмлене та живлення на електронний блок не подається. При появі «задраного» кінця стику спрацьовує датчик 1, якщо «задрана» передня частина стику – спрацьовує датчик 2. При замиканні контакту датчика 1 або 2 вмикається реле РЗ і своїм контактом РЗ.1 самоблокується, при цьому контактом РЗ.2 розривається ланцюг керування пускачем та стрічка зупиняється. Одночасно з реле РЗ вмикається мультивібратор на транзисторах Т1 і Т2, який імпульсами вмикає та вимикає реле Р1 типу РЭС-10. Контакт Р1 вмикає реле Р2 типу МКУ. Реле Р2 вмикає контрольну лампочку та сирену. Переривиста звукова та світлова сигналізація вказує на те, що через датчик пройшов ушкоджений стик. Для зняття з аварії треба вимкнути, а потім увімкнути роз'єднувач пристрою. Застосування пропозиції дозволяє здійснювати постійний контроль за станом стиків стрічкового конвеєру.

Для якісного та швидкого з'єднання конвеєрних стрічок пропонується касетний зшивач для конвеєрних стрічок, який зображено на рисунку 2. Він складається з корпусу 1 (рисунок 2), пробійника 2, зворотної пружини 3 та касети для скоб 4. Касета має зовнішню обойму 5, шарнірно з'єднану з нею внутрішню обойму 6, каретку 7, гумовий амортизатор 8, ролик 9. Для зручності експлуатації та підвищення жорсткості зшивач має рукоятку 10.

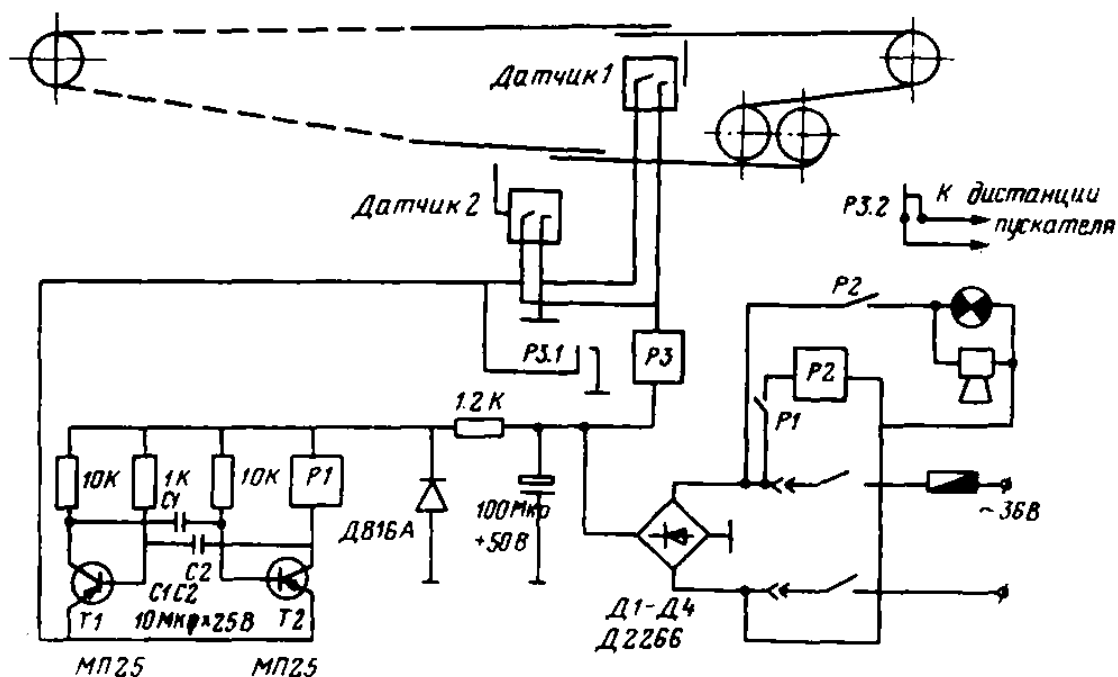


Рисунок 1 – Пристрій постійного контролю за станом стиків стрічкових конвеєрів

Для підготування зшивача до роботи відкривають касету, повернувши внутрішню обойму навколо шарніру. В зовнішню обойму вставляють скоби кількістю 150 штук. Каретку пересувають в крайнє положення, касета закривається, зшивач готовий до роботи.

Для з'єднання конвеєрної стрічки скобами корпус встановлюють в потрібному місті на стикі та ударають кувалдою по пробійнику, який повертається до вихідного положення пружиною. Чергова скоба подається кареткою до фігурного отвору корпусу. Пересуваючи зшивач на нове місто, процес повторюють.

Для з'єднання стиків стрічкового полотна також можуть використатися шайби та заклепки, які при вирубанні їх на пресі приймають неправильну форму, що відображається на якості стикування. У зв'язку з цим, пропонується пристрій для правки шайб та заклепок, який зображено на рисунку 3. Шайбу 1 (рисунок 3) надівають на заклепку 2 та опресовують випуклою оправкою 3. Для якісного стику конвеєрної стрічки необхідно, щоб її нижнє та верхнє полотна б були щільно притиснені один до одного, що досягається осаджуванням шайби 1 на заклепці 2 за допомогою обпресування 4. Стик розташовують на підставці 5. Діаметр заклепки 10 мм.

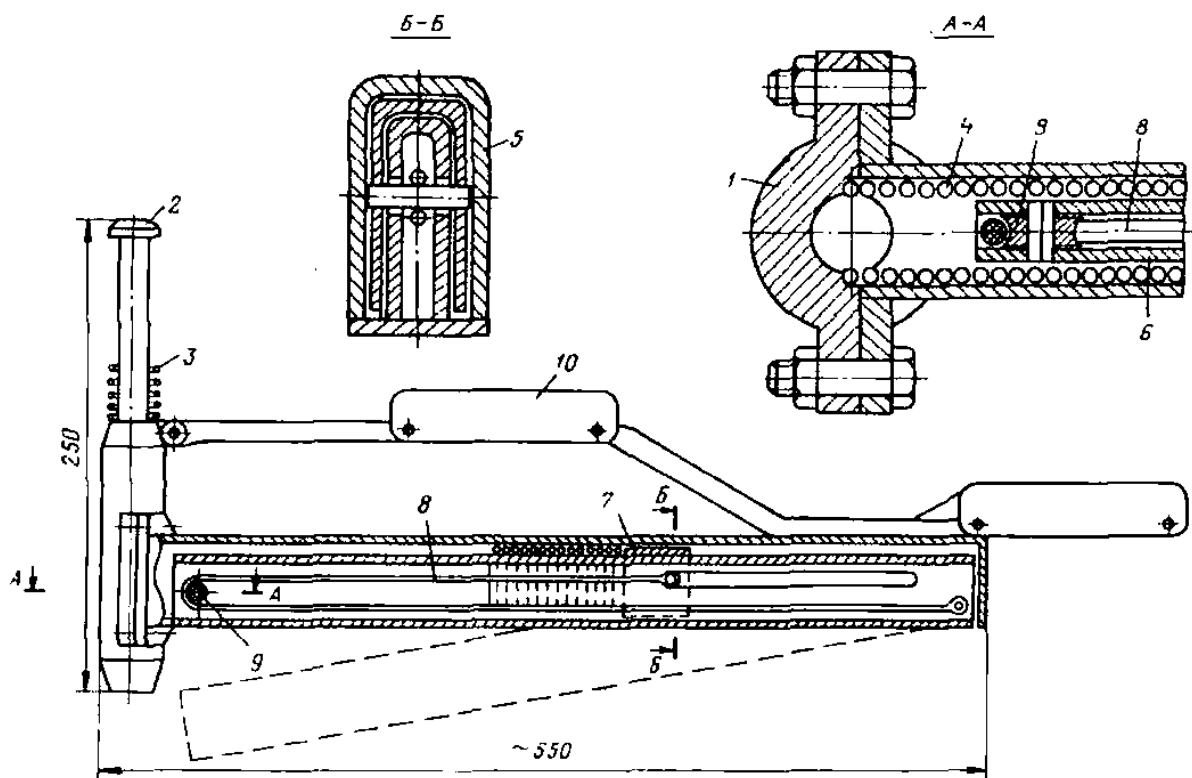


Рисунок 2 – Касетний зшивач для конвеєрних стрічок

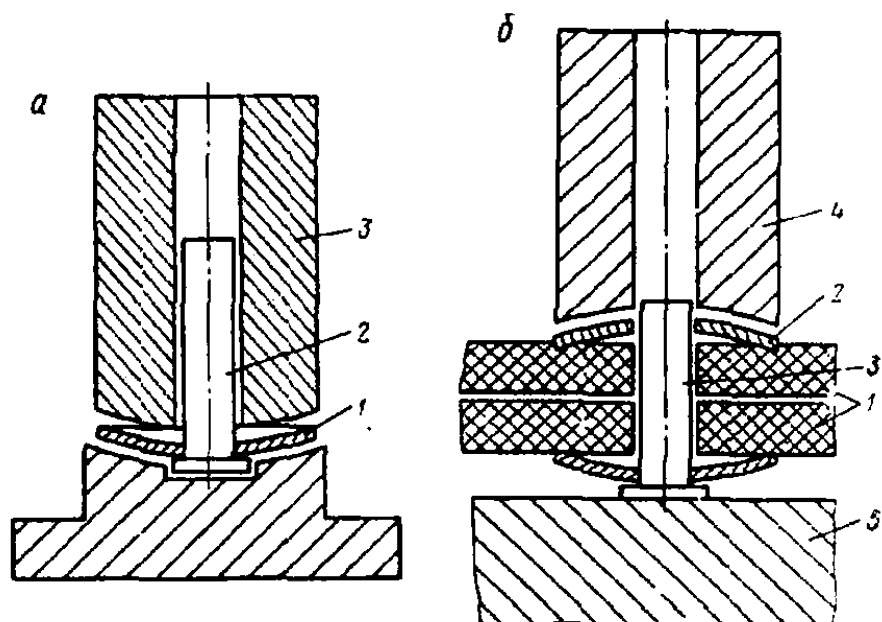


Рисунок 3 – Пристрій для правки шайб та заклепок

Отже, застосування обох пристроїв для з'єднання конвеєрної стрічки скорочує час на стикування, підвищує надійність стиків, зменшує простой стрічкового конвеєра, а запропонований пристрій дозволить здійснювати постійний контроль за станом стиків стрічкового конвеєру для усунення можливих аварійних ситуацій.

*Список використаної літератури*

1. Пухов Ю. С. Рудничный транспорт: Учебник для техникумов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1991. – 364 с.: ил..
2. Справочник. Подземный транспорт шахт и рудников: Справочник/ Под. общей ред. Г. А. Пейсаховича, И. П. Ремизова – М.: Недра, 1985. – 565 с.: ил.
3. Татаренко А. М., Максецкий И. П. Рудничный транспорт: Учебник для техникумов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990. – 318 с.: ил.

УДК 622.276.5

**Калиниченко В.В.**, канд. техн. наук, **Кравченко Л.С.**, магістрант,  
Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний  
університет, м. Покровськ, Україна

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗБАГАЧЕННЯ ВУГІЛЛЯ У ВАЖКИХ СЕРЕДОВИЩАХ**

*Анотація. В даній статті запропоновано застосувати ерліфтну установку з імпульсною подачею стисненого повітря для підвищення ефективності збагачення вугілля у важких середовищах.*

*Ключові слова: важке середовище, гуркіт, стадії збагачення, сито, магнетит, шламмовий насос, ерліфтна установка.*

Збагачення корисних копалин на дільниці збагачення ДП ВК «Краснолиманська» відбувається в 3 стадії: I стадія – збагачення у важких середовищах, де відбувається осаду породи і просівання вугілля крупністю  $6,0 \div 13,0$  мм, II стадія – осаду вугілля розміром  $0,5 \div 6,0$  мм і транспортування багерами-елеваторами; III стадія – флотація для виділення розмірів вугілля  $0,1 \div 0,2$  мм. При збагаченні вугілля на I стадії використовують мінеральні суспензії двох питомих ваг, у які послідовно подається вугілля: одну з відносною питомою вагою  $1,4 \div 1,5$  для відділення від рядового вугілля концентрату (частина, що спливає), другу з відносною питомою вагою  $1,8 \div 2,0$  для відділення промпродукта (частина, що спливає) від породи (утоплена частина).

Мінеральні суспензії являють собою механічні суміші води з твердими тонкоздрібненими мінералами з великими питомими вагами (магнетити). Вода

є дисперсійним середовищем, а мінерали-утяжувачі – дисперсною фазою. Суспензія повинна мати стійкість і низьку в'язкість. Під стійкістю суспензії розуміють її здатність зберігати протягом порівняно тривалого періоду часу свою питому вагу, що буде постійною у тому випадку, якщо тонкі частки утяжувача стійко знаходяться в зваженому стані. Стійкість суспензії може бути досягнута наступним шляхом: підвищення дисперсності утяжувача, збільшення концентрації утяжувача, збільшення в'язкості суспензії, створення висхідних і горизонтальних потоків суспензії, механічного перемішування суспензії. Останній спосіб забезпечення стійкості суспензії застосовують найбільше часто.

Для механічного перемішування мінеральної суспензії на ділянці збагачення ДП ВК «Краснолиманська» у даний час застосовують шламовий насос ШН250-34. Висота підйому суспензії складає 21м. Параметри шламового насоса ШН250-34 при роботі на чистій воді: коефіцієнт корисної дії (ККД) – 50%; напір – 34м; подача – 250м<sup>3</sup>/год; кавітаційний запас – 5м; потужність привода – 110кВт. Недоліки застосування шламового насоса в розглянутих умовах: інтенсивний знос лопаток робочих коліс через значні радіальні швидкості суспензії в них; при низьких температурах у зимовий час (-10<sup>0</sup> і нижче) спостерігається замерзання суспензії, що перемішується, на відмітці 6м, де розташований насос; важкий запуск насоса після тривалої його зупинки; великі витрати на технічне обслуговування насосу.

Заміна шламових насосів ерліфтними установками, при якісному механічному перемішуванні мінеральної суспензії, забезпечує ряд переваг: у ерліфта відсутні рухливі елементи; простота конструкції і доступність виготовлення; дешевина технічного обслуговування. Схема такої ерліфтної установки зображена на рисунку 1. На рисунку 1 цифрами позначено: 1 – компресор низького тиску ВР30-1,5; 2 – ресивер РВ500.11; 3 – повітропровід; 4 – реле часу; 5 – труба, що подає; 6 – змішувач; 7 – запірно-регулюючий клапан; 8 – піднімальна труба; 9 – повітровідділювач; 10 – ванна.

Прийнятна енергетична ефективність роботи ерліфтної установки забезпечується дискретною подачею стиснутого повітря в змішувач ерліфта. Дискретна подача стиснутого повітря і гарантована снарядна структура водоповітряного потоку в піднімальній трубі підйомника забезпечує також ефективний розмив верхнього шару твердого матеріалу в трубі, що підводить, ерліфтної установки і, отже, недопущення закупорки твердим цією труби. Для забезпечення дискретної подачі стисненого повітря в ерліфт на кожному із двох повітропроводів для підведення повітря до змішувача ерліфта встановлюються запірно-регулюючі клапани з електромагнітним керуванням від реле часу. Як джерело стиснутого повітря при його дискретній подачі в змішувач ерліфта доцільно використовувати гвинтовий безмасляний компресор низького тиску ВР30-1,5 (виробник – ЗАТ «REMEZA», республіка Белорусь, м.Рогачов) з параметрами: тиск надлишкове 1,5кгс/см<sup>2</sup>; продуктивність 7,6м<sup>3</sup>/хв; потужність 22кВт.

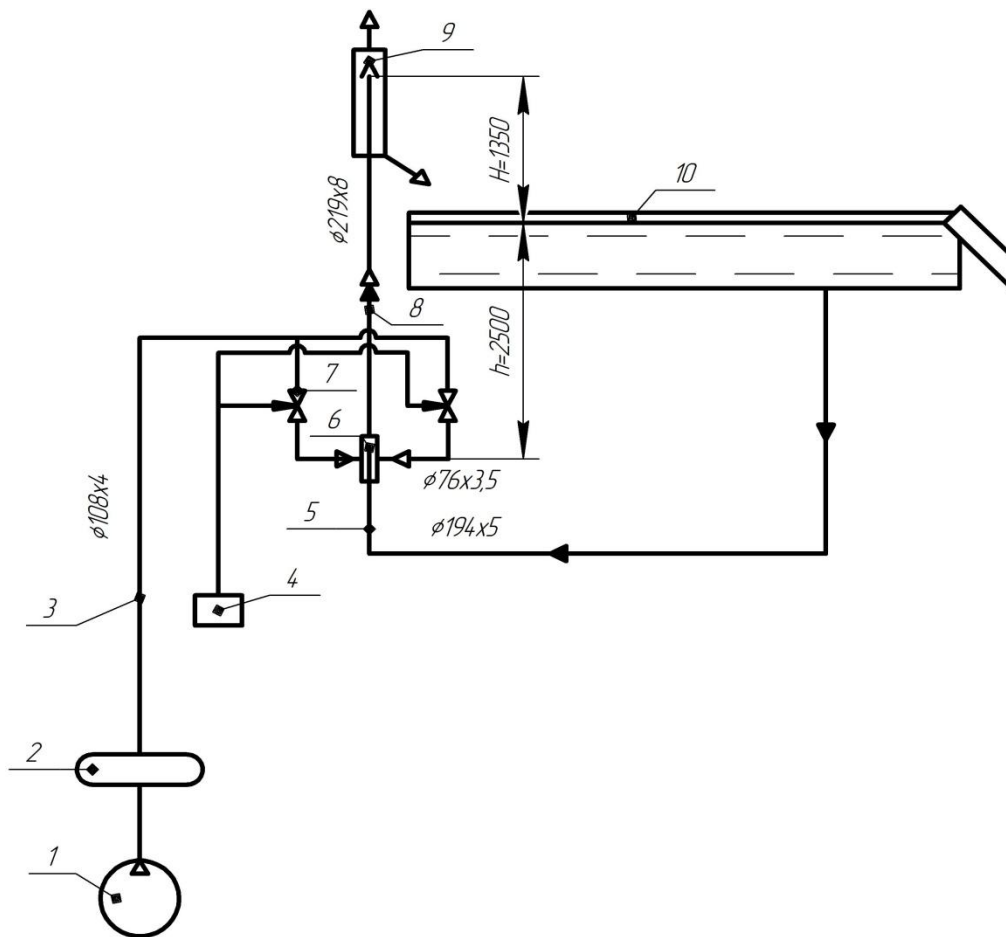


Рисунок 1 – Ерліфтна установка для перемішування мінеральної суспензії в умовах ділянки збагачення ДП ВК «Краснолиманська»

На рисунку 2 показано витратні характеристики  $Q_9 = f(Q_6)$  ерліфтної установки служби збагачення ДП ВК «Краснолиманська». При цьому ерліфт має наступні параметри: внутрішній діаметр підйомної труби  $D=203\text{мм}$ , довжина підйомної труби  $H+h=3,85\text{м}$ , геометричне занурення ерліфта  $h=2,5\text{м}$ , відносне занурення  $\alpha=0,65$ , подача ерліфтної установки повинна дорівнювати подачі шламового насосу, що замінюється, і складає  $Q_9=250\text{м}^3/\text{год}$ . Згідно даних, отриманих при розрахунку витратних характеристик від відносної довжини рідинних пробок  $\bar{L}_s$   $Q_9 = f(Q_6, \bar{L}_s)$  ерліфта  $D=203\text{мм}$ ,  $H+h=3,85\text{м}$ ,  $h=2,5\text{м}$ ,  $\alpha=0,65$  (рис. 2), для забезпечення необхідної подачі  $Q_9=250\text{м}^3/\text{год}$  при відносних довжинах рідинних пробок  $\bar{L}_s=1,0\div 1,15$  витрата повітря складе  $Q_6=7,87\div 8,25\text{м}^3/\text{хв.}$  (середнє значення  $8,06\text{м}^3/\text{хв.}$ ), а при  $\bar{L}_s=1,0\div 1,15$  –  $Q_6=7,29\div 7,56\text{м}^3/\text{хв.}$  (середнє значення  $7,43\text{м}^3/\text{хв.}$ ). Таким чином, дискретна подача стиснутого повітря в змішувач ерліфта  $D=203\text{мм}$ ,  $H+h=3,85\text{м}$ ,  $h=2,5\text{м}$ ,  $\alpha=0,65$  дозволяє зменшити витрати стиснутого повітря на  $8\div 13\%$  у порівнянні з традиційною роботою підйомника. Витратні характеристики побудовані для наступних відносних довжин рідинних пробок  $\bar{L}_s$ : 1 –  $\bar{L}_s=1,0$ ; 2 –  $\bar{L}_s=1,15$ ; 3 –  $\bar{L}_s=1,30$ ; 4 –  $\bar{L}_s=1,45$ . При подачі ерліфта  $Q_9=250\text{м}^3/\text{год}$  маємо наступні витрати

стисненого повітря: 1 –  $Q_{61}=8,25\text{м}^3/\text{хв.}$ ; 2 –  $Q_{62}=7,87\text{м}^3/\text{хв.}$ ; 3 –  $Q_{63}=7,56\text{м}^3/\text{хв.}$ ; 4 –  $Q_{64}=7,29\text{м}^3/\text{хв.}$ .

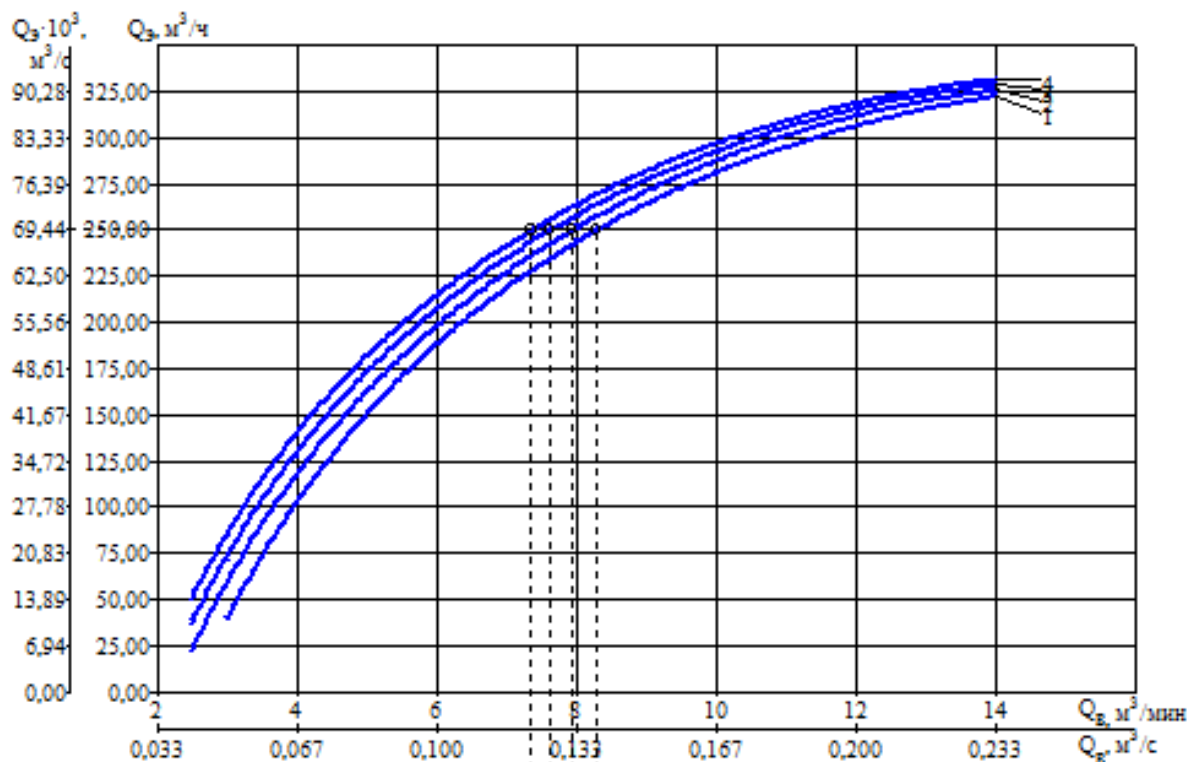


Рисунок 2 – Витратні характеристики  $Q_9 = f(Q_6)$  ерліфта служби збагачення ДП ВК «Краснолиманська»

Отже, розроблена ерліфтна установка для перемішування мінеральної суспензії дільниці збагачення ДП ВК «Краснолиманська» з продуктивністю  $Q_9=250\text{м}^3/\text{год}$  при дискретній подачі стисненого повітря в кількості  $Q_6=7,29\div 7,56\text{м}^3/\text{хв}$  у змішувач ерліфта з параметрами  $D=203\text{мм}$ ,  $H+h=3,85\text{м}$ ,  $h=2,5\text{м}$ ,  $\alpha=0,6$  замість використовуваного в даний час шламового насоса ШН250-34 забезпечить зниження експлуатаційних витрат на ремонт, підтримку в працездатному стані і зменшення енерговитрат. Виготовлення і монтаж ерліфта може бути виконаний службою збагачення ДП ВК «Краснолиманська» без залучення підрядних організацій по розробленій робочій документації основних конструктивних вузлів ерліфта.

#### Список використаної літератури

1. Андреев С.Е., Зверевич В.В., Перов В.А. «Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых» – М.: Недра, 1966, 395 с.
2. Кутателадзе С.С., Стырикович М.А. Гидродинамика газожидкостных систем. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергия, 1976. - 296 с.
3. Энциклопедия эрлифтов / Ф.А. Папаяни, Л.Н. Козыряцкий, В.С. Пашенко, А.П. Кононенко. – Донецк, 1995. – 592 с.: ил.

**Ким Е. Д.**, док. техн. наук, професор,  
Учебно-научный профессионально-педагогический институт  
Украинской инженерно-педагогической академии, г. Бахмут, Украина

## **ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЕТЕКТОРА ПИКОВЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ**

*Аннотация.* Предложены результаты экспериментальных исследований по обоснованию основных характеристик детектора радиоволн от импульсного источника электромагнитных излучений. Создание такого приемника позволит организовать систему дистанционной диагностики состояния полимерных изоляторов в режиме текущего времени.

*Ключевые слова:* диагностика, полимерный изолятор, импульсный детектор.

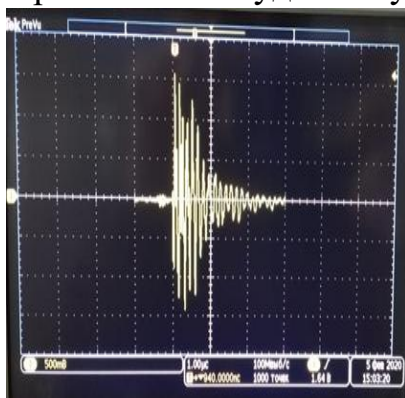
В настоящее время наиболее широкое применение в инспектировании состояния полимерных изоляторов на высоковольтных ВЛ получили методы инфракрасная (ИК) термография и ультрафиолетовое (УФ) диагностики [1]. Несмотря на эффективность ИК/УФ способов обнаружения электрически дефектных полимерных изоляторов, вместе с тем при этих методах остается неопределенной уровень критичности повреждения изолятора, что не позволяет осуществлять своевременную замену. Общим недостатком этих способов является проблематичность построения на их основе системы непрерывного контроля за состоянием изоляторов в онлайн режиме.

Новым в способе обнаружения электрически поврежденных полимерных изоляторов [2, 3] является генерирование электромагнитных излучений в контролируемом изоляторе за счет емкостного накопителя энергии с искровым промежутком, встроенного в цепь полимерного изолятора и последующей регистрации этих излучений с помощью использования приемника радиоволн. Емкостной накопитель с шунтированным искровым промежутком при частичном электрическом повреждении полимерного изолятора представляет собой слаботочный разрядник, напряжение срабатывания которого координировано с прогнозируемой глубиной повреждения полимерного изолятора в режиме реального времени.

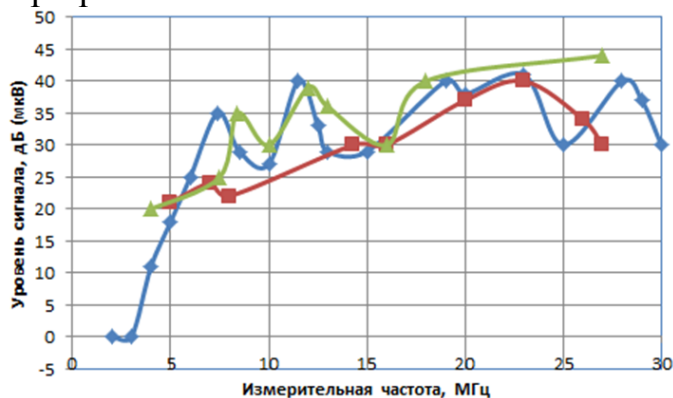
Цель работы – определение первичных параметров для разработки детектора импульсных электромагнитных излучений, необходимого для реализации дистанционной диагностики.

Работа выполнялась в двух независимых высоковольтных лабораториях испытанием полномасштабных изоляционных подвесок одинаковой конструкции. Источником импульсных электромагнитных излучений служил последовательно присоединенный к контролируемому объекту стеклянный изолятор тарельчатого типа, зашунтированный кольцевым искровым промежутком. Разрядники были настроены таким образом, чтобы срабатывались при условном повреждении полимерного изолятора на уровне 20-25 % внутренней электрической прочности диагностируемого изолятора.

Форму волны импульсов регистрировали посредством осциллографирования напряжения на выходе измерительного блока тестера интенсивности синусоидальных электромагнитных излучений ТМ-196 (10 МГц ... 8 ГГц). Амплитудно-частотные характеристики определялись с помощью селективного микровольтметра SMV 11 (0,01 – 30 МГц) в комплекте с рамочной антенной для измерения напряженности поля FMA 11. На рис. 1 приведены фотография характерного импульса разрядов и результаты измерений амплитуды импульсов при различных частотах.



а



б

Рисунок 1 – Амплитудно-частотная характеристика импульсов разрядника

Пересчет измеренных величин в дБ в напряженности электрического поля приближенно осуществляется по следующему соотношению:

$$E[\text{дБ}(\text{мкВ}/\text{м})] = U[\text{дБ}(\text{мкВ}) + K[\text{дБ}(1/\text{м})], \quad (1)$$

где  $K \approx 30[\text{дБ}/\text{м}]$  – коэффициент коррекции при измерительной частоте 30 МГц для использованной рамочной антенны.

Выводы. Результаты опытов (рис. 1а и 1б) хорошо коррелируются между собой. Измерительную частотную полосу можно ограничить в пределах от единиц МГц до нескольких десятков МГц.

Для идентификации искомого сигнала на расстоянии 1000 м потребуется прибор с чувствительностью не менее 0,5 мВ/м.

Полоса измерительных частот перекрывается с частотами радио и телепередач, поэтому очень важно, с целью повышения надежности идентификации, отображение результатов измерений синхронизировать с аудиосопровождением.

#### Список использованной литературы

1. F. Schmuck, J. Seifert, I. Gutman, A. Pignini: «Assessment of the condition of overhead line composite insulators», Paris, CIGRE-2012, b2-214.
2. Ким Е.Д. Эффективность использования линейных полимерных изоляторов в комбинации со стеклянными / Е.Д. Ким, К.Л. Чрзан // Електрифікація транспорту : Науковий журнал. – Д.: ДНУЗТ, №15, 2019. – С.109–116.
3. Ким Е.Д. Слаботочный высоковольтный разрядник – индикатор предельных напряжений / Е.Д. Ким // Новітні технології в освіті, науці та виробництві: збірник матеріалів І Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції, 18 квітня 2019 р. – Дніпро: Середняк Т.К., 2019. – С.46-49.

**Любименко О.М.** канд. физ.- мат. наук, доц., **Штепа О.А.** канд. тех. наук, доц., ДВНЗ «ДонНТУ», м. Покровськ, Україна

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОРОДА В ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФОРМЫ МЕТАЛЛА ПРИ НАКОПЛЕНИИ ВОДОРОДА**

*Аннотация.* Исследовали экспериментально влияние исходного содержания водорода на формоизменение пластины из сплава  $\alpha$ -PdH<sub>x</sub>. Установлено, что исходное содержание водорода в палладии влияет на величину максимального изгиба, время достижения максимума, на кинетику распрямления пластины и величину остаточного стационарного формоизменения. Показано, что было обнаружено сильное влияние исходного содержания водорода в пластине на достигаемый максимальный изгиб, который значительно уменьшается по сравнению с теми изгибами, которые наблюдаются при насыщении Pd-пластины, изначально не содержащей водород.

*Ключевые слова:* система палладий-водород, формоизменения, водородные-концентрационные напряжения, градиентный сплав.

В последние десятилетие увеличивается интерес к водороду как к горючему и энергоносителю. Это связано с его основными особенностями: водород – универсальный вид энергоресурса, он может использоваться в качестве горючего для производства электричества в рабочих циклах различного типа и в качестве энергоносителя для транспортировки в газообразном, жидком и связанном состояниях.

Вместе с тем, при переходе на водородное топливо появляются новые технические проблемы, связанные с хранением в химически связанном виде (гидриды), либо хранение с использованием управляемых процессов сорбции – десорбции водорода некоторыми интерметаллидными соединениями. Накоплением и хранение водорода в составе гидридов, используемых как промежуточный продукт с последующей генерацией водорода непосредственно в месте его потребления вызывает ряд вопросов, возникающих при взаимодействии водорода с металлами, для таких исследований используют классическую систему Pd-H. В условиях эксплуатации, когда палладий многократно подвергается водородному воздействию, в нем возникают водородные концентрационные напряжения [1], и если они не превышают предела пропорциональности металла, то в этой системе имеет место обратимое формоизменение образца, т.е явление водородоупругости. Для системы Pd-H при низких температурах (100°C–150°C) и невысоком давлении водорода (до  $1.1 \times 10^4$  Па) описано водородоупругое формоизменение пластины при одностороннем насыщении водородом [2]. Однако, нет информации об особенностях формоизменения сплава палладия с водородом при дополнительном одностороннем насыщении водородом в  $\alpha$ -область твердых растворов водорода в палладии при более высоких температурах.

Цель и задачи работы: выполнить и описать экспериментальное исследование для установления наиболее общие закономерностей

индуцированного водородом формоизменения сплава палладия с водородом при дополнительном насыщении водородом (в виде пластины) в более широком интервале давлений и при более высокой температуре.

Полученные экспериментальные результаты качественно хорошо согласуются с нашими данными [4-5], полученными в экспериментах при насыщении пластины палладия исходно не содержащей водорода. В описанных выше экспериментальных условиях максимальный изгиб пластины, в соответствии с развиваемой феноменологической моделью в работе [5,6], определяется параметрами сформировавшегося к этому моменту слоя градиентного самолокализованного упруго напряженного, когерентного сплава  $\alpha\text{-PdH}_n$  (слой 1) толщиной ( $h$ ) и удлинением ( $\Delta l$ ). Насыщаемую водородом и претерпевающую изгиб пластину можно рассматривать как состоящую из двух разнородных слоёв (пластинок). Из них одна (пластинка 1), прилегающая к входной поверхности, представляет собой автолокализованный слой градиентного сплава  $\alpha\text{-PdH}_n$  толщиной  $h_1$ , которая возрастает со временем. Этот слой насыщен водородом до концентрации, близкой к равновесной концентрации  $n_0$  при данных  $T$  и  $P_{H_2}$ . Другая (пластинка 2) практически не содержит водорода. Её толщина равна  $h_2 = h - h_1$ , где  $h = 0.27$  мм – это толщина исследуемой пластины.

Толщины пластинок 1 и 2 в момент достижения максимального изгиба можно оценить, принимая время формирования автолокализованного слоя градиентного сплава  $\alpha\text{-PdH}_n$  (пластинка 1) равным времени  $t = 9$  с, за которое достигается максимальный изгиб пластины. Пластинка 1 моделируется кривой 1 на рис. 2. из монографии [7], где дан обзор решений данной диффузионной задачи для нескольких значений  $k$  (показателя степенной концентрационной зависимости).

Можно полагать, что концентрация водорода в слое 1 в момент достижения пластиной максимального изгиба вполне соизмерима с величиной равновесной растворимости водорода в палладии ( $n \approx n_0$ ). Однако рост слоя 1 ( $\alpha\text{-PdH}_n$ ) в этот момент приостанавливается (тормозится) вследствие установления термо–баро–упруго–диффузионного (ТБУД) равновесия и удерживаться в течение нескольких секунд. Это макроскопическое проявление ТБУД–равновесия есть равновесие между упругосжатым слоем 1 и упругорастянутым слоем 2 максимально изогнутой пластины.

Путем смены условий и механизма диффузионного транспорта водорода в пластине слой 2 (палладий) начинает весьма медленно диффузионно насыщаться водородом с эффективным коэффициентом диффузии водорода, много меньшим истинного коэффициента диффузии водорода в палладии ( $D^* \ll D$ ) и как показывают эксперименты, пластина постепенно распрямляется с весьма малой скоростью (много меньшей скорости изгиба пластины) из-за «работы» сильного ТБУД-торможения ( $D^* \ll D$ ) и реализации временных ТБУД-равновесий между упруго сжатыми и упруго растянутыми слоями пластины [8]. О чем свидетельствует площадки, на которых изгиб прекращается, а затем очень медленно со временем изменяется.

Из экспериментальной части работы, видим что распрямление пластины

осуществляется до полной обратимости. После достижения стационарного состояния пластина обычно выдерживалась в водороде в течение дополнительного времени. Результаты этих экспериментов интересны тем, что сильного влияния исходно содержащегося водорода в пластинке, (т.е. когда можно рассматривать Pd-пластинку, как состоящую из сплава  $\alpha$ -PdH<sub>n</sub>), на достигаемый максимальный изгиб не было обнаружено по сравнению с теми, которые наблюдаются при насыщении Pd-пластины, не содержащей водород [4–6].

Понимания физических особенностей процесса проникновения водорода в металл, который многократно подвергается водородному воздействию и, в котором происходит постепенное накопление необратимых структурных изменений, накапливаются микротрещины и изменяются условия диффузионного транспорта водорода, требуется для совершенствования технологий эксплуатации металлических изделий в водородосодержащих средах.

Экспериментальное проявление формоизменения пластины показало, что сильного влияния исходного содержания водорода в пластине на достигаемый максимальный изгиб не было обнаружено по сравнению с теми изгибами, которые наблюдаются при насыщении Pd-пластины, не содержащей водород.

*Список использованной литературы.*

1. Progress in Hydrogen Treatment of Materials. – Donetsk–Coral Gables: Kassiopeya Ltd., 2001. P. 543.
2. Гольцов В. А. Установка, методика и результаты исследования водородоупругой деформации палладиевой пластины / В. А. Гольцов, Е. Н. Любименко, Ж. Л. Глухова // Физико-химическая механика материалов. – 2009. – Т. 45, № 5. – С. 55–60.
3. Гольцова М. В. Особенности формирования градиентного сплава палладий–водород и формоизменение палладиевой пластины в процессе одностороннего насыщения водородом / М. В. Гольцова, Е. Н. Любименко // Физика металлов и металловедение. – 2011. – Т. 112, № 4. – С. 393–403.
4. Гольцова М. В. Формоизменение палладиевой пластины при ее одностороннем насыщении водородом: влияние скорости роста давления газообразного водорода / М. В. Гольцова, Е. Н. Любименко // Физика металлов и металловедение. – 2012. – Т. 113, № 11. – С. 1073–1079.
5. Водородные концентрационные напряжения: термодинамическое описание и математическое моделирование / Ж. Л. Глухова, В. А. Гольцов, Т. А. Щеголева, Е. Н. Любименко // Металлофизика и новейшие технологии. – 2009. – Т. 31, № 3. – С. 333–342.
6. Gol'cov V. A., Latyshev V. V., Smirnov L. I. Diffuzija i rastvorimost' vodoroda v metallah i uporjadochivajushhihsja splava // Vzaimodejstvie vodoroda s metallami / Pod red. A.P. Zaharova. M.: Nauka, 1987. P. 105-142.
7. Жиров Г. И. Экспериментальное подтверждение явления термо-баро-упруго-диффузионного равновесия превращающихся фаз при гидридных превращениях / Г. И. Жиров, М. В. Гольцова // Физика металлов и металловедение. – 2002. – Т. 94, № 1. – С. 70–74.

**Мехтиев А.Д.**, канд.техн.наук, профессор, **Алькина А.Д.** магистр, ст.преподаватель, **Нешина Е.Г.**, магистр, ст.преподаватель  
Карагандинский государственный технический университет,  
г. Караганда, Казахстан

## **НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ**

*Аннотация.* В данной статье авторами представлена идея создания механического преобразователя солнечного излучения в электрический ток. В статье обобщен материал использования источников возобновляемой энергии в Казахстане, проведен анализ с существующими аналогами. Простота конструкции и высокая надежность являются достоинствами предлагаемой конструкции. Разработанный двигатель может быть использован в качестве привода электрического генератора, для энергообеспечения автономных потребителей. На основе проведенных исследований авторами установлено, что на КПД оказывает влияние разность температур между нагревателем и охладителем.

*Ключевые слова:* двигатель с подводом теплоты, солнечное излучение, электрическая мощность, коллектор, генератор.

Казахстан имеет значительный потенциал в развитии нетрадиционных возобновляемых источников энергии [1-3], продолжительность солнечного дня составляет 2200÷3000 часов в год, а излучение солнечной энергии равно 1100÷1800 кВт/м<sup>2</sup> в год, средняя мощность 130-180 Вт/м<sup>2</sup>. Значительные мировые запасы кремния в Казахстане в 24% создают значительные возможности по производству солнечных модулей [4].

Целью исследований является разработка механического преобразователя солнечного излучения в электрический ток на основе двигателя с внешним подводом теплоты (ДВПТ). Предварительный научный анализ литературы [5,6] показал, что в прошлом веке разработано множество модификаций двигателей с внешним подводом теплоты, работающих по циклу Стирлинга (ДС), с участием зарубежных фирм Philips, STM Inc., DaimierBenz, Solo, UnitedStirling. Есть ряд успешных проектов фирмы Philips использования ДС для преобразования солнечного излучения в электрический ток с КПД более 40 %, что пока не достижимо для современных фотоэлектрических модулей [7]. Для концентрации использовались параболические концентраторы различного диаметра до 6 метров. В конструировании ДВПТ был учтен значительный мировой опыт в данной области, но от использования солнечного концентратора с системой направленных зеркал пришлось отказаться, так как он имеет ряд существенных недостатков и, в первую очередь, его значительная стоимость. Также существует необходимость поворотной следящей системы и многое другое, что сделает солнечную электростанцию не доступной по стоимости для массового потребителя, особенно в сельской местности. Механический преобразователь солнечного излучения в электрический ток на основе ДВПТ должен быть простым по конструкции, надежным в эксплуатации и иметь низкую стоимость по сравнению с зарубежными аналогами. В качестве

источника тепла используется вакуумный коллектор. Автономная электростанция на основе механического преобразователя солнечного излучения в электрический ток с ДВПТ способна производить электроэнергию не только днем при солнечном свете, но вечером и ночью. Для этого необходимо использовать термоаккумулятор, утепленную емкость для формирования запаса горячей воды. Можно использовать один или два бытовых электрических водонагревателя емкостью 150 – 200 литров. Данная система может обеспечить горячее водоснабжение и отопление жилых помещений. Система отопления может быть комбинированного типа, например, когда твердотопливный или газовый котел и солнечный коллектор работают в паре. При этом солнечный коллектор является дополнительным источником тепла и необходим для экономии топлива, так как в зимний период времени солнечной энергии будет недостаточно.

В КарГТУ (г. Караганда) организована площадка по исследованию технических параметров и уровня адаптации солнечных модулей и коллекторов к климатическим условиям города Караганды, расположенного в центральном Казахстане, с резко континентальным умеренным климатом, географическое положение: 49°48' с. ш. 73°07' в. д. Проведены исследования солнечного коллектора, состоящего из 15 вакуумных трубок с медными тепловыми трубками (диаметр конденсатора 14 мм) с поглощающей площадью, равной 2,35 м<sup>2</sup>. Эффективность его работы лежит в пределах 70-80 %, это зависит от солнечной активности, температуры воздуха и времени года, также есть отличия у некоторых производителей, которые заявляют более высокий КПД. Проведенные исследования показали, что современные солнечные коллекторы способны производить при среднем показателе мощности солнечного излучения в 1000 Вт/м<sup>2</sup>, более 700 Вт/м<sup>2</sup> тепловой мощности. Соответственно, если создать ДВПТ с КПД в пределах 20%, то можно получить электрическую мощность синхронного генератора в пределах 0,1 кВт·ч. Учитывая коэффициент спроса и незначительные мощности бытовых электроприборов можно в какой-то мере обеспечить незначительные потребности сельского потребителя. Вся произведенная энергия может накапливаться в буфере накопителя, состоящем из автомобильных аккумуляторов мощностью от 100-300 А·ч, причем возможно использование уже не пригодных стартовых батарей дизельных грузовых автомобилей, которые уже не способны эффективно запускать двигатель в зимнее время [7].

Для достижения цели работы разработан механический преобразователь солнечного излучения в электрический ток на основе двигателя с внешним подводом теплоты. Изучив известные конструкции [6,7] известного двигателя Стирлинга, разработана собственная конструкция ДВПТ, а также создана компьютерная 3D модель, позволяющая отработать основные элементы конструкции, создать чертежи для его изготовления, приведенная на рис.1. В отличие от классической конструкции известного двигателя Стирлинга [6,7] представленный ДВПТ имеет значительный объем полости вытеснителя, объем которого более чем в 20 раз больше, чем объем рабочего поршня, это позволяет

ему работать на меньшей разнице температуры между нагревателем и охладителем. Данный ДВПТ разрабатывался для преобразования низкопотенциального тепла в механическую энергию, его отличием является отсутствие штока для механической связи с маховиком. Техническим решением является использование двух постоянных магнитов, расположенных на поршне и вытеснителе, которые притягиваются, когда рабочий поршень спускается в нижнюю часть цилиндра, тем самым вытеснитель притягивается к рабочему поршню. Когда поршень поднимается в верхнюю часть рабочего цилиндра, магнитная связь разрывается, вытеснитель падает вниз на поверхность нагревателя. В качестве рабочего тела используется воздух. Рабочий диапазон нагревателя лежит в пределах 50-150°С, что может работать, например, от геотермальных вод или нагретой воды в солнечные коллекторы.

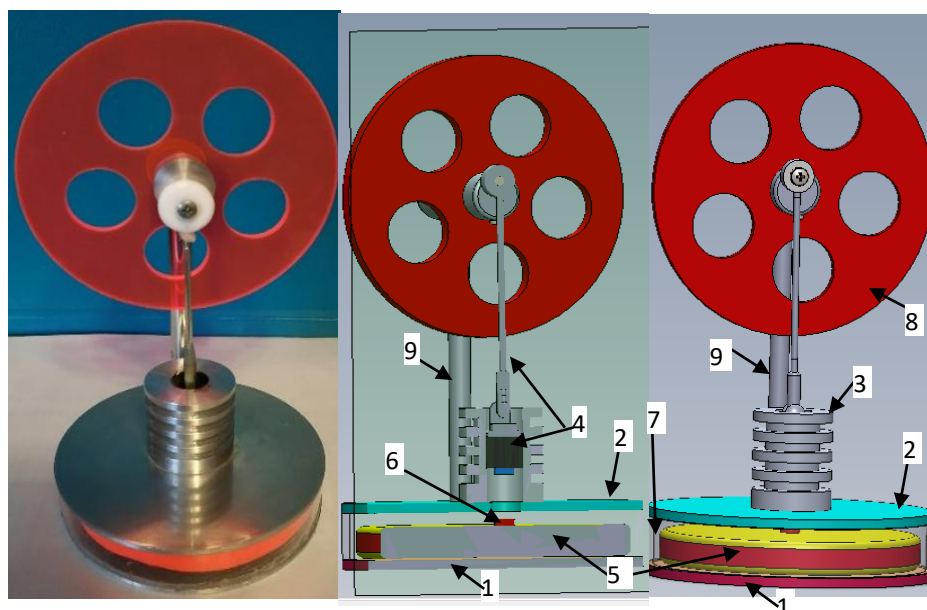


Рисунок 1 – Прототип теплового двигателя насоса и компьютерная 3D модель

ДВПТ состоит из нагревателя 1 и охладителя 2, которые выполнены из дюралюминия, являющиеся теплообменниками. На охладителе находится рабочий цилиндр 3, в котором перемещается рабочий поршень 4 со штоком и постоянным магнитом. Цилиндрический вытеснитель 5 выполнен из вспененного пенополистирола, сверху крепиться неодимовый магнит 6. Нагреватель и охладитель разделены кольцом 7 из стеклопластика, имеющим низкую теплопроводность, для того, чтобы высокая температура нагревателя не передавалась охладителю, что в последствии сделает работу ДВПТ не возможной. Для синхронизации работы поршня и вытеснителя используется маховик 8, который удерживается стойкой 9. Рабочий поршень выполнен из графита, что позволило снизить механические потери на трения поршня о стенки рабочего цилиндра. Маховик и разделительное кольцо 7 изготовлены из стеклопластика. Температура нагревателя поднималась не более 100°С, а охладителя удерживалась на уровне 23-25°С. Температура воздуха в помещении, где проводились испытания лабораторного образца 24°С. Объемы: вытеснителя 78 см<sup>3</sup>; рабочего поршня 1,7 см<sup>3</sup>. Регенератор не использовался [6],

так как конструкция сильно упрощена. Мертвый объем охладителя в пределах  $10 \text{ см}^3$ . Разность фазового угла для вытеснителя  $90^\circ$ . В качестве рабочего тела использовался воздух. Разработанный ДВПТ способен преобразовывать низкопотенциальную энергию горячей воды в механическую, а затем в электрическую и может быть использован в качестве привода электрического генератора, для энергообеспечения автономных потребителей. В качестве источника тепловой энергии используется солнечный коллектор, нагретая незамерзающая рабочая жидкость по подающему трубопроводу поступает в теплообменник нагревателя, где отдает свое тепло рабочему телу низкотемпературного механического преобразователя или ДВПТ. Рабочее тело, расширяясь, заставляет двигаться поршень в рабочем цилиндре, через кривошипно-шатунный механизм, поступательное движение преобразуется во вращательное движение маховика.

Анализ полученных PV диаграмм показывает, что разработанный ДВПТ имеет заметно меньшую площадь по сравнению с идеальным циклом Стирлинга [6,7] соответственно есть потери на механическое трение его деталей из-за не совершенства конструкции, что снижает его КПД. Пока достигнутый КПД лежит в пределах 6%, для его повышения необходимо снизить потери мощности на механическое трение и повысить давление рабочего тела. Проведенные опыты показали зависимость повышения вырабатываемой мощности генератором при повышении температуры нагревателя и понижении температуры охладителя, соответственно необходимо обеспечить хорошее охлаждение ДВПТ и съем тепла в системе охлаждения. Расчеты показали, что при той же мощности, что и двигатель внутреннего сгорания для ДВПТ понадобится радиатор охлаждения в 4-5 раз больший по площади, так как разница температур между нагревателем и охладителем в значительной мере влияют на КПД. На 1 Вт выработанной электрической энергии ДВПТ способен отдать 5 Вт тепловой. Проведены также замеры выходной мощности электрического генератора постоянного тока, на рис. 2 приведены графики зависимостей вырабатываемой мощности генератором от числа его оборотов и давления рабочего тела в цилиндре.

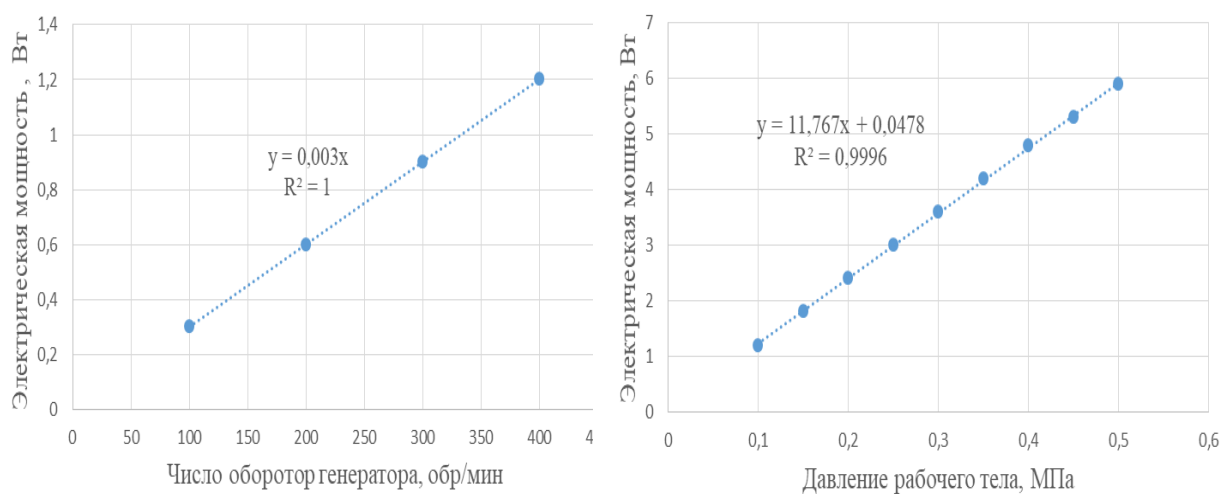


Рисунок 2 – График зависимостей вырабатываемой мощности генератора от числа его оборотов и от величины давления рабочего тела

КПД ДВПТ зависит от нескольких важных параметров указанных в [7,8], произведен расчёт КПД, согласно температуры нагревателя и холодильника, но наблюдается его зависимость от давления рабочего тела. В качестве рабочего тела использован воздух, который считается наименее эффективным рабочим телом [7]. Для повышения КПД ДВПТ в дальнейшей работе необходимо использовать смесь воздуха с насыщенным водяным паром, это позволит достичь следующих расчетных показателей сухого насыщенного пара: при  $T=150^{\circ}\text{C}$  давление  $P=0,5$  МПа, при  $T=200^{\circ}\text{C}$  давление  $P=1,5$  МПа, при  $T=300^{\circ}\text{C}$  давление  $P=8,5$  МПа. Использование данного рабочего тела позволит добиться большей отдаваемой мощности ДВПТ электрическому генератору. Опытный образец ДВПТ был изготовлен и испытан в Карагандинском государственном техническом университете в рамках проекта «Микро тепловая электростанция когерационного типа с рекуперацией тепла» (договор с Комитетом науки МОН РК №198-1).

Использование двигателя с внешним подводом теплоты для преобразования солнечного излучения в электрическую энергию является весьма перспективным. Использование воздуха в качестве рабочего тела является не оправданным, так как при его использовании массогабаритные размеры ДВПТ на единицу производимой мощности будут большими, чем у двигателей внутреннего сгорания. На КПД оказывают влияние разница температуры между нагревателем и охладителем, давлением рабочего тела, а также потери на трение в его механической части.

#### *Список использованной литературы*

1. Yurchenko A., Okhorzina A., Kozloff A. Autonomous Solar-Wind Power Forecasting Systems Advanced Materials Research. Advanced Materials Research. - 2015 - Vol. 1097. - p. 59-62.
2. Новости и аналитика Германии, России, Европы и мира [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dw.com> (дата обращения: 05.02.2020).
3. Официальный сайт компании KAZENERGY [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kazenergy.com> (дата обращения: 07.02.2020).
4. Солнечная энергетика [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 05.02.2020).
5. Юрченко А.В., Мехтиев А.Д., Алькина А.Д. Пути повышения эффективности солнечных электростанций. Монография. - Караганда: Изд-во КарГТУ, 2017. - 181 с.
6. Ридер Г. Двигатели Стирлинга /Пер. с англ. Ридер Г.Т., Хупер Ч.- М.; Мир, 1986 - 464 с.
7. Уокер Г. Двигатели Стирлинга / Пер. с англ. — М.: Мир, 1985.— 408 с.
8. Мехтиев А.Д., Югай В.В, Алькина А.Д. Многотопливные микротепловые электростанции для автономных систем энергосбережения. Монография. - Караганда: Изд-во КарГТУ, 2019. - 159 с.

**Гого В. Б.**, д-р техн. наук, проф., **Михайлов О. І.**, магістр,  
НН Індустріальний інститут ДВНЗ «ДонНТУ», м. Покровськ, Україна

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ШАХТНИХ ПІДЙОМІВ ЗАСТОСУВАННЯМ ТИРИСТОРНИХ ПРИВОДІВ**

*Анотація. Обґрунтовано напрямки підвищення енергоефективності роботи головних і допоміжних підйомів шахт України на основі впровадження тиристорних приводів, а також доведено необхідність удосконалення функціонуючих систем тиристорних приводів. Викладено аналіз та опис заходів з усунення недоліків у функціонуванні діючих систем управління шахтними підйомними установками.*

*Ключові слова: привід, тиристор, обмотка, шахтний підйом, електродвигун, швидкість, перетворювач.*

**Актуальність дослідження** зумовлена тим, що прогресивний розвиток вітчизняної вугільної промисловості потребує удосконалення енергетичної ефективності потужних шахтних підйомів, зокрема, застосуванням тиристорних приводів (ТП) підйомних установок (ШПУ). Відомо, що основним недоліком енергетичного забезпечення діючих систем управління шахтних підйомів є технічно застаріле обладнання, що потребує заміни на інноваційне, з вищим ККД та енергоефективністю.

**Сутність наукової задачі**, рішення якої викладається в статті, полягає у визначенні ефективних напрямів та обґрунтування заходів щодо впровадження та подальшого удосконалення ТП в системах ШПУ допоміжних підйомів на вугільних шахтах України на основі новітніх функціональних груп «тиристорний перетворювач – електричний двигун» (ТП-ЕД).

**Концепція дослідження** полягає у застосуванні властивостей ТП у системі ТП-ЕД з елементами ступінчатого регулювання швидкості обертання електродвигуна, як базисного функціонального параметру відносно визначальних факторів, таких як: потужність, напруга, ККД,  $\cos\phi$ , терміни експлуатації, безпека тощо.

**Мета дослідження** – визначити умови ефективного застосування тиристорних приводів для підвищення енергоефективності роботи шахтних підйомів.

**Наукові завдання**, що необхідні для досягнення мети, такі.

1. Виконати аналіз інформації з наукових досягнень, що стосуються новітніх ТП систем ШПУ підйомів сучасних вугільних шахт України.
2. Обґрунтувати та застосувати технічно ефективні ТП на основі функціональної групи ТП-ЕД
3. Визначити раціональні параметри і заходи для підвищення енергоефективності ТП в системах ШПУ, особливо в умовах глибоких шахт з глибиною стволу понад 1000 м.

**Об'єктами дослідження** є ТП систем ШПУ підйомів шахт.

**Предмет дослідження** – технічні характеристики та показники ТП для

систем ШПУ допоміжних підйомів шахт, що мають широкий діапазон варіацій швидкостей обертання ротору електродвигуна.

### Основна частина

Відомо, що на даний момент фактичний строк служби обладнання шахти, особливо ШПУ та їх систем управління, значно перевищує розрахунковий, і тому необхідна заміна застарілого обладнання на обладнання з більш оптимальними технічними характеристиками. Це особливо стосується обладнання, системи енергопостачання та системи управління допоміжних підйомів, наприклад, г. 545 м на ДП «ВК «Краснолиманська» [1]. Сутність роботи ТП полягає в тому, що система ТП-ЕД для ШПУ допоміжних підйомів має у своєму складі тиристорний перетворювач (ТП) та електричний двигун (ЕД), наприклад потужністю до 4 тис. кВт з робочою напругою до 6 кВ. Як варіант існує схема електричного однофазного кола «система ТП-ЕД», що наведена на рисунку 1 [2].

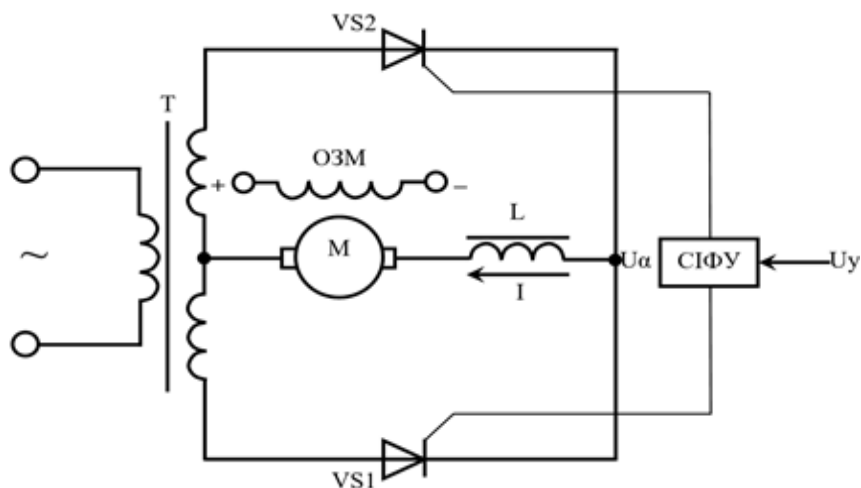


Рисунок 1 – Схема кола однофазного електричного струму блоку «Система ТП-ЕД»

На рисунку 1 умовно позначено такі складові та показники :

T – трансформатор напруги однофазного струму;

VS1, VS2 – тиристири з певними характеристиками;

L – дросель, що згладжує коливання у електричному колі;

O3M – обмотка збудження мотора ( електричного двигуна);

M – мотор (електричний двигун);

СІФУ – система імпульсно-фазового управління електричним колом;

$U_{\alpha}$  – напруга, що залежить від кута затримки відкривання тиристорів  $\alpha$ , В;

$U_y$  – напруга управління, що подається на СІФУ, В;

I – сила електричного струму, що виникає на моторі M, А.

Зауважимо, що у функціональній групі ТП-ЕД для двигуна сталого струму тієї ж потужності з незалежним збудженням, має рацію створити тиристорний перетворювач електричного струму. Тому функціональна схема кола для трифазного електричного струму у групі «система ТП-ЕД» має бути такою, що представлена на рисунку 2 [3].

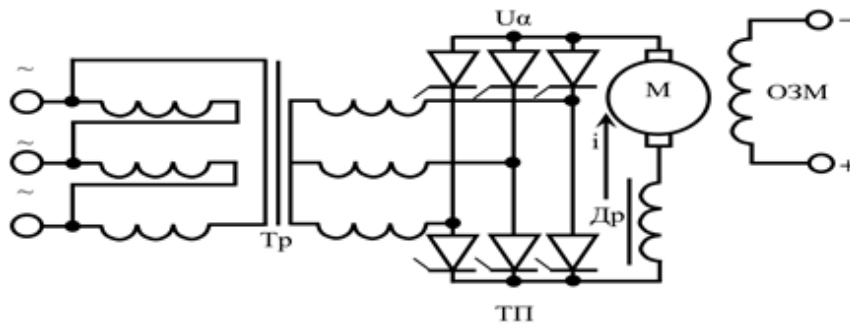


Рисунок 2 – Схема кола трифазного електричного струму «Система ТП-ЕД»

На рисунку 2 позначено такі складові та показники:

Тр – трансформатор напруги;

ТП – тиристорний перетворювач;

Др – дросель, що згладжує;

ОЗД – обмотка збудження електричного двигуна;

М – електричний двигун;

$U_\alpha$  – напруга, що залежить від кута затримки відкривання тиристорів  $\alpha$ , В;

$i$  – сила електричного струму, що виникає на двигуні М, А.

Аналітично визначаємо, що середнє значення випрямленої напруги для тиристорного перетворювача можна знайти за формулою:

$$U_d = \sqrt{2} \cdot U_2 \cdot \sin \frac{m}{\pi} \cdot \sin \frac{\pi}{m} \cdot \cos \alpha = U_{d0} \cos \alpha, \quad (1)$$

де  $U_2$  – діюче значення фазної напруги вторинної обмотки живильного трансформатора;  $m$  – число пульсацій випрямленої напруги;  $\alpha$  – кут затримки відкривання тиристорів;  $U_{d0}$  – максимальне значення середньої випрямленої напруги при  $\alpha = 0$ .

Використовуючи низку рівнянь динаміки ТП, рівняння рівноваги ЕРС у якірному колі, рівняння механічної характеристики двигуна у системі ТП-ЕД, а також рівняння руху електроприводу при жорстких механічних зв'язках, обґрунтовуємо таку структурну схему блок-компоновки електричного кола «Система ТП-ЕД», яка має вигляд, наведений на рисунку 3, аналогічний [4].

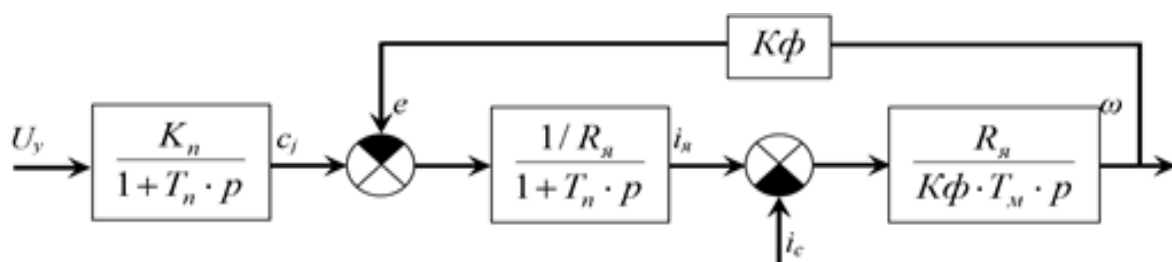


Рисунок 3 – Схема кола блок-компоновки «Система ТП-ЕД»

На рисунку 3 позначено такі складові та показники:

$K_n = \frac{E_d}{U_y} = const$  – коефіцієнт посилення ТП по напрузі, що

характеризується відношенням ЕРС ТП  $E_d$  до напруги керування  $U_y$ ;

$T_n = \frac{L_{\partial p}}{R_{\partial p}}$  – електромеханічна постійна часу ТП, що враховує дискретність,

запізнювання і наявність фільтрів в СІФУ – характеризується відношенням індуктивності дроселя, що згладжує  $L_{\partial p}$  до його активного опору  $R_{\partial p}$ ;

$p = -\frac{1}{T_n}$  – корінь характеристичного рівняння;

$e_d$  – діюче значення ЕРС ТП;

$e$  – амплітудне значення ЕРС ТП;

$R_{\text{я}}$  – електричний опір якірного кола двигуна;

$i_{\text{я}}$  – струм якірного кола двигуна;

$i_{\text{с}}$  – струм кола статора двигуна;

$K\phi$  – коефіцієнт, що характеризує кут зміщення фази напруги  $\phi$ ;

$T_{\text{м}}$  – механічна постійна часу ТП;

$\omega$  – швидкість холостого ходу електричного двигуна.

Важливо зазначити, що тиристорний перетворювач являє собою напівпровідниковий статичний перетворювач і є основним типом перетворювачів, що використовується в умовах дії ШПУ у вугільній промисловості, у регульованому електроприводі постійного струму.

Відомо, що тиристорний перетворювач має узгоджувальний трансформатор (Т), який має дві вторинні обмотки, два тиристори VS1 і VS2, згладжуючий реактор L і систему імпульсно-фазового управління тиристорами (СІФУ). Тиристорний перетворювач забезпечує регулювання напруги на двигуні М потужністю до 4 тис. кВт з напругою до 6 кВ за рахунок зміни середнього значення ЕРС перетворювача  $E_w$ . Це досягається регулюванням за допомогою системи СІФУ по сигналу  $U_y$  кута  $\alpha$  управління тиристорами VS1 і VS2, тобто кутом затримки відкриття тиристорів щодо моменту, коли напруга на їх анодах є позитивною.

Коли кут  $\alpha$  мінімальний, тобто тиристори VS1 і VS2 здійснюють двонапівперіодне випрямлення, до якоря двигуна М прикладається повна напруга. Якщо за допомогою СІФУ кут  $\alpha$  збільшувати, то ЕРС тиристорного перетворювача зменшуватиметься і обороти двигуна М знизяться.

Зважаючи на пульсуючий характер ЕРС перетворювача струм в колі якоря також є пульсуючим, що надає шкідливий вплив на роботу двигуна М, приводячи до погіршення умов роботи його колектора, додаткових втрат енергії і нагріву. Для зменшення пульсацій струму в коло якоря зазвичай включається згладжуючий реактор з обраною індуктивністю L від допустимого рівня пульсацій струму.

Слід зазначити, що головні переваги системи ТП-ЕД у порівнянні з іншими системами такі: висока енергетична ефективність, визначувана високим ККД трансформаторів (93...98%) електроприводу; плавність регулювання;

значний діапазон регулювання швидкості; стабільна дія тиристорного керування потужними електродвигунами потужністю до 4 тис. кВт і напругою до 6 кВ тощо.

Руховому режиму відповідає область в 1 і 3 квадратах, режиму динамічного гальмування відповідає характеристика, що проходить через початок координат при  $\alpha = \frac{\pi}{2}$ . Режиму противключення відповідає область,

укладена між віссю моментів і характеристикою динамічного гальмування. Режиму рекуперації відповідає область між віссю ординат у 2 і 4 квадратах і характеристикою динамічного гальмування (ДТ), що підтверджено у роботі [5].

**Практичне значення отриманих результатів** полягає у обґрунтованому прийнятті рішення щодо модернізації систем управління ШПУ допоміжних підйомів гірничих підприємств України на основі комплексного та технічно обґрунтованого застосування тиристорного приводу у функціональній групі «ТП-ЕД» для підвищення енергоефективності роботи вугільних шахт України.

**Очікуваний ефект від отриманих результатів** досягається шляхом застосування потужних та модернізованих ТП у новітній та функціональній групі «ТП-ЕД» на вітчизняних шахтах, що знижують енергопостачання та підвищують енергоефективність систем ШПУ допоміжних підйомів.

#### **Висновки та узагальнення результатів дослідження**

1. Умовою для підвищення енергоефективності роботи ШПУ допоміжних підйомів вітчизняних гірничих підприємств є застосування та модернізація приводів на основі регулювання за допомогою системи СІФУ по сигналу  $U_y$

2. Ефективність модернізованих ТП зростає зі збільшенням визначальних чинників: електричної потужності, електричної напруги, терміну експлуатації, ККД,  $\cos\phi$ , безпеки праці тощо.

**Загальні висновки і перспективи подальших досліджень.** Система управління «ТП-ЕД» має бути основою для модернізації підйомів вугільних шахт та інших енергоємних галузей в Україні. Тому для подальшого прогресу цього напрямку планується продовжити дослідження стосовно раціональної компоновки та оптимізації системи управління «ТП-ЕД».

#### *Список використаної літератури*

1. Гого В.Б., Михайлов О.І. Обґрунтування напряму підвищення ефективності систем шахтних підйомних установок. Науковий журнал «Молодий вчений». 2019. №2(66). С. 225.
2. Система «тиристорний перетворювач - двигун» (ТП-Д) : (теорія електропривода) [4Exam] / О. В. Донець // Бібліотечний вісник – 2011. – № 3. С. 33. – Режим доступу до роботи: [http://4exam.info/book\\_152\\_glava\\_33\\_3.12.\\_Sistema\\_«tiristornijj\\_peretvorjuvach\\_-\\_dvigun»\\_.html](http://4exam.info/book_152_glava_33_3.12._Sistema_«tiristornijj_peretvorjuvach_-_dvigun»_.html)
3. Система «тиристорний перетворювач - двигун» (ТП-Д) : (теорія електропривода) [Studopedia] / О. В. Донець // Бібліотечний вісник – 2011. – № 3. С. 19. – Режим доступу до роботи: [https://studopedia.ru/4\\_77327\\_sistema-tiristorniy-preobrazovatel--dvigatel-tp--d.html](https://studopedia.ru/4_77327_sistema-tiristorniy-preobrazovatel--dvigatel-tp--d.html)
4. Электротехника : [монография] / Борисов Ю.М., Липатов Д.Н., Зорин Ю.Н. ; под ред. Л.Е. Алекина. – М. : Печатный двор, 1984 – 553 с.
5. Перетворювач частоти синхронний високовольтний СМП-М-Р : (електричний привід) [ТехноРос] / В. В. Іванов // Бібліотечний вісник – 2011. – № 1. С. 1. Режим доступу до роботи : <http://www.technoros.spb.ru/vvpc-pcsv.html>

**Остренко Д.О.**, аспірант, **Колларов О.Ю.**, канд. тех. наук, доц.  
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»,  
м. Покровськ, Україна

## **АНАЛІЗ РОБОТИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ АВАРІЙНИХ РЕЖИМІВ В ЕЛЕКТРИЧНІЙ СТАНЦІЇ**

*Анотація:* В представленій статті проаналізовано та визначено архітектуру та алгоритм роботи інтелектуальної системи діагностики, що має мету передбачати та уникати можливих аварійних режимів в електричній мережі.

*Ключові слова:* Електрична станція, споживач електроенергії, Matlab, аварійний режим, система діагностики, моделювання, експертна система, якість електричної енергії.

Для того, аби розуміти, які ж процеси в електричній системі вважати за аварійні та власне скільки у кількісному значенні тих чи інших процесів до відповідних груп, необхідно переглянуту статистику аварійних режимів. Тож статистика за аварійним режимом [1] показує, що на тягових підстанціях відносна частота різних видів пошкоджень становить:

- трифазні короткі замикання - 3%,
- двофазні короткі замикання - 7%,
- однофазні замикання на землю - 45%,
- подвійні замикання на землю - 15%,
- аварійні випадки на випрямних блоках - 30%.

Важливо, що режими однофазного замикання на землю можуть бути стійкими або нестійкими. Нестійкі режими можуть бути з самоусуненням або переходити за певних умов в стійкі режими.

При дослідженні аварійних режимів застосовуються різні методи, але головні з них: власне експериментальні, математичні та фізичне. Математичне моделювання включає в себе складання рівнянь, що характеризують досліджувані аварійні режими, застосування їх на обчислювальних машинах або ПК.

Отже в даній роботі досліджується інтелектуальна система за допомогою математичного моделювання. Перевага математичного моделювання від експериментального (що застосовують в [2]) полягає в тому, що останні не можуть охопити широкий діапазон змін параметрів мережі та залишаться справедливими лише для даних конкретних умов. Для отримання досить повних відомостей потрібно величезний обсяг експериментів в різних точках мережі при зміні параметрів мережі, моменту початкового замикання і наступних розмикань і замикань в заданій послідовності і відповідної високовольтної комутуючої апаратури.

Відповідно до вище зазначеного необхідно зазначити, що **актуальність даної роботи** обумовлена метою:

1. забезпечити надійність енергетичної системи;
2. уникнути втрат енергії при електричній передачі від генерації.

Мета статті: Дослідити наявні способи створення експертної системи інтелектуальної діагностики для спостереження за якістю електричної енергії в електромережі. Порівняти та визначити їх основні переваги та недоліки.

Активно - адаптивна мережа являє сукупність підключених до генеруючим джерел і споживачам енергії елементів електричних мереж і систем управління, що включають:

- лінії електропередачі з керованим зміною характеристик;
- пристрої електромагнітного перетворення електроенергії з широкими можливостями регулювання параметрів, а також засоби накопичення і акумулювання енергії;
- комутаційні апарати з високою відключає здатністю і великим комутаційним ресурсом;
- датчики положення і поточних режимних параметрів;
- виконавчі механізми, що дозволяють в режимі реального часу впливати на активні елементи мережі, змінюючи її параметри і топологію;
- сучасні цифрові пристрої захисту та автоматики;
- інформаційну, технологічну та керуючі системи;
- швидкодіючу багаторівневу керуючу систему з відповідним інформаційним обміном для управління і контролю стану системи в цілому, її частин і елементів з різними часовими циклами для різних рівнів управління [3].

Для створення і розвитку інтелектуальної системи активно-адаптивною енергомережею необхідно виконати наступне:

- розробку та впровадження нових типів силового устаткування, яке додає активні електричної мережі активні властивості;
- створення нових систем та засобів релейного захисту, протиаварійної автоматики, діагностики обладнання;
- розробку нових систем і засобів обліку енергоресурсів;
- створення систем управління підстанціями нового покоління;
- розвиток існуючих, розробка і впровадження нових ієрархічних систем координації і управління перетіканнями потужності і регулювання частоти та автоматизованого управління генерацією;
- забезпечення нової якості моніторингу та захисту мереж від зовнішніх чинників;
- забезпечення моніторингу параметрів надійності та якості послуг, які надаються з передачі електроенергії. Також система передбачає надання електричної мережі принципово нових якостей.

Основні нові якості інтелектуальної системи:

Забезпечення рівного доступу будь-яких виробників і споживачів електричної енергії до послуг інфраструктури. Створення спеціальних інтерфейсів для уніфікованого і надійного підключення до мереж поновлюваних джерел енергії на умовах паралельної роботи в складі енергосистеми.

Участь в управлінні режимом роботи генерації, керованих елементів мережевої інфраструктури, споживачів електроенергії.

Забезпечення активної ролі споживачів електроенергії за рахунок їх оснащення інтелектуальними системами обліку з можливістю ситуативного управління попитом.

Забезпечення за рахунок застосування цих систем раціонального використання енергії в нормальних режимах і управління споживанням електроенергії з метою підтримки необхідних параметрів функціонування.

Наявність достатніх обсягів інформації про поточний стан електричної мережі та її елементів, про зовнішнє середовище, а також сучасної системи управління, що дозволяє в реальному часі обробляти вказану інформацію.

Забезпечення максимальної самодіагностики елементів, може використання її результатів в алгоритмах функціонування автоматичних систем режимного і протиаварійного керування.

Наявність розподілених та ієрархічних централізованих систем режимного і протиаварійного керування, заснованих на адаптивних алгоритмах реального часу.

Застосування швидкодіючих програм і обчислювальних ресурсів, що забезпечують як вироблення автоматичних керуючих впливів, так і надання рекомендацій (за допомогою експертних та інших систем) диспетчерського, оперативно - технологічного і ремонтному персоналу для реалізації керуючих впливів і проведення необхідних робіт.

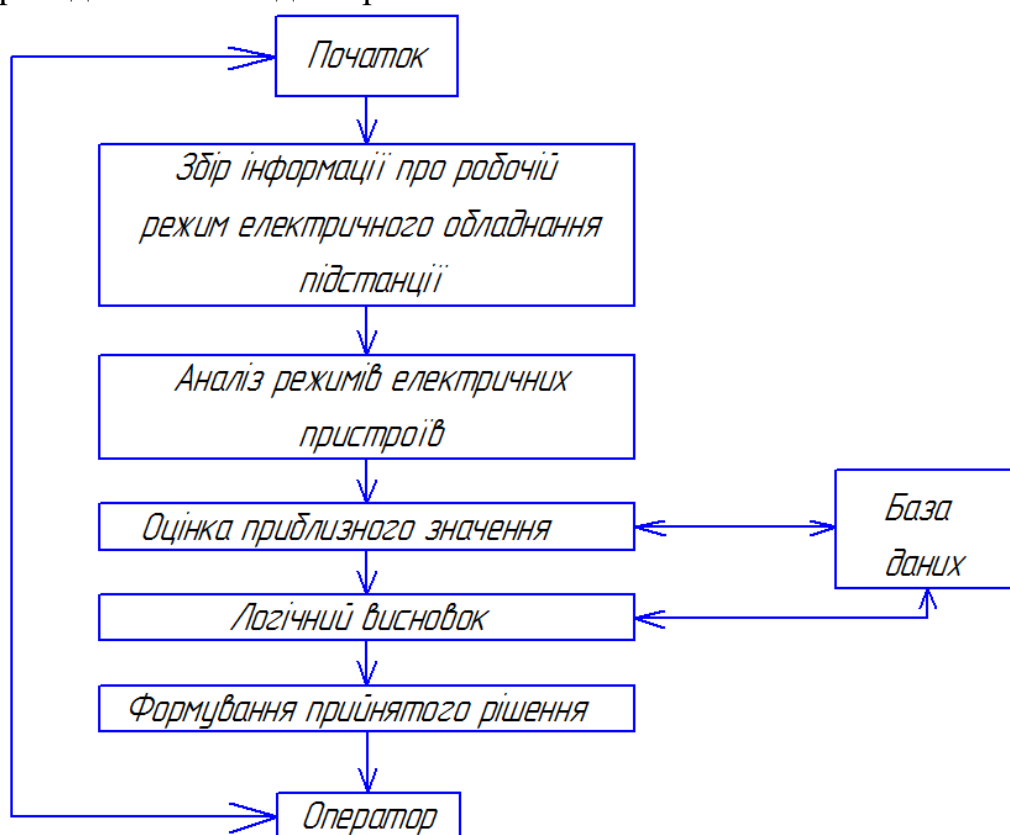


Рисунок 1 – Алгоритм функціонування експертної системи

Більш спрощено модель діагностики якості електричної енергії, що і дає змогу розпізнати аварійний режим, може виглядати як зображено на рисунку 2. Тут вхідними даними для системи діагностики якості електричної енергії є значення, які записані в базу даних системи. Основними діагностичними функціями є стохастична діагностика, визначення показників якості електроенергії, визначення динаміки показників та ідентифікація подій.

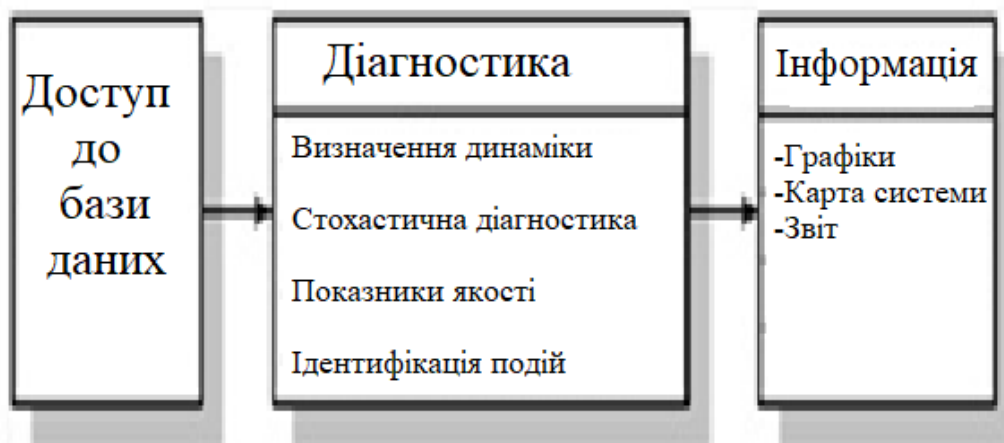
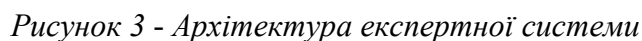


Рисунок 2 – Процес обробки даних в системі діагностики якості електричної енергії (СДЯЕ)

Отже, експертна система складається з наступних компонентів (рисунк 3):

- блок аналізу робочих режимів електричних обладнань;
- база даних;
- база знань;
- блок прийняття рішень з роз'ясненнями;
- блок логічного виведення; блок введення знань;
- блок формування робочих режимів обладнань;
- блок лінгвістичних аналізаторів;
- блок, що оцінює показники робочих режимів;
- блок інформації користувачів.
- оператор;



**Висновки.** В представлений роботі проаналізовано наявні експертні системи, які використовують в електричних мережах. Та розроблена узагальнена модель експертної системи та алгоритм за яким вона повинна працювати, в майбутніх дослідженнях планується змоделювати таку систему в програмному пакеті Matlab.

[1] Блінов І.В., Денисюк С.П., and Жуйков В.Я., *Інтелектуальні електроенергетичні системи: елементи і режими*, Національна академія наук України Інститут електродинаміки. Київ, 2014.

- [2] Лисенко В.А. and Сивокобиленко В.Ф., “Способи визначення пошкодженого приєднання в розподільних мережах напругою 6-35 кв,” *Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія Електротехніка і енергетика*, с. 16–22, 2017.
- [3] О. І. Стасюк, Л. Л. Гончарова, and В. Ф. Максимчук, “Методи організації інтелектуальних електричних мереж залізниць на основі концепції SMART Grid,” *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*, с. 30–37, 2014.
- [4] Сивокобиленко В.Ф. and Нікіфоров А.П., “Розробка узагальненої еквівалентної схеми морфологічного рівня розпізнавання перехідних процесів у розподільній електромережі Смарт-Грид. Частина 1. Синтез,” *Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія Електротехніка і енергетика.*, vol. №1(19) – 2(20)’, с. 47–56, 2018.

**Патокін Р.В.**, студент, **Нємцев Е.М.** ст. викладач  
Навчально-науковий індустріальний інститут ДВНЗ «ДонНТУ»,  
м. Покровськ, Україна

## **ВПЛИВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ГІРНИЧИХ МАШИН НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ МЕХАНІЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ**

*Анотація: В даній статті визначено вплив технічного обслуговування гірничих машин на ефективність роботи механізованих комплексів. Представлені основні негативні фактори в яких працює обладнання та проаналізовано зміну його стану. Приведені методи технологічного обслуговування гірничих машин, показана формула узагальненої оцінки відмов (УОВ), що може бути взята за основу для визначення потенційних відмов обладнання і визначення керуючих дії для унеможливлення або зниження вірогідності відмов. Поставлені основні задачі для науковців гірничої галузі та інженерно-технічних працівників підприємств.*

*Ключові слова: гірничо-геологічні умови, технологічний процес, експлуатаційні якості, планово-попереджувальний ремонт, узагальнена оцінка відмов, діагностика, частота виникнення пошкоджень, ступінь пошкоджень, ступінь можливості виникнення.*

Ефективна робота гірничих підприємств характеризується значними об'ємами видобувних і підготовчих робіт у підземних умовах. З цією метою використовують різного виду обладнання, підбраного для певних гірничо-геологічних умов [1].

У гірничій промисловості машини та механізми для видобутку корисної копалини є головною машиною технологічного процесу. Цей процес можна з деякими припущеннями вважати потоковою технологією, яка характеризується своєю послідовністю. При цьому гірниче обладнання піддається впливу різноманітних факторів, що визначають його задовільний технічний стан і можливість подальшого високопродуктивного функціонування [1].

Якщо при роботі виникають проблеми експлуатації, порушується весь технологічний процес – це зауваження призводить до необхідності регулярної профілактики обладнання.

Технологічний процес здійснюється шляхом виконання певних дій обслуговуючого персоналу та обладнання. До складу виробничого процесу входить не тільки монтаж і експлуатація обладнання але і роботи зі своєчасного планово-попереджувального ремонту. Дана робота передбачає знання і розуміння появи основних відмов обладнання, що можуть виникнути у процесі експлуатації.

Гірниче обладнання взагалі та гірничі машини зокрема, які вводиться в експлуатацію або було відремонтовано, знаходиться у стані оптимальної здатності до виконання функцій, покладених на неї. При цьому забезпечується закладена в його технічній документації продуктивність і підтримання високих експлуатаційних якостей на визначеному рівні [2].

У процесі експлуатації гірниче обладнання взаємодіє з навколишнім середовищем, а її елементи – між собою. Це може супроводжуватися взаємним

переміщенням деталей, коливальними процесами, тертям, нагріванням, хімічними перетвореннями, зміною фізичних параметрів і в крайньому випадку – виходом з ладу окремих деталей чи їх комплексів. Окремо необхідно зазначити, що на процеси, що протікають в гірничих машинах, особливий вплив здійснюють навколишнє робоче середовище, умови експлуатації та контроль робочих параметрів [3].

Видобувні комбайни іноді працюють у досить обводнених лавах і піддаються руйнівному впливу шахтних вод, відбувається корозія зовнішніх поверхонь, тепловий вплив на підшипникові вузли, абразивне зношення зубчатих передач, знижуються змащувальні властивості мастил, знижується електрична стійкість ізоляції та інше. Гірничі машини працюють в умовах високої запиленості, загазованості, самозаймання вугілля, що прискорює процес старіння полімерних матеріалів, гумових та металевих частин, що входять до їх конструкції. У окремі періоди роботи очисні та прохідницькі комбайни сприймають навантаження, що у 2 рази перевищують номінальні значення. Ці динамічні навантаження викликають втомлюване зношення деталей силових конструкцій гірничих машин [4].

Несправності, що можуть виникнути у процесі експлуатації, погіршують роботу очисних і прохідницьких комплексів, що може істотно впливати на якість видобутого вугілля, продуктивність та безпеку ведення робіт. Тому актуальним питанням є постійний моніторинг стану гірничого обладнання, вчасне здійснення планово-попереджувальних операцій, доведення до відома обслуговуючого та інженерно-технічного персоналу про поточний стан обладнання.

У теперішній час у якості моніторингу стану гірничого обладнання найбільш поширеним методом підтримання гірничого обладнання у належному стані є поелементна діагностика, на якість проведення якої впливають ряд факторів:

- контроль придатності до діагностування,
- зручність доступу до основних деталей та вузлів обладнання,
- зручність підключення засобів діагностики.

На практиці експлуатації гірничого обладнання та устаткування показує, що більшість обладнання є погано контрольованим та діагностованим по ряду параметрів.

Експлуатаційні витрати з підтримки належного технічного стану гірничого обладнання становить до 15% у собівартості видобутого вугілля. На сьогоднішній день можна виділити наступні методи технічного обслуговування гірничого обладнання: поточне реагування, планово-попереджувальний догляд, обслуговування за фактичним станом. При поточному реагуванні ремонт обладнання здійснюють за фактом виходу його з ладу, що може призвести до незапланованих простоїв та можливість створення аварійних ситуацій. Планово-попереджувальне обслуговування полягає у плануванні і проведенні технічного обслуговування з метою зниження ймовірності відмови обладнання. Успішна реалізація принципів планово-попереджувальних ремонтів забезпечує зниження експлуатаційних витрат більш ніж на 40% [5].

Обслуговування за фактичним станом полягає у виявленні стану обладнання шляхом вимірювання параметрів його роботи, виявленні наявних дефектів або таких, що розвиваються.

У теперішній час доцільним є застосування на вугледобувних підприємствах систем технічного обслуговування, які містять елементи всіх можливих підходів діагностування роботи обладнання і застосування методів аналізу відмов та їх профілактики.

Метод аналізу відмов та їх профілактики – це систематичний процес виявлення потенційних відмов елементів машин та технологічних процесів з метою мінімізації або виключення їх відмови [6, 7].

Зазначений метод може бути використаний у якості ефективного інструмента для підтримання працездатності гірничих машини. У перспективі необхідно розробити та запропонувати до застосування профілактичні заходи з обслуговування гірничих машин з метою запобігання їх можливих несправностей. При цьому обов'язковим є зосередження не лише на режимах відмов з найвищим рейтингом на основі пріоритетності відмови але і на всіх можливих режимах відмов – ігнорування навіть найменшого ризику може викликати проблеми збільшених витрат на ремонт або ліквідацію аварії.

Метод аналізу відмов та їх профілактика полягає в оцінці можливості виходу з ладу цілої системи, технологічного процесу чи механізму, який можна кількісно визначити виходячи з пріоритетних ризиків.

Застосування зазначеного методу сприяє підвищенню надійності роботи, покращує якість та підвищує безпеку роботи технологічного обладнання. Її можна використовувати для складання чи оптимізації плану технічного обслуговування.

У основі методу аналізу відмов та їх профілактики полягають наступні положення, значення яких засновані на статистичних даних [6, 7]:

- частота виникнення пошкоджень (Ч),
- ступінь або тяжкість пошкоджень (Т),
- ступінь можливості виявлення (В).

Узагальнену оцінку відмови (УОВ) машини, механізму або протікання технологічного процесу, з урахуванням вищезазначеного, можна визначити за наступною залежністю:

$$УОВ = Ч \cdot Т \cdot В \quad (1)$$

Розрахована УОВ може бути взята з основу для визначення потенційних відмов обладнання і визначення керуючих дій для унеможливлення або зниження вірогідності відмов.

Необхідним є попереднє визначення наслідків відмов – наскільки критична вона є з огляду на безпеки, чи можливе подальше функціонування системи і якими є наслідки з економічної точки зору.

Наступним кроком є створення алгоритму відмов, в основу якого покладено пріоритетність відмов. Для цього необхідно здійснити якісну класифікацію відмов, засновану на визначенні певних засад їх появи – за яких

умов відбулась відмова, чи був порушений режим безпеки, чи спрацювали пристрої захисту й інше [8].

При оцінці змінних, що входять до методу аналізу відмов та їх профілактики, необхідно враховувати ступінь тяжкості наслідків від виникнення несправностей у кожній гірничій машині з визначенням пріоритетності відмови. Найвище значення пріоритетності відмови отримаємо тоді, коли рівень тяжкості наслідків відмови має значний вплив на «простоювання» обладнання у ремонті [8].

При здійсненні діагностики основною задачею є визначення непрямого (опосередкованого) параметру, за проявом якого можна зробити висновок про стан обладнання. Також, при діагностиці можна зустрітися не з самим явищем дефекту, а його проявом у вигляді вібрацій, шуму, перегріву тощо.

Отже, зважаючи на швидкі темпи росту вугледобувної промисловості в Україні та її важливість для подальшого майбутнього країни, пріоритетною задачею серед науковців гірничої галузі та інженерно-технічних працівників підприємств є робота над тим, щоб механізовані комплекси працювали безвідмовно та забезпечували безперервний видобуток. Це вимагає зосередження на захисті гірничого обладнання від незапланованих виробничих впливів, а також неухильного дотримання вимог системи планово-попереджувальних ремонтів з урахуванням прогресивних досліджень у цьому напрямку.

#### *Список використаної літератури*

1. Горбатов П.А. Горные машины для подземной добычи угля: Учебн. пособ. для вузов / П.А. Горбатов, Г.В. Петрушкин, Н.М. Лысенко и др. – 2-е изд. перераб. и доп. – Донецк: Норд Компьютер, 2006. – 669 с.
2. Зайков В.И. Эксплуатация горных машин и оборудования: [учебник для вузов по направлению «Горное дело» и специальности «Горные машины и оборудование»] / В. И. Зайков, Г. П. Белявский: Московский государственный горный университет. – 3-е изд., стереотип. – Москва: Издательство МГУ, 2001. – 257 с.
3. Гетопанов В. Н. Горные и транспортные машины и комплексы: [учебник для вузов по специальности «Горные машины и оборудование»] / В. Н. Гетопанов, Н. С. Гудилин, Л. И. Чугреев. – Москва: Недра, 1991. – 304 с.
4. Михайлов Ю. И. Горные машины и комплексы: [учебник для вузов по специальности «Технология и комплексная механизация подземной разработки месторождений полезных ископаемых»] / Ю. И. Михайлов, Л. И. Кантович. – Москва: Недра, 1975. – 424 с.
5. Курбатова О.А., Павлюченко В.М. Монтаж и ремонт горных машин и электрооборудования: Учеб. пособие. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ. – 2004. – 286 с.
6. FMEA. Failure and Effect Analysis. Метод анализа дефектов и их последствий. Мастер-класс Розно М.И. – Нижний Новгород: ЗАО «Центр «Приоритет», 2009.
7. Fault tree-analysis (FTA) ІЕС 1025: 1990. Стандарт МЭК Анализ дерева неполадок, 1990 / перевод с франц., СИФ НТЦ ПБ-707. (ГОСТ Р 51901.13-2005 (МЭК 61025:1990). Менеджмент риска. Анализ дерева неисправностей).
8. Надежность горных машин: сборник научных трудов / Академия наук Украинской ССР, Институт геотехнической механики ; отв. ред. Е. Е. Новиков. – Киев: Наукова думка, 1985. – 154 с.

**Пономарьов П.Є.**, канд. техн. наук, доц.

Навчально-науковий професійно-педагогічний інститут Української інженерно-педагогічної академії, м. Бахмут, Україна

## **СУЧАСНИЙ СТАН І ПОДАЛЬШЕ ВИКОРИСТАННЯ ПЛ 500 КВ В УКРАЇНІ**

*Анотація: Вказані причини, що обумовлюють експлуатацію ліній з напругою 500 кВ у енергосистемі України. Проаналізовано сучасний стан цих ліній.*

*Ключові слова: повітряна лінія, підстанція.*

Основною функцією електричних мереж є передача та розподіл електричної енергії від джерел живлення до споживачів.

Об'єднання електричних мереж у єдину енергосистему дозволяє:

- підвищити надійності електропостачання;
- організувати сумісну та більш ефективну роботу електричних станцій різних типів;
- забезпечити гнучкість у використанні різних джерел енергії перш за все з більш дешевим паливом та ін.

Першою повітряною лінією (ПЛ) з напругою 500 кВ стала ПЛ «Куйбишев-Урал» введена в експлуатацію у 1959 році, а з 1964 року почалося формування системоутворюючої мережі 500 кВ на Європейській частині СРСР. Але на Україні з 1961 р. успішно йшло впровадження енергооб'єктів на номінальну напругу 330 кВ. Наступним етапом розвитку енергосистеми України став початок спорудження у 70-х роках магістральних ліній з напругою 750 кВ.

Експлуатація ПЛ 500 кВ в Україні пов'язана з спорудженням у 2004 р. підстанції (ПС) «Новодонбаська» яка разом з ПС «Перемога» стали основою транзитного коридору російської електроенергії до Північного Кавказу [1].

Одним із наслідків бойових дій, що відбувалися на території Донецької та Луганської областей, стало пошкодження багатьох ПЛ і підстанцій у тому числі і ПЛ 500 кВ «Донська-Донбаська», «Донбаська-Михайлівка», «Перемога-Шахти». Особливою проблемою для енергетичної системи стало утворення «Луганського енергоострову», який став єдиним потужним джерелом живлення для майже половини Луганщини [2]. У період 2015-2019 р. більша частина пошкоджень була відремонтована і зараз ситуація виглядає наступним чином (див. рисунок 1).

1. Для приєднання «Луганського енергоострову» до енергосистеми України було прийнято рішення про будівництво ПС 500/220 кВ «Кремінська» с заходами ПЛ 500 кВ "Донбаська - Донська" (ділянка довжиною 0,5 км) и ПЛ 220 кВ "Кремінська-Ювілейна", завершення якого планується у травні 2020 р.

2. Ділянка ПЛ «Донбаська-Михайлівка» що проходить через «лінію розмежування» залишається зруйнованою. Тому частина цієї лінії, що залишилась на підконтрольній Україні території була з'єднана з ділянкою ПЛ

330 кВ «Вуглегірська ТЕС – Михайлівка» і новоутворена ПЛ отримала назву «Вуглегірська ТЕС – Донбаська №3»



Рисунок 1 – Фрагмент карти ОЕС України [3]: 001–ПС «Михайлівка»; 008–ПС «Перемога»; 010–Вуглегірська ТЕС; 012–Луганська ТЕС.

3. ПЛ 500кВ «Перемога-Шахти» відремонтована, але не підконтрольна і використовується для постачання електроенергії з Росії до тимчасово окупованої території України.

Оскільки ПС 500 кВ «Кремінська» збудована і оснащена сучасним обладнанням немає сумнівів, що використання ПЛ 500 кВ в Україні продовжиться як мінімум на 25-30 років. Також усі ми сподіваємось на відновлення миру на сході країни і відновлення використання транзитних можливостей енергосистеми при постачанні електроенергії з європейської частини Росії до регіону Північного Кавказу.

#### Список використаної літератури

1. Объединенная энергетическая система Украины [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://energetika.in.ua/ru/books/book-4/section-2/section-3>
2. "Укрэнерго" повысит стабильность энергоснабжения севера Луганской области. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://www.unian.net/economics/energetics/1115605-ukrenergo-povyisit-stabilnost-energostonabjeniya-severa-luganskoy-oblasti.html>
3. Мережі Укрэнерго. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://ua.energy/about/merezhi-ukrenergo/>

**Романуша В. А.**, канд. физ.-мат. наук, доц.

Учебно-научный профессионально-педагогический институт  
Украинской инженерно-педагогической академии, г. Бахмут, Украина

## **ВИБРОГРОХОТ С СЕДЛОВИДНОЙ ФОРМОЙ ПРОСЕИВАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ**

*Аннотация. Рассмотрены проблемы тонкого грохочения и возможные пути их решения. Приведены результаты грохочения на высокочастотном виброгрохоте со слабовыраженной седловидной просеивающей поверхностью.*

*Ключевые слова: грохот, классификация, форма ситовой поверхности.*

Проблема повышения эффективности виброгрохотов и совершенствования их конструкции является актуальной задачей. Почему для грохотов, которые без проблем справляются с рассевом по границе 3-5 мм, задача отсева по меньшим границам крупности является нерешаемой?

Проблема в том, что между частицами просеиваемого материала, а также между частицами и просеивающей поверхностью действуют силы сцепления [1]. Причиной их может быть наличие влаги, вязких включений или заклинивание частиц в ячейках сита. Эти силы можно преодолеть за счет сил инерции частиц при воздействии на них вибрирующего сита. Пока масса частицы большая, достаточно небольшого ускорения, чтобы частицу за счет ее инерции стряхнуть с сита или разорвать связи с соседними частицами. При уменьшении размера ячейки сита и тех же параметрах вибрации просеивающей поверхности наблюдается «порог», ниже которого происходит интенсивный «засев» сита.

Для тонкого грохочения просеивающая поверхность грохота должна вибрировать с высокой частотой, чтобы сообщать частицам большую скорость изменения импульса, превышающую силы связи. Поэтому ситовая поверхность должна иметь большой коэффициент жесткости. Во всех известных грохотах этого достигают увеличением натяжения сетки. Но так как с уменьшением ячейки сетки уменьшается и диаметр проволоки, из которой она сделана, ресурс этот ограничен.

Жесткость сита можно увеличить, если сделать его таким образом, чтобы каждая его точка была седловой [2], т.е. придав ситовому устройству слабовыраженную седловидную форму (рис. 1).

При этом сито будет жестким в обоих направлениях. Высокочастотные колебания малой амплитуды распространяются по такому ситовому устройству в десятки раз дальше от точки возбуждения. Следовательно, нужно меньше вибраторов, и сетка служит дольше, так как нет необходимости в больших амплитудах колебаний сита. Изменение формы просеивающей поверхности сита грохота с плоской на седловидную дает ряд новых возможностей при подборе вибраторов, решении вопроса о передаче вибрации просеивающей поверхности, проще решается вопрос о равномерном натяжении сита по всей

поверхности, в том числе и вдоль кромок сита. Например, при увеличении натяжения в поперечном сечении увеличивается прогиб в продольном сечении, что приводит к увеличению натяжения также и в продольном направлении. При этом увеличивается жесткость в каждой точке сита.

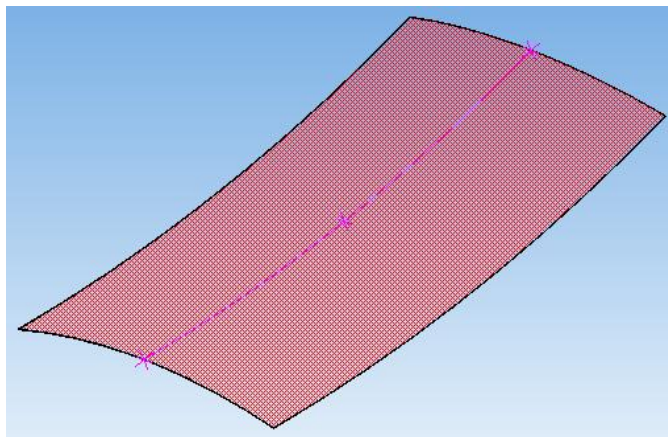


*Рисунок 1 – Форма просеивающей поверхности виброгрохота*

Также упрощается передача колебаний от вибраторов ситовой поверхности грохота. С выпуклой стороны сита с помощью натяжного устройства натягиваются струны, которые охватывают поверхность сита и прижимают к нему корпус вибратора, обеспечивая хороший контакт вибратора с ситом. Кроме того, струна возбуждает колебания по всей ширине сита [3]. Это позволяет также уменьшить количество вибраторов на единицу площади сита. При применении малогабаритных пневматических вибраторов их корпус закрепляется на струнах либо прямо на сите. Отметим, что такой способ не может быть реализован для плоского сита. При тонкой классификации возможно использование подситника седловидной формы, который передает колебания слаботянутой просеивающей сетке, которая может быть изготовленной также из полимерных материалов. В этом варианте вибраторы монтируются на подситнике.

Такой грохот с двумя ситами был испытан в производственных условиях ГПО «Артемсоль» при отсеивании каменной соли по границам 0,8 мм и 0,2 мм. Основные параметры грохота: площадь просеивающей поверхности каждого сита – 1,4 м<sup>2</sup>, частота вибраторов – до 700 Гц, амплитуда – 0,5 мм, амплитуда ускорения сита до 9000 м/с<sup>2</sup> (до 900 g). При производительности грохота 25 т/ч продукты отсеивания соответствовали требованиям ДСТУ 3583-97 к грансоставу соли помола № 0 сеянной.

#### *Список использованной литературы*

1. Schmidt P. Probleme der Feinabsiebung. Aufbereitungs-Technik. – 1975, Y16. – № 2. – P 72-75.
2. Патент України на винахід № 86671, МПК (2009.01) кл. B07B 1/48. Сито грохота / В.О. Романуша, В.О. Горб, О.І. Шистко, І.Я. Лізан; заявл. 21.06.2007; опубл. 12.05.2009, Бюл. № 9.
3. Патент України на корисну модель № 54780, МПК (2009) кл. B07B 1/00, B07B 1/46. Вібратійний грохот / В.О. Романуша, В.О. Горб, О.І. Шистко; заявл. 11.05.2010; опубл. 25.11.2010, Бюл. № 22.

**Сичук В. А.**, канд. техн. наук, доц., **Ткач С. М.**, **Петрик Б.В.**, магістри,  
Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна

## **ПЕРЕОБЛАДНАННЯ ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНОГО ВЕРСТАТА МОДЕЛІ 16У03П ПІД АВТОМАТИЗОВАНЕ ФУНКЦІОНУВАННЯ**

*Анотація. Необхідність модернізації металорізальних верстатів запроваджуючи на них систему ЧПУ є досить актуальною задачею на сьогодні. Виконання таких задач може значно розширити функціональні можливості обладнання, підвищити його продуктивність, сприяти отриманню науково-практичних навичок виконавцю робіт щодо модернізації. В роботі представлено практичний досвід у впровадженні системи ЧПУ на токарно-гвинторізному верстаті 16У03П*

*Ключові слова:* числове програмне керування, кроковий двигун, частотний перетворювач, токарно-гвинторізний верстат, модернізація.

Безперервний розвиток світового верстатобудування вимагає застосування систем числового програмного керування. На підприємствах та навчальних закладах України накопичилася велика кількість відносно застарілих металорізальних верстатів механічна частина яких в досить пристойному стані, а от системи керування або застарілі, або взагалі відсутні. Оскільки таке обладнання можна відновити або модернізувати, тому тематика представленої наукової роботи є актуальною на даний час оскільки частково вирішує проблематику описану вище.

Мета роботи полягає в розробці методики впровадження системи ЧПУ металорізального верстата та практичної її реалізації на верстаті 16У03П.

Завдання наукової роботи полягає в модернізації металорізального верстата 16У03П шляхом імплементації системи числового управління ним. Також розроблена методика може бути застосована при аналогічній модернізації і інших металорізальних верстатів. Виконання наукової роботи відбувалося із застосуванням сучасного CAD/CAM програмного забезпечення. При виготовленні необхідних деталей застосовувалися токарні, фрезерні, свердлильні верстати. Точність роботи верстата перевірялася індикатором годинникового типу ІЧ.

Для виконання модернізації перш за все було перероблено кінематичну схему верстата (рис. 1) з метою приєднання до нього крокових двигунів, частотного перетворювача, що керує обертами шпинделя через двигун, видалення вузлів верстата, без яких можна обійтися (варіатор, коробка подач і т.д.) враховуючи впровадження системи ЧПУ.

Для забезпечення руху різця за осями X та Z використовувалися крокові двигуни Нема 23 моделей 57HS7630A4 та 103N7126-3241. Для забезпечення обертального руху шпиндельного вузла було застосовано штатний асинхронний електродвигун моделі АОЛ2-12-4, що керується частотним перетворювачем, який надає двигуну необхідну кількість обертів з необхідним під час здійснення процесу обробки обертальним моментом.

Варто відмітити, що для приєднання, крокових двигунів M1, M2 та

асинхронного двигуна були розроблені спеціальні силові кронштейни, які приєднувалися у відповідні частини верстата.

Для впровадження системи ЧПУ також було розроблено електричну схему (рис. 2) згідно якої універсальний токарно-гвинторізний верстат перетворюється на автоматизований.

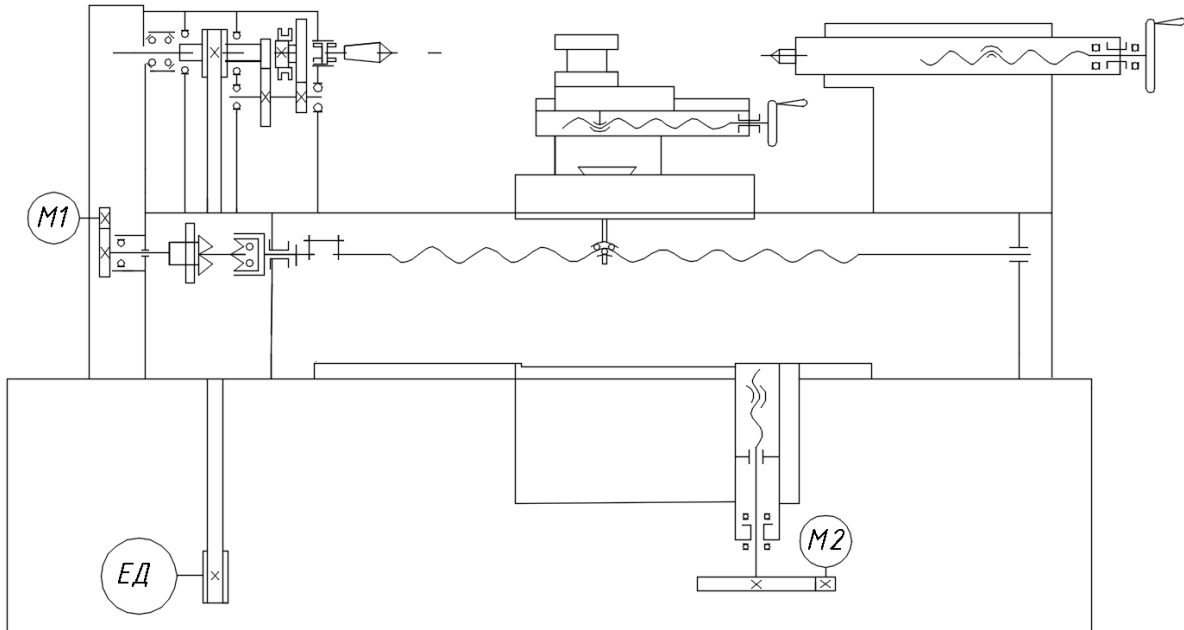


Рисунок 1 – Модернізована кінематична схема токарно-гвинторізного верстата моделі 16У03П

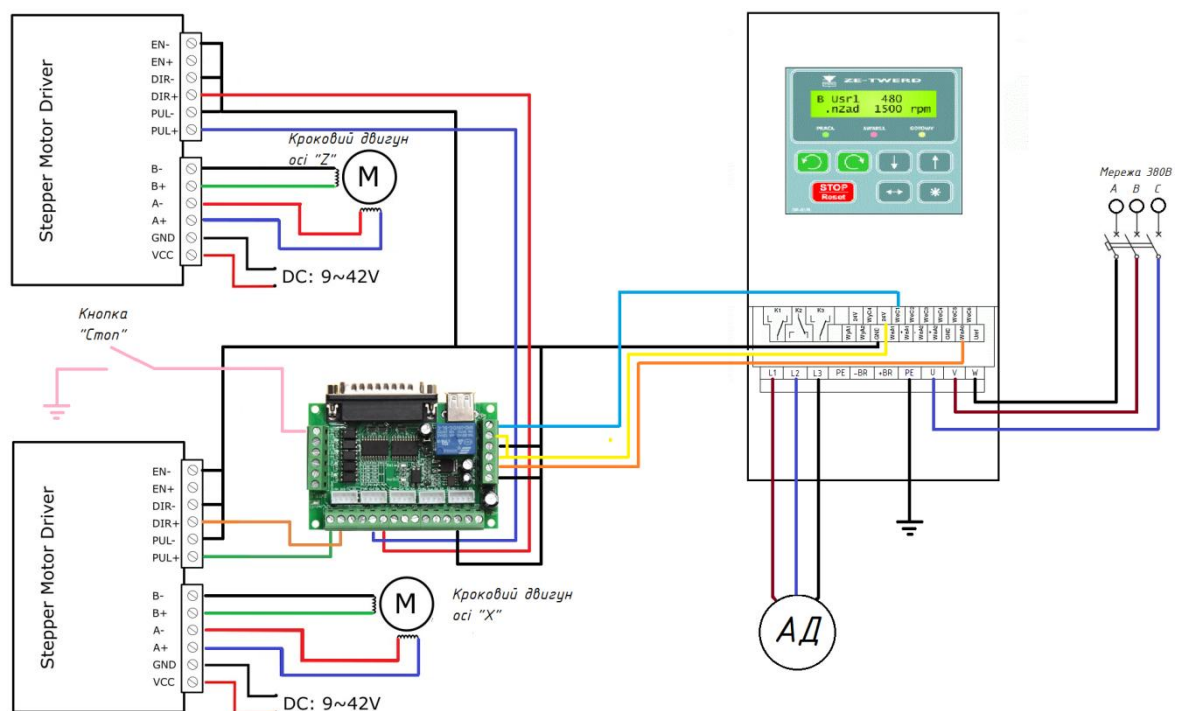


Рисунок 2 – Розроблена електрична схема приєднання плат ЧПУ-комплексу токарно-гвинторізного верстата моделі 16У03П

Крокові двигуни було приєднано до драйверів TB67S109AFTG, які в свою чергу були приєднані, до блока живлення 36В та до інтерфейсної плати BL-MACH-V1.1, яка вже було приєднана до звичайного персонального комп'ютера на якому встановлено програмне забезпечення Mach3. Асинхронний електродвигун моделі АОЛ2-12-4 приєднано до частотного перетворювача MFC 710, який в свою чергу приєднаний до мережі 380В та до інтерфейсної плати через яку персональний комп'ютер керує роботою шпинделя за допомогою програмного забезпечення згаданого вище.

Здійснивши усі монтажні (рис. 3), налагоджувальні, програмувальні роботи модернізований токарно-гвинторізний верстат може виконувати обробку в автоматизованому режимі. Для цього можна користуватися різноманітним САМ програмним забезпеченням таким як FeatureCAM, SolidCAM, MasterCAM та багатьма іншими які здатні генерувати G-код згідно якого здійснюється задана обробка.

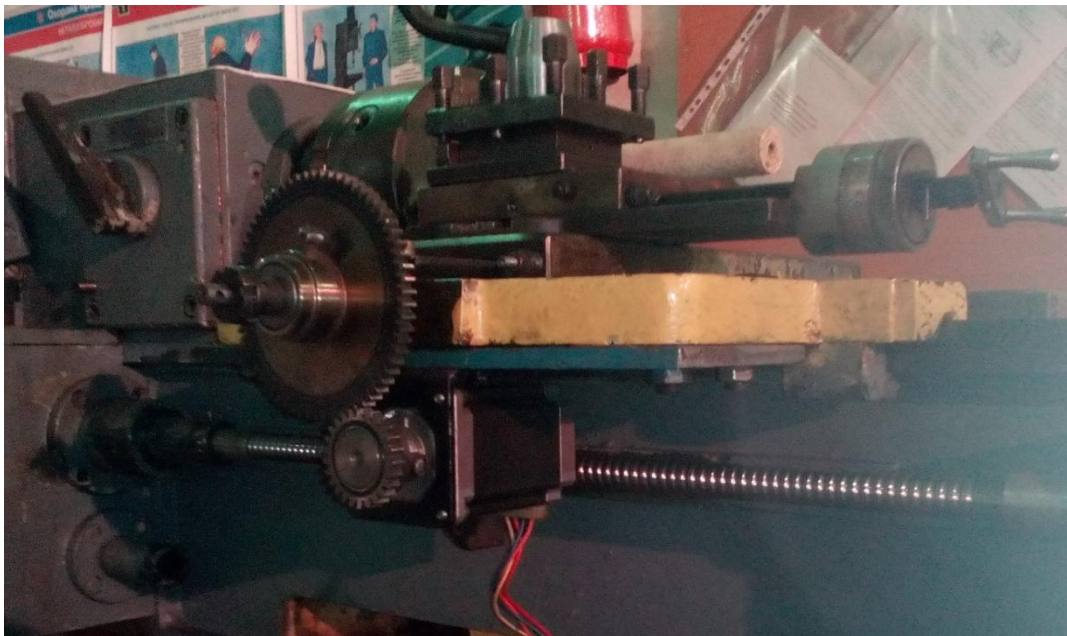


*Рисунок 3 – Загальний вигляд фрагменту модернізованого верстат 16У03П*

Успішну методику щодо впровадження системи ЧПУ можна застосовувати і для інших груп та сімейств верстатів та взагалі до різноманітного технологічного обладнання.

#### *Список використаної літератури*

1. Васильков Д. В. Электромеханические приводы металлообрабатывающих станков. Расчет и конструирование / Д. В. Васильков, В. Л. Лейц, А. Г. Схиртладзе., 2010.
2. Векторний перетворювач частоти MFC [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [http://www.twerd.pl/ru/mfc710-690v\\_produkty.html](http://www.twerd.pl/ru/mfc710-690v_produkty.html).
3. Клевцов А. В. Преобразователи частоты для электропривода переменного тока / А. В. Клевцов., 2008. – 224 с.
4. Характеристики драйвера TB67S109AFTG [Електронний ресурс]. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <https://toshiba.semicon-storage.com/info/docget.jsp?did=14642&prodName=TB67S109AFTG>

**Сьомак О.М.**, здобувач кафедри

Державний університет «Житомирська політехніка», м. Житомир, Україна

## **АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ ГАЗОВОЇ ТА НАФТОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТЕЙ УКРАЇНИ**

*Анотація. У структурі промисловості України вагому питому вагу займає видобувна галузь, саме тому її ефективний розвиток набуває першочергового значення, адже Україна має значний потенціал по запасах природних ресурсів, які здатні забезпечити обсяги споживання і експорту та займає лідируючі позиції за багатьма видами продукції добувної галузі. Починаючи з 2014 року, у зв'язку з воєнним конфліктом на сході країни та окупацією території Автономної Республіки Крим, видобувна галузь втратила свої позиції. Однією з найбільших проблем є нестача паливно-енергетичних ресурсів тому дослідження аналізу нафтової та газової промисловостей є особливо актуальним на даному етапі економічного розвитку країни.*

*Ключові слова: газова промисловість, нафтова промисловість, видобувна галузь, економічний розвиток країни.*

Україна має значний потенціал по запасам природних ресурсів, які здатні забезпечити обсяги споживання і експорту. Україна займає лідируючі позиції за багатьма видами продукції добувної галузі.

Більшість сучасних видобувних підприємств є містоутворюючими і головними постачальниками податків на усі рівні бюджету. Так само видобувні підприємства забезпечують роботою більшість населення. Держава повинна співпрацювати і всіляко спонсорувати цю галузь промисловості. Данна галузь відноситься до прогресивних, вона прискорює науково технічний прогрес у всьому народному господарстві. Від розвитку цієї галузі залежить ефективність суспільного виробництва.

Однак, сучасний стан економіки країни показав, що організації добувної промисловості не готові до негативних тенденцій економічного спаду.

Майже у всіх видах добувної галузі в 2018 році спостерігається зменшення виробництва в порівнянні з 2013 роком.

Вважаємо за доцільне дослідити сучасний стан видобутку нафти на газу в Україні, адже на сьогоднішній день проблема енергетичної безпеки є особливо актуальною для країни, у зв'язку з залежністю від поставок нафтопродуктів з Білорусі та Росії.

За даними Державної служби статистики України [2] Виробництво нафти у 2018 році зменшилося на 0,6 млн.т в порівнянні з 2013 роком. Основною причиною цього є зменшення попиту на неї. Більшість нафтопродуктів імпортується до України з Білорусі, Литви, Російської Федерації, Польщі тощо.

Нарощування обсягів власного видобутку нафти стримується такими негативними факторами, як вичерпання достовірних нафтових запасів, важка доступність розробки родовищ (дві третини запасів розташовані на глибинах більш 2,5 км), технологічна відсталість нафтовидобувної промисловості, недостатні обсяги розвідувального буріння, зволікання з пошуком і освоєнням нових родовищ, зокрема на шельфі Чорного і Азовського морів. На підвищення

ефективності переробки нафти негативно впливають такі фактори, як фізичне зношення та технологічна відсталість основних фондів нафтопереробки, відсутність відповідного фінансування та стимулювання проведення реконструкції та модернізації виробництва, значна залежність НПЗ від монопольних поставок нафти із Росії та скорочення обсягів поставки, низька конкурентоздатність продукції НПЗ, яка не відповідає європейським стандартам якості [1].

Найбільшим підприємством, яке сьогодні займається видобутком нафти і газу є Національна акціонерна компанія «Нафтогаз України». Вона видобуває близько 90% нафти і газу в Україні. До її складу входять такі дочірні компанії: ДК «Укргазвидобування», ВАТ «Укрнафта» та ДАТ «Чорноморнафтогаз».

Газовий конденсат природний, одержаний з родовищ газу природного в 2018 році скоротився на 0,2 млн.т, а газ природний скраплений або в газоподібному стані – на 0,5 млрд.м<sup>3</sup> в порівнянні з 2013 роком.

У 2018 році в Україні було видобуто 21,3 млрд куб. м газу (в 2017 році – 20,5 млрд куб. м). Збільшення видобутку газу у порівнянні з 2017 роком склало 0,8 млрд куб. м, або близько 2%.

Найбільшим виробником газу в , Україні є АТ «Укргазвидобування», на яку припадає майже 75% внутрішнього видобутку газу.

Відповідно до Державного балансу запасів корисних копалин, в Україні налічується 402 родовища вуглеводнів, з яких у промисловому розробленні знаходяться лише 269. За попередніми даними, розвіданих запасів за нинішніх темпів видобутку вистачить на 22 роки. Головна проблема полягає в тому, що 85% нафтових і 77% газових родовищ майже відпрацьовані [3]. Тому для даної галузі важливим стає питання залучення інвестицій для проведення геолого-розвідувальних та промислових робіт.

Отже, було досліджено, що за останні п'ять років стан видобувної галузі погіршився. З 2014 року зменшилися показники у всіх видах промисловості, в тому числі нафти та газу. Для покращення ситуації першочерговим завданням має стати припинення воєнного конфлікту на сході України. Також важливими факторами, що стримують розвиток галузі є залучення іноземних та вітчизняних інвестицій. Для залучення інвестицій у добувну галузь необхідно створити сприятливі умови, зокрема: забезпечити належну фінансово-кредитну підтримку, розробити механізм із залучення інвестиційних коштів ЄС у нафтову та газову промисловість України.

#### *Список використаної літератури*

1. Артюх Т. М. Стан та проблеми розвитку ринку продуктів нафти в Україні / Т. М. Артюх, В. В. Федій, І. В. Григоренко // Товарознавчий вісник. - 2016. - Вип. 9. - С. 6-14. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tvis\\_2016\\_9\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tvis_2016_9_3)
2. Державна служба статистики. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
3. Розвіданих запасів газу в Україні вистачить на 22 роки видобутку / УНІАН. URL: <https://economics.unian.ua/energetics/2343367-rozvidanih-zapasiv-gazu-v-ukrajini-vistachit-na-22-roki-vidobutku.html> (дата звернення: 03.06.18).

**Шевченко В.В.**, канд. тех. наук, доцент, професор кафедри,  
**Петренко М.Я.**, канд. тех. наук, доцент, доцент кафедри,  
**Шевченко А.С.**, магістр економіки, медицини та педагогіки,  
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,  
Українська інженерно-педагогічна академія,  
м. Харків, Україна

## **«ЗЕЛЕНИЙ ТАРИФ» В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ УКРАЇНИ. СОЦІАЛЬНА СПРАВЕДЛИВІСТЬ, ЕКОНОМІКА ТА МІЖНАРОДНЕ ПРАВО**

*Анотація. Рік (з квітня 2019 року) в Україні триває політична боротьба навколо «зеленого тарифу», який намагаються скасувати як збитковий для бюджету держави. Зміни в державній підтримці «зеленого тарифу», що пропонуються, впливають на подальше втілення відновлюваних джерел енергії в загальну електроенергетику країни, тобто на розвиток екологічних програм; його відміна приведе до збитків громадян, які встановили приватні сонячні та вітрові станції. Внаслідок непослідовної політики у питаннях «зеленої енергетики» держава несе репутаційні втрати та набуває ризиків відшкодування збитків інвесторам.*

*Ключові слова: електроенергетика України, відновлювальні джерела енергії, «зелений тариф», політичні скандали, соціальна справедливість.*

У квітні 2019 року Міністерство енергетики та вугільної промисловості України пролобіювало [1] зміни до законодавства щодо регулювання вироблення електричної енергії від відновлюваних джерел енергії, що значно обмежує розвиток приватних електрогенеруючих установок, що виробляють електроенергію та продають державі за «зеленим тарифом». Міністерство аргументувало свою позицію наступним:

- «домашня» електроенергія впливає на загальну якість електроенергії в мережі, сприяє значним відхиленням напруги і частоти від номінальних параметрів;

- 7,5 тис. домогосподарств поставили приватні сонячні електростанції (СЕС) загальною потужністю 160 МВт і це "переросло у високорентабельний бізнес", тобто власники приватних СЕС заробляють на споживачах електроенергії, обмежують державну підтримку інших виробників електроенергії. Поміж рядків багато аналітиків прочитали «...замість купувати електроенергію у ДТЕК Ріната Ахметова» [2].

Закон України №8449-д у редакції 25 квітня 2019 року [3]:

- дозволяє установлювати домашні сонячні електростанції лише на дахах, фасадах будівель та інших капітальних спорудах, але не на землі;

- обмежив потужність домашніх СЕС до 50 кВт;

- дозволив виплати виробникам кошти за «зеленим» тарифом лише з тієї частини своїх СЕС, які встановлені на дахах та/або фасадах будівель і капітальних споруд, навіть для тих СЕС, які були введені до експлуатації ще до прийняття цього закону. Тобто у супереч статті 58 Конституції України створив

прецедент зворотної дії закону.

Прийняття цього закону не лише порушило конституційні права 10 тисяч власників домашніх СЕС, які вклали у обладнання своїх станцій 180 млн. євро [4], але і значно похитнуло довіру інвесторів до України. Крім того, постійно ведеться розмова про повне скасування «зеленого тарифу». Середній розмір інвестиції у домашні СЕС складає 15 тис. євро, а загальний розмір інвестицій в українську енергосистему відновлювальних джерел лише у 2019 році склав 3,7 млрд євро [5]. Занепокоєні інвестори вже повідомляють про свою готовність у випадку скасування «зеленого тарифу», що не дозволить повернути інвестовані кошти та отримати прибуток, подати судові позови до міжнародних арбітражів у Вашингтоні (США), Стокгольмі (Швеція) або Гаазі (Нідерланди). Вони мають великі шанси на перемогу, на отримання величезного відшкодування з бюджету України [6]: у міжнародних справах проти Іспанії, Італії та Чехії інвестори вже отримали рішення про компенсацію збитків на мільярди доларів США.

Технічні проблеми з порушення номінальних параметрів електроенергії в електромережах України пов'язані з різними причинами: зміна (зниження) завантаженості мереж активною енергією, зміна характеру споживачів, недостатній рівень компенсації реактивної енергії, фізичний знос електрообладнання електростанцій (АЕС, ТЕС, ТЕЦ) та ліній електропередачі. Тому вплив відновлюваних джерел енергії (сонячних та вітрових джерел), вважаючи на їх незначну потужність, навряд можна вважати дієвим. Крім того, Україна ще не наблизилася до встановленої для країни межі (максимуму) використання сонячної та вітрової енергії у загальній електромережі – 10% (при сучасному стані та архітектурі мереж). До цієї межі розосереджена дрібна генерація не впливає на стабільність енергосистеми. В європейських країнах розвиток «зеленої» енергетики не гальмується і досягнуті успіхи набагато більші. Так, якщо розглядати тільки сонячну енергетику, можна вказати, що у Німеччині нараховується 1,3 млн. домашніх СЕС; у Великобританії – 750 тис. установок, і партія лейбористів пропонує безкоштовно поставити сонячні панелі ще для 2 млн. британських сімей. Натомість в Україні скандали навколо спроб скасувати «зелений тариф» не припиняються вже рік. Так, 27 червня 2019 року Окружний адміністративний суд Києва призупинив дію двох постанов Національної комісії державного регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (далі – НКРЕКП) [6,7], з урахуванням яких визначався розміри та порядок оплати «зеленого тарифу». У зв'язку з чим Державне підприємство «Гарантований покупець» припинило оплати енергогенеруючим підприємствам та приватним власникам «зелених» енергогенеруючих установок.

Європейські політики постійно наголошують на факті, що «зелена» енергетика є важливою складовою частиною енергетичної незалежності їх країн. У світі до 2035 року планують досягти вироблення енергії з поновлюваних джерел до 31% [8]. Такий прогрес для України можливий тільки при повному оновленню генеруючих потужностей та розподільчих мереж, що, на наш

погляд, має доступні інженерні вирішення. Сучасний стан екології планети вимагає негайної декарбонізації, скорочення викидів від теплових електростанцій. Тому розвиток джерел відновлюваної енергії є життєве необхідним. Економічний стан громадян України обмежує і робить практично неможливим самостійне встановлювати джерел відновлюваної енергії, без державної підтримки. І втілення «зеленого тарифу» було спрямоване не на отримання економічної вигоди, а на розвиток перспективних, необхідних для людства, джерел.

Україна завжди декларувала декарбонізацію для протистояння змінам клімату, а також бажання «грати за правилами цивілізованої Європи», але всі закони, які віддзеркалюють європейські, завжди приймалися на користь олігархів, тобто не були «соціальними». «Зелений тариф» був введений в Україні у 2008 році [9] і був встановлений на рівні заможних європейських країн (0,4653 євро за кВт-год). Для України, найбільшій за рівнем прибутків європейській країні, це відразу було збиткове. І заробляли на такий державній підтримці тільки олігархи. Наприклад, у 2011-2014 роки найбільші прибутки від «зеленого тарифу» отримував С. Ключев – людина з найближчого оточення Віктора Януковича та власник компанії «Activ Solar», якому належало 85 % потужностей сонячних електростанцій в країні. «Революція гідності» нічого не змінила на енергетичному ринку.

Позитивним кроком слід вважати скасування обмежень для домашніх СЕС президентом України Володимиром Зеленським у липні 2019 року [10], який зменшує соціальну напругу навколо «зеленого тарифу» та покращує міжнародну репутацію країни. Так, «зелена» енергетика збиткова для держави. Але репутаційні бонуси від участі у боротьбі європейських країн зі змінами клімату, послідовна політика та турбота про інтереси запрошених до країни інвесторів значно перевищують витрати.

Обсяг джерел енергії в Україні, що мають державну підтримку через «зелений тариф», вельми незначний: у 2018 році джерела, що мають підтримку по «зеленому» тарифу, виробляли біля 2% електроенергії і витрати на її підтримку становить 8% з загального фінансування енергоринку, тобто 16 млрд. грн. [11]. Але з цього об'єму «домашні» СЕС забирають лише 0,3% грошей, інші кошти забирають гігантські промислові СЕС, якими володіють олігархи [12]. Дослідженням «Економічної правди» встановлено, що «...у руках народних депутатів або їх родичів сконцентровано 22 підприємства, або 14,6% (262 МВт). Частина об'єктів потужністю 138 МВт знаходиться на окупованих територіях». Крім того, власники дрібних («домашніх») СЕС при купівлі сонячних панелей сплачують ПДВ, а власники крупних СЕС при купівлі панелей оптом за кордоном користуються податковою пільгою [13], за рахунок чого олігархи з кожної проданої державі кВт-год ще сплачують менше податків.

**Висновки.** Енергетика визначає економічну стабільність будь-якої країни. Але для України ця стабільність також великою мірою залежить від кредитів Міжнародного валютного фонду, Європейського банку реконструкції та розвитку, інших міжнародних фінансових установ, готовність яких до

співробітництва з Україною залежить від послідовності політичних рішень. Тому вважаємо, що зниження фінансової підтримки державою «зеленого тарифу» повинне мати строгі обмеження, слід використовувати індивідуальний підхід, і обов'язкове слід дотримуватись правила, що закон не має зворотної дії, як це прийнято в цивілізованих країнах.

*Список використаної літератури \**

1. Лист міністра енергетики та вугільної промисловості України І. Насалика прем'єр-міністру України В. Гройсману про внесення змін до законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії. URL: <https://www.slideshare.net/AndriyGerus/letter-minenergy-8449d>
2. Рада все ж заборонила встановлення домашніх сонячних електростанцій на землі // Економічна правда, 25 квітня 2019. URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2019/04/25/647406>
3. Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії» // Відомості Верховної Ради (ВВР), 2019, № 23, ст.89. URL: [http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4\\_1?pf3511=65076](http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=65076)
4. Хабатюк О., Зінченко А., Сокиржинський О. Розкуркулення "сонячників". Приватні домашні електростанції обріжуть вже у 2019-му // Економічна правда, 16 травня 2019 року. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2019/05/16/647842>
5. Вінокуров Я. Новий рекорд: інвестиції у відновлювальну енергетику України у 2019 році сягнули 3,7 млрд євро // Громадське Телебачення, 08 січня 2020. URL: <https://hromadske.ua/posts/novij-rekord-investiciyi-u-vidnovlyuvalnu-energetiku-ukrayini-u-2019-roci-syagnuli-37-mlrd-yevro>
6. Бондарев Т., Карел О. Колапс "зеленого тарифу" // Економічна правда, 06 серпня 2019 року. URL: <https://www.epravda.com.ua/rus/columns/2019/08/6/650325>
7. Про встановлення тарифу на послуги з диспетчерського (оперативно-технологічного) управління ДП «НЕК «Укренерго» на II півріччя 2019 року : Постанова №955 від 07.06.2019 // НКРЕКП. URL: <http://www.nerc.gov.ua/?id=41557>
8. Стан і перспективи розвитку малої гідроенергетики, сонячної, вітрової та інших джерел поновлюваної енергії зарубіжних країн та України // Укренерго, ua.energy. – Київ: Міненерговугілля України, ДП «НЕК «Укренерго», 08/2016. – 104 с. URL: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/4.-Stan-i-perspektyvy-rozvytku-PDE.pdf>
9. Закон України №601–VI від 25 вересня 2008 року «Про внесення змін до деяких законів України щодо встановлення «зеленого» тарифу» // Сайт Президента України. URL: <https://www.president.gov.ua/documents/601vi-8069>
10. Закон України «Про внесення змін до статті 9-1 Закону України «Про альтернативні джерела енергії» щодо врегулювання питання генерації електричної енергії приватними домогосподарствами» // Відомості Верховної Ради (ВВР), 2019, № 32, ст.126. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-VIII>
11. Герус А. Обнулення "зелених" тарифів для домашніх СЕС: вбити середній клас на догоду олігархам? // Економічна правда, 19 травня 2019 року. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2019/05/19/647915>
12. Ставнічук О., Кривко А. Бенефіціари "зеленого тарифу": як нардепи, їхні сім'ї та помічники заробляють на електриці // Економічна правда, 19 травня 2019 року. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2019/02/6/644772/>
13. Вінокуров Я. Рада звільнила від ПДВ обладнання для сонячних та вітрових електростанцій до 2022 року // Громадське Телебачення, 14 грудня 2018 року. URL: <https://hromadske.ua/posts/rada-zvilnila-vid-pdv-obladnannya-dlya-sonyachnih-ta-vitrovih-elektrostantsij-do-2022-roku>

\* Доступ за всіма посиланнями перевірений 25 березня 2020 року.

Шейна Г.О., канд. техн. наук, доц., Новицька О.А., магістр,  
ДВНЗ «ДонНТУ», м. Покровськ, Україна

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РЕЖИМІВ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

*Анотація.* У роботі розглянуті методи аналізу систематичних і аварійних теплових перевантажень силових трансформаторів. Досліджено режимні перевантаження двообмоткового трансформатора.

*Ключові слова:* математична модель, трансформатор, систематичні перевантаження, аварійні перевантаження, електрична мережа.

Актуальність роботи. Питання надійного й безперебійного електропостачання споживачів буде завжди актуальним. В електричних системах одним з важливих елементом передачі електроенергії є силові трансформатори. Проблема полягає у тому, що більшість трансформаторів підстанцій працюють з терміном експлуатації, який перевищує нормативний. Крім того, термін служби трансформаторів скорочується систематичними й аварійними перевантаженнями, що можуть перевищувати допустимі.

Метою роботи є узагальнення знань, щодо детального аналізу методів оцінки систематичних і аварійних перевантажень силових трансформаторів.

Матеріал досліджень. Алгоритм розрахунку допустимих систематичних і аварійних теплових навантажень наведений у правилах експлуатації силових трансформаторів [1-2]. Його алгоритм представлений рис. 1.

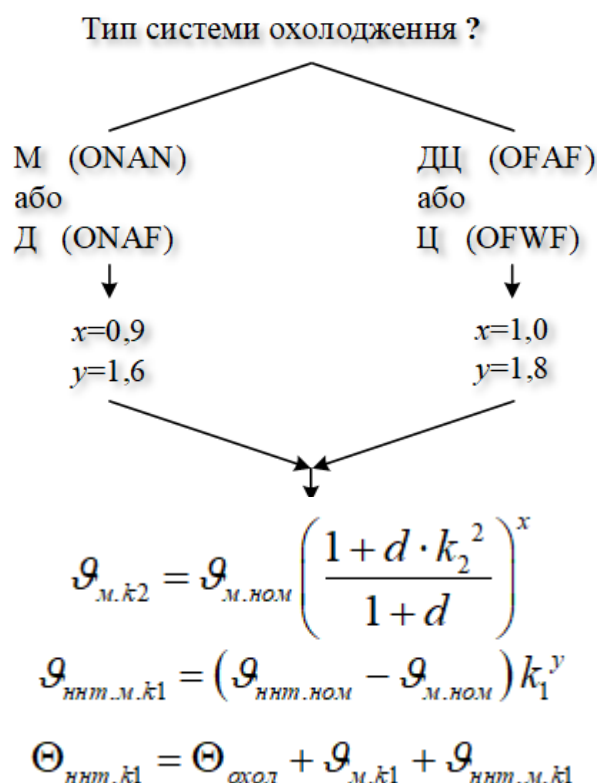
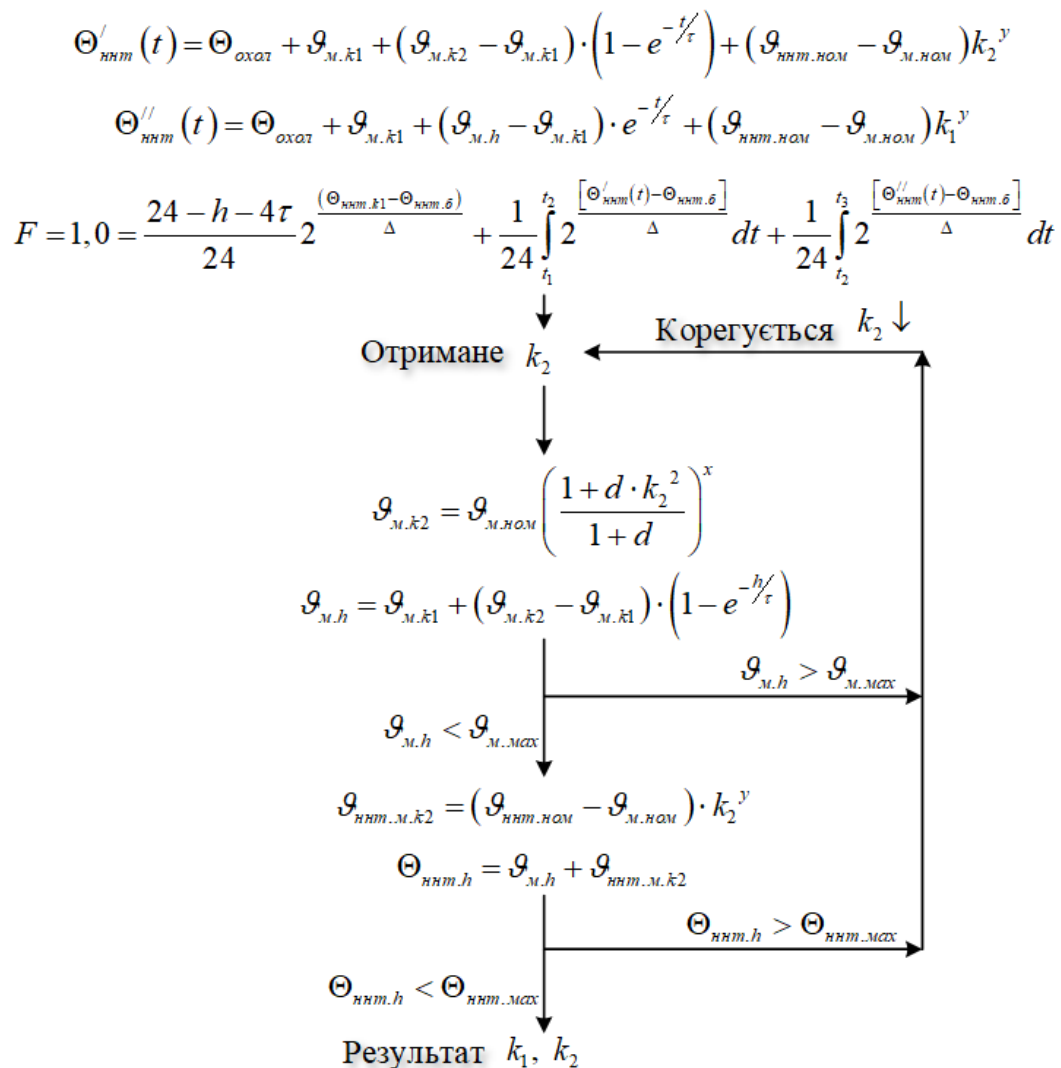


Рисунок 1 – Алгоритм розрахунку систематичних теплових навантажень трансформатора



Продовження рисунку 1 – Алгоритм розрахунку систематичних теплових навантажень трансформатора

На рис. 1 прийняті наступні скорочення:  $x, y$  – показники ступенів (визначаються системою охолодження трансформаторів);  $\vartheta_m$  – перевищення температури масла у верхніх шарах над температурою середовища охолодження;  $\vartheta_{нт.м}$  – перевищення температури найбільш нагрітої точки обмотки над температурою масла;  $\Theta_{нт}$  – температура найбільш нагрітої точки обмотки;  $F$  – відносний знос ізоляції;  $k_1$  – початкове навантаження еквівалентного двохступеневого графіка навантаження;  $k_2$  – перевантаження еквівалентного двохступеневого графіка навантаження тривалістю  $h$ .

Практичне застосування розглянутих положень виконано для ділянки електричної мережі двох рівнів номінальної напруги 110/35кВ. Оцінку теплового навантаження наведемо на прикладі силового трансформатора ТДН-16000/35. Заданий графік навантаження (рис. 2, крива 1), на якому показана номінальна потужність трансформатора (крива 2).

Перетин двох кривих  $S(t)$  і  $S_{ном.тр}$  визначає ділянку найбільшого

перевантаження тривалістю  $h'$ . У даному випадку  $h' = 19 - 21 \text{ год}$ . Та частина графіка, яка залишилася, розбивається на  $m$ -ділянок тривалістю  $\Delta t_i$ .

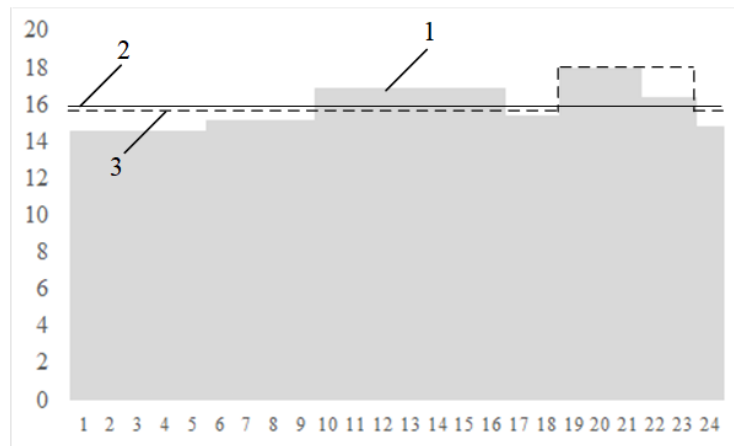


Рисунок 2 – Графік навантаження трансформатора

Початкове навантаження:

$$k_1 = \frac{1}{S_{\text{т.ном}}} \sqrt{\frac{S_1^2 \cdot \Delta t_1 + S_2^2 \cdot \Delta t_2 + \dots + S_m^2 \cdot \Delta t_m}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots + \Delta t_m}} \quad (1)$$

Попереднє перевантаження:

$$k_2' = \frac{1}{S_{\text{т.ном}}} \sqrt{\frac{(S_1')^2 \cdot \Delta h_1 + (S_2')^2 \cdot \Delta h_2 + \dots + (S_p')^2 \cdot \Delta h_p}{\Delta h_1 + \Delta h_2 + \dots + \Delta h_p}} \quad (2)$$

Уточнення

перевантаження:

$$k_{\text{max}} = \frac{S_{\text{max}}}{S_{\text{т.ном}}} = \frac{17,9}{16} = 1,12,$$

$k_2' = 1,12 > 0,9 \cdot k_{\text{max}} = 0,9 \cdot 1,12 = 1,01$ , тому  $k_2 = k_2' = 1,12$ ,  $h = h' = 3 \text{ год}$ .

Новий еквівалентний двохступеневий графік навантаження (рис. 2, крива 3) використовується для аналізу теплового режиму трансформатора. Отримані наступні результати:  $k_1 = 0,98 \approx 1,00$ ,  $k_2 = 1,12$ ,  $h = 3 \text{ год}$ .

Для температури навколишнього середовища  $\Theta_{\text{охол}} = -10^\circ\text{C}$  значення перевантаження є допустимим, а для  $\Theta_{\text{охол}} = 20^\circ\text{C}$  - необхідно знижувати навантаження трансформатора. Відключення частини споживачів є недопустимим за вимогами надійності електропостачання. Рекомендовано розвантажити трансформатори шляхом компенсації реактивної потужності.

Висновки: Для забезпечення надійного електропостачання споживачів важливо в процесі експлуатації контролювати теплові режими силових трансформаторів. Це дозволить продовжити термін служби трансформаторів.

Список використаної літератури:

1. IEC. International Standard IEC 60076-1, Power Transformer - Part 1: General, Edition 2.1, 2000–04. "Annex D: Three-phase transformer connections." 2000.
2. Правила улаштування електроустановок. Видання офіційне. Міненергугілля України. Х: Видавництво "Форт", 2017. 760 с.

Шейна Г.О., канд. техн. наук, доц., Скрипник Д.В., магістр  
ДВНЗ «ДонНТУ», м. Покровськ, Україна

## АНАЛІЗ НЕСИМЕТРИЧНИХ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

*Анотація. У роботі розглянуте питання виникнення несиметричних режимів в діючих електричних мережах. Проаналізовані методи аналізу несиметрії (поперечної, поздовжньої) в мережах. Проаналізований вплив несиметрії на режимні параметри мережі.*

*Ключові слова: несиметричні режими, електрична мережа, поздовжня несиметрія, поперечна несиметрія, режимні параметри.*

Актуальність роботи. Процеси виробництва, передачі, розподілу та споживання електричної енергії супроводжуються технологічними втратами електроенергії. Підвищення ефективності функціонування мережі і створення її оптимального режиму є актуальним. Несиметрія режимів в електричних мережах знижує економічність роботи мережі.

Метою роботи є аналіз і систематизування знань в області визначення причин виникнення несиметрії режимів, її видів, і способів зниження впливу неиметрії напруги на показники якості електроенергії.

Матеріал досліджень. Симетрична трифазна система напруги характеризується однаковими за модулем і фазою напругами у всіх трьох фазах. При несиметрії режимів напруга в фазах різна. Несиметрія виникає через: по-перше, неоднакове навантаження у різних фазах; по-друге, неповнофазну роботу ліній електропередачі чи інших елементів мережі; по-третє, через різні параметри ліній у різних фазах.

Роздивимося кожен з цих факторів окремо. Нерівномірне навантаження у фазах для низьковольтних мереж виникає через велику кількість однофазних електроприймачів (освітлення, побутові приймачі). В мережах високої напруги нерівномірне навантаження виникає через потужні однофазні електроприймачі чи трифазні електроприймачі з неоднаковим споживанням за фазами. Наприклад, індукційні плавильні печі, рудотермічні печі, печі опору, зварювальні апарати різної потужності. Потужним джерелом несиметрії є тягові підстанції змінного струму, як потужні однофазні електроприймачі. Крім того, розрізняють систематичну й імовірнісну несиметрію. Перша виникає при постійному навантаженні, друга (переміжна несиметрія) – при змінному.

Неповнофазна робота елементів мережі – це відключення однієї чи двох фаз при коротких замиканнях, так як лінії електропередачі обладнанні пофазним АПВ (автоматичне повторне включення).

Несиметрія через різні параметри ліній у різних фазах виникає на довгих лініях електропередачі при відсутності транспозиції. Крім того, транспозиційні опори є ненадійними і є джерелами аварій. Зменшення кількості транспозиційних опор на лінії підвищує надійність електропостачання.

Для аналізу несиметричних режимів використовують метод симетричних складових [1]: несиметричну систему трьох фазних векторів синусоїдних

струмів або напруги задають у вигляді трьох симетричних систем - прямої (індекс 1), зворотної (індекс 2) і нульової (індекс 0) послідовностей синусоїдних струмів або напруги.

Наслідком несиметрії струмів і напруги є: виникнення струмів і напруги як оберненої так зворотної послідовностей; струми оберненої і зворотної послідовностей збільшують втрати потужності в поздовжніх елементах мережі, збільшують нагрів і зменшують пропускну здатність; також напруги і струми цих послідовностей збільшують втрати потужності в поперечних елементах мережі; крім того, напруга оберненої і зворотної послідовностей спричиняє додаткові втрати напруги, які відрізняються за фазами.

Найбільше несиметрія напруги позначається на роботі асинхронних і синхронних двигунів. Струм прямої послідовності в статорі створює магнітне поле, яке обертається з синхронною частотою в напрямку обертання ротора. Струми оберненої послідовності в статорі створюють магнітне поле, яке обертається відносно ротора з подвійною синхронною частотою в напрямку, протилежному обертанню. Ці струми подвійної частоти в електричній машині спричиняють гальмівний електромагнітний момент і додатковий нагрів ротора, як наслідок – зниження терміну служби ізоляції. В асинхронних двигунах виникають додаткові втрати в статорі. В синхронних машинах, крім додаткових втрат і нагріву статора і ротора, виникають небезпечні вібрації.

У трансформаторів через несиметрію знижується термін служби ізоляції. Синхронні компенсатори і батареї конденсаторів зменшують генерацію реактивної потужності.

Отже наслідки від несиметрії напруги наступні: додаткові втрати електроенергії, скорочення терміни служби обладнання, зниження якості електроенергії, зниження реактивної потужності, яку генерують батареї конденсаторів і синхронні компенсатори.

Несиметрію напруги, обумовлену несиметричними електроприймачами, необхідно обмежити до значень  $K_{2U} < K_{2U_{дон}}$  [2]. У ряді випадків зниження несиметрії напруги може забезпечуватися раціональним розподілом навантажень. При неможливості забезпечити необхідний рівень несиметрії напруги за допомогою схемних рішень застосовують симетруючі пристрої.

До яких висновків приводять отримані результати: на практиці повне симетризування ( $k_{2U}=0$ ) виявляється технічно та економічно недоцільним; використовується часткове симетризування ( $k_{2U} \leq 2\%$ ), яке визначається на основі техніко-економічного розрахунку для заданої схеми електропостачання.

*Список використаної літератури:*

1. Вагнер К. Ф. Метод симметричных составляющих и его применение к расчету аварийных токов / К. Ф. Вагнер, Р. Д. Эванс. – М.: Энергоиздат, 1933. – 184 с
2. ГОСТ 13109-97. Межгосударственный стандарт. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://odz.gov.ua/lean\\_pro/standardization/files/elektromagnitnaja\\_sovmestimost\\_2014\\_03\\_11\\_1.pdf](http://odz.gov.ua/lean_pro/standardization/files/elektromagnitnaja_sovmestimost_2014_03_11_1.pdf).

УДК 378.1

**Варнавська І.В.**, канд.пед.наук, доцент кафедри професійної освіти,  
Херсонський державний аграрно-економічний університет, м.Херсон, Україна

### **ЕЛЕМЕНТИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ**

*Анотація.* У статті розкрито можливості моделювання у побудові процесу навчання, формуванні особистості фахівця промислового напрямку і його професійної компетентності. Визначено особливості моделювання процесу професійної підготовки фахівців у технічних вишів. Наведено приклади дидактичних елементів освітнього процесу, проаналізовані рівні макроструктури діяльності майбутніх промислових фахівців.

*Ключові слова:* моделювання, професійна діяльність, процес професійної підготовки, фахівець, працівник виробництва

Сучасний рівень розвитку суспільства, освіти і виробництва вимагає висококваліфікованих, професійно мобільних, соціально активних фахівців, здатних до творчої та ініціативної професійної діяльності, швидкої адаптації до будь-яких умов, які володіють високою культурою поведінки.

У зв'язку з наявними протиріччями між вимогами ринку праці та існуючою системою професійної підготовки фахівців промислового напрямку виникла об'єктивна необхідність удосконалення освітнього процесу. У професійній освіті це виражається в розширенні діапазону діяльності професійних навчальних закладів, інтеграції професій і змісту освіти, інтенсифікації навчально-виховного процесу, впровадженні інноваційних педагогічних систем тощо

За всіма освітніми перетвореннями постає процес обґрунтування й розробки оптимальних рішень, що характеризує діяльність з моделювання освітніх об'єктів.

Моделювання процесу професійної підготовки фахівця і має відповісти на запитання: як побудувати навчально-виховний процес, щоб приросту якостей особистості майбутнього фахівця промислових підприємств було достатньо для здійснення професійної діяльності, якщо вона є надскладною, а також змінами на ринку праці й товарів?

Поняття моделі й моделювання мають технічне походження і завжди розглядаються як складові інших понять – проекту й проектування відповідно. Відомо, що А. Макаренко, який прагнув позбавити навчально-виховний процес стихійності, віддаючи перевагу продуманості дій, їхній послідовності, зорієнтованості на виховання, виокремив методологічну функцію педагогіки як науки, яка передбачає створення наукових проектів особистості, і функцію педагогів-практиків, яка передбачає складання та реалізацію програм виховання для кожного члена колективу на основі загального проекту та з урахуванням індивідуальних особливостей особистості. Концептуальні основи моделювання і конструювання педагогічного процесу представлені в роботах В.

Безрукової, В. Беспалька, В. Краєвського та ін. Вибір технологій навчання представлено в працях В. Беспалька, О. Околелова, Д. Чернілевського. Структуру особистості, зокрема й викладача, розроблено І. Зязюном, Г. Костюком, Р. Немовим, К. Платоновим, С. Рубінштейном. У цих працях акцентується увага на реальних проблемах, які виникають в освіті, пропонуються шляхи їх вирішення: створення умов для формування особистості фахівця, забезпечення професійної спрямованості навчального процесу, розробка способів визначення професійних педагогічних компетенцій, збагачення новими знаннями, вміннями і навичками змісту професійної підготовки, застосування різних підходів з метою розширення спектру технологій навчання.

Процес професійної підготовки фахівця у технічній вишав тривалий, складний, багатоаспектний. Його можна розкрити через структурні (принципи, цілі, зміст, методи, форми, засоби) й функціональні (учіння, викладання, навчання) складові, рівні (стратегічний, тактичний, оперативний) й етапи (курси, цикли дисциплін, засвоєння частин дій та діяльності, компетенції). Моделюванню підлягають усі ці складові. Але найбільша складність під час моделювання полягає не у кількості цих складових чи їх видів і станів, а у необхідності збереження одних зв'язків та моделюванні інших.

Розкриємо особливості моделювання у взаємозв'язку спочатку функціональних, а потім – структурних складових процесу професійної підготовки фахівця на різних рівнях та етапах.

Діяльність – це система взаємодії суб'єкта зі світом, що постійно змінюється, в процесі якої формується, втілюється в об'єкті психічний образ та реалізуються відносини суб'єкта [5]. В педагогіці знання особливостей здійснення фахівцем професійної діяльності – це водночас і цілі, що уособлюють вимоги до рівня його підготовки, і зміст, якому необхідно навчити. Не можна навчити діяльності людину, якщо не уявляєш, що і як вона буде виконувати на робочому місці. В результаті досліджень діяльності створюються такі документи, як професіограма, освітньо-кваліфікаційна характеристика, освітньо-професійна програма тощо. Ці документи є відправними у визначенні змісту як педагогічної діяльності, так і навчальної, відповідність вимогам професійної діяльності яких і максимальна інтеграція між якими гарантують успіх навчально-виховного процесу.

Види професійної діяльності фахівця визначаються його освітнім та освітньо-кваліфікаційним рівнями. Якщо це кваліфікований робітник, то мова йтиме переважно про технологічну та елементи організаційної діяльності; якщо молодший спеціаліст – про технологічну, організаційну та елементи проектно-конструкторської діяльності; бакалавр – з наведених видів діяльності – переважно про проектно-конструкторську діяльність; спеціаліст – про технологічну, організаційну, проектно-конструкторську та елементи науково-дослідної діяльності; магістр – переважно про науково-дослідну діяльність. Все це на рівні макроструктури діяльності визначає орієнтовну основу діяльності, характер мотиваційної, виконавчої і контрольної її частин. Щодо внутрішньої структури, то її елементи набувають такого змісту:

- суб'єкт – працівник виробництва, організації, установи (кваліфікований робітник, молодший спеціаліст, бакалавр, спеціаліст, магістр);

- мотив – прагнення якісного і своєчасного виконання професійних обов'язків;

- мета – вибір оптимальних способів здійснення професійної діяльності, які забезпечать швидке та високоякісне отримання необхідного продукту;

- предмет – елемент дійсності чи ідеальне утворення, яке підлягає пізнанню чи перетворенню в процесі професійної діяльності (матеріальні предмети діяльності – обладнання, заготовки (сировина), пристрої, устаткування, яке потребує монтажних, ремонтних, експлуатаційних, контрольних та ін. дій; матеріалізовані – креслення, записи та ін.; ідеальні предмети діяльності – теорії, рівняння, підходи тощо);

- засоби – досвід людини, а також предмети навколишньої дійсності, що виконують допоміжну функцію при досягненні поставленої мети (матеріальні засоби – устаткування, прилади, установки, інструменти тощо; матеріалізовані – креслення, записи тощо; ідеальні знання, уміння, навички);

- процес – перелік взаємопов'язаних дій, спрямованих на ефективне виконання професійної діяльності і отримання бажаного продукту (наприклад, у кваліфікованого робітника, у якого переважає технологічна діяльність, підготовчий її етап включає огляд і доведення до необхідного стану робочого місця, одержання завдання і його аналіз, доставку необхідних комплектуючих, інструментів і їхню підготовку до роботи; виконавчий етап – огляд, з'єднання деталей, слюсарна обробка, заміна елементів, що вийшли з ладу, регулювання параметрів; контрольний етап – огляд, встановлення значення параметрів устаткування, доведення їх до номінальних, підключення устаткування;

- продукт – пізнаний чи трансформований предмет діяльності (матеріальний продукт – устаткування, прилади, установки, інструменти тощо; матеріалізований продукт – креслення, записи тощо; ідеальний продукт – знання, уміння, навички);

- середовище – оточуюча дійсність (виробництво: вузол, дільниця, цех, відділ, лабораторія тощо);

- спосіб – комбінація операцій професійної діяльності.

Макроструктура навчальної діяльності розкривається у такий спосіб:

- мотиваційна частина – усвідомлення мети й значення її досягнення для студента, у якого поступово з'являється свідоме бажання брати участь у подібній діяльності;

- орієнтовна частина – отримання студентом інформації про майбутню діяльність, вироблення програми дій, орієнтованих на досягнення кінцевого результату, усвідомлення навчального завдання;

- виконавча частина містить операції, під час яких реалізується сформована раніше програма засвоєння змісту навчального процесу;

- контрольно-коректувальна частина передбачає оцінювання, контроль і корекцію результатів навчання [1].

Внутрішню структуру навчальної діяльності розкриємо за зразком:

- суб'єкт – той, хто вчиться (студент);
- мотив – прагнення якісного засвоєння навчального матеріалу з дисципліни чи в межах всієї підготовки;
- мета – вибір оптимальних способів здійснення навчальної діяльності, які забезпечать швидке і високоякісне засвоєння й відпрацювання навчального матеріалу;
- предмет – інформація, яку слід засвоїти учню; завдання організаційного та навчального характеру, які необхідно вирішити учню (студенту);
- засоби – матеріальні, матеріалізовані об'єкти дійсності, знання та уміння;
- процес – перелік взаємопов'язаних дій, спрямованих на раціональне планування власного часу і засвоєння, відпрацювання навчального матеріалу;
- продукт – вироби, плани здійснення навчальної діяльності та навчальні записи, надбаний досвід зі здійснення навчальної діяльності;
- середовище – аудиторний, бібліотекарський фонд, домашні умови;
- спосіб – полягає у застосуванні відомих алгоритмів діяльності щодо конкретних умов.

Таким чином, моделювання професійної діяльності майбутніх фахівців промислової галузі дозволяє реалізувати на практиці системну інтеграцію діяльнісного, особистісно орієнтованого й компетентнісного підходів, яка при чіткій розробці основних видів діяльності у вигляді професійних завдань і якостей особистості, з урахуванням перспектив розвитку галузі економіки, забезпечить формування професійної компетентності, мотивацію навчання і швидку адаптацію випускників технічних вишів на виробництві. При такому підході модель фахівця – це аналог його діяльності, що відображає мету і зміст професійної підготовки. При цьому сфери його діяльності та об'єкти можуть постійно змінюватися.

Але ефективно моделювання забезпечить мобільність фахівця, можливість трансформування його професійних знань і умінь у сфері конкретного виробництва, галузі, а також буде сприяти швидкій адаптації у сфері виробництва іншої галузі економіки.

#### *Список використаної літератури*

1. Белова Е. К. Учебная деятельность и ее проектирование // Человек в измерениях XX века. Прогресс человечества в XX столетии. Москва : изд-во Международной академии проблем человека в авиации и космонавтике, 2005. С. 100-122.
2. Брюханова Н.О., Корольова Н.В. Особливості моделювання професійної підготовки фахівців // Професійна освіта: методологія, теорія та технології. 2015. Вип. 2. С. 21-34.
3. Зобнин Б. Б. Моделирование систем: конспект лекций. Екатеринбург: изд-во УГГГА, 2001. 129 с.
4. Модернізація вищої освіти України і Болонський процес : матеріали до першої лекції / Уклад. М.Ф. Степко, Я.Я. Болюбаш, К.М. Левківський, Ю.В. Сухарніков; відп. ред. М.Ф. Степко. Київ : Узд., 2004. 60 с.
5. Педагогічна майстерність : підручник / І.А. Зязюн, Л.В. Крамущенко, І.Ф. Кривонос та ін. : за ред. І.А. Зязюна. Київ : Вища шк., 1997. 349 с.

**Виходцева А. О.** студентка, **Беззубко Б. І.**, к.держ.упр., Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Краматорськ, Україна

## **ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЯК МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ПРОМИСЛОВИМ ПІДПРИЄМСТВОМ**

*Анотація. Підприємство як специфічне соціальне утворення, форма спільної діяльності людей у виробництві матеріальних благ, наділена певними особливостями. Успішне управління підприємством передбачає розуміння його основних рис і принципів функціонування, складових внутрішнього і зовнішнього середовища, врахування особливостей його розвитком в сучасних умовах.*

*Ключові слова: ефективність, підприємство, ресурсний потенціал, ресурсоефективність, резерви виробництва.*

Актуальність дослідження управління сучасним підприємством зумовлена тим, що воно не може розвиватися інтуїтивно, ігноруючи закони економіки. Ефективність використання ресурсів є одним з основних факторів підвищення конкурентоспроможності підприємства, оскільки, як повідомляється, європейські виробничі фірми витрачають в середньому 40 % своїх витрат на сировину, а енергія і вода збільшують це до 50 % загальних виробничих витрат [1, с. 8].

Тому управління використанням ресурсного потенціалу, підвищення ресурсоефективності — повторне виробництво, ремонт, технічне обслуговування, утилізація та екологічний дизайн — пропонує величезний потенціал для зниження собівартості продукції і підвищення продуктивності, в той же час вносячи значний внесок у вирішення екологічних проблем. Так звана кругова економіка підвищує економію ресурсів і витрат, максимізуючи час використання ресурсів, продуктів і компонентів [2, с. 50].

Основними сучасними принципами управління ресурсним потенціалом, які підприємство повинно використовувати, є наступні:

1. Більш стійке управління природними ресурсами або створення більш високої вартості з меншою кількістю матеріалів.
2. залучення компаній і споживачів в процес підвищення екологічності.
3. Реалізація принципу «забруднювач платить».
4. Зелені і інноваційні державні закупівлі.
5. Еко-дизайн і еко-інновації.

Компанії будь-якого розміру і в будь-якій галузі повинні чесно поглянути на те, як вони використовують свої ресурси в своїх операціях, ланцюжках поставок і розподільних мережах [3, с. 79]. Окрім екологічних та соціальних благ, підвищення ефективності управління ресурсами підвищує прибутковість та конкурентоспроможність підприємства.

При аналізі ефективності роботи підприємства, перш за все потрібно, визначити резерви підвищення ефективності виробництва [4, с. 51]. Резерви

підвищення економічної ефективності виробництва – це невикористані можливості збільшення випуску продукції на одиницю сукупних витрат за рахунок більш раціонального використання всіх видів ресурсів підприємства.

Основні фактори підвищення ефективності виробництва — це підвищення його технічного рівня, вдосконалення управління, організації виробництва і праці, зміна обсягу і структури виробництва, поліпшення якості природних ресурсів та інші. Серед основних шляхів підвищення ефективності діяльності структурного підрозділу (цеху) підприємства можна виділити два напрямки підвищення вище згаданих показників — організаційний, технологічний та ресурсний.

В межах організаційного напрямку здійснюється пошук можливостей підвищення ефективності тих процесів, що відбуваються на підприємстві. Важливою складовою ефективності діяльності підприємства, а отже, і значним резервом її підвищення, є організація виробничого процесу. У конкретних умовах структурного підрозділу підприємства слід проаналізувати всі аспекти, що визначають ефективність організації робіт — від рівня робочого місця окремого робітника чи спеціаліста до рівня підрозділу в цілому. Для виробничих підприємств, ураховуючи, звичайно, специфіку їх діяльності, особливу увагу треба звертати на можливості застосування більш ефективних типів виробництва (масового, велико-серійного).

В межах технологічного напрямку основним є вирішення проблеми технологічного відставання, що особливо актуальне для українських підприємств. Причому проблема ця є комплексною і має, принаймні, два компоненти: матеріальний та нематеріальний.

Матеріальний компонент — це удосконалення технічної та технологічної бази, а нематеріальний компонент — вирішення організаційно-правових проблем. На думку багатьох економістів, подолання технічного і технологічного відставання потребує не просто переходу на сучасні технології, а впровадження комплексу відносин, що називається корпоративною культурою. Така культура має запозичуватись, звичайно, у найпередовіших компаній з тривалим досвідом роботи в ринковому середовищі [5].

Одним з найважливіших завдань підвищення ефективності використання капітальних вкладень і основних засобів є своєчасне уведення в експлуатацію нових основних засобів і виробничих потужностей, швидке їх освоєння. Скорочення строків уведення в експлуатацію нових потужностей дозволяє швидше одержати потрібну підприємству продукцію з технічно більше зроблених основних засобів, прискорити їхній оборот і тим самим сповільнити настання морального зношування основних засобів підприємств [6].

Практична реалізація запропонованих заходів на підприємстві дозволить збільшити обсяг випуску товарної продукції, збільшити норму рентабельності інвестицій, а також збільшити прибуток від реалізації продукції і балансовий прибуток, а отже, прибутковість основних фондів підприємства.

Таким чином, вдосконалення прийняття управлінських рішень на засадах управління ресурсним потенціалом підприємства дозволить:

- зберегти ресурси усіма можливими способами і в кожному можливому місці з урахуванням стійкості і впливу на навколишнє середовище;
- здійснювати повторне використання: збільшити переробку матеріалів і повторно використовувати елементи продукту;
- використовувати замість первинних ресурсів в якості альтернативних вихідних матеріалів більш ефективні замітники, що буде здійснювати менший вплив на навколишнє середовище протягом усього життєвого циклу;
- зменшити витрати ресурсів;
- послабити тиск на навколишнє середовище.

Важливо також зазначити, що заходи щодо ефективності використання ресурсів завжди повинні розглядатися в кожному конкретному випадку щодо функціональності наданих продуктів або послуг. Зменшене споживання матеріалів може вплинути на функціональність, тривалість життя або якість продукції чи послуг і, як правило, призведе до використання більшої кількості матеріалів. Тому слід приділити особливу увагу потенційним перевагам заходів щодо ефективності використання ресурсів, включаючи лише ті заходи, які не призводять до значних компромісів з іншими аспектами життєвого циклу товару або послуги.

#### *Список використаної літератури*

1. Операційний менеджмент: практикум / О. М. Овдіюк, М. М. Тимошенко, А. М. Пивовар, П. В. Пивовар. Житомир: ЖНАЕУ, 2015. 156 с.
2. Теоретичні, методологічні та практичні аспекти конкурентоспроможності підприємств: монографія/ за загальною редакцією професора О. Г. Янкового. Одеса, Атлант, 2017. 514 с.
3. Синькевич Н.І. Економічний аналіз: Курс лекцій. Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018 р. 97 с.
4. Планування підвищення ефективності виробництва на підприємстві - курсова работа URL: [cinref.ru/razdel/00800economica/10/185877.htm](http://cinref.ru/razdel/00800economica/10/185877.htm) (дата звернення: 05. 02. 2020).
5. Управлінська економіка. Навч. посіб. /Н.Ю. Іванова, Т.К.Кузнецова, Н.М.Соколова. К.: Логос, 2016. 132 с.
6. Підвищення ефективності використання основних засобів — важливий резерв підвищення ефективності виробництва на підприємстві URL: [http://sophus.at.ua/publ/2014\\_12\\_16\\_lutsk/sekcija\\_1\\_2014\\_12\\_16/pidvishhennja\\_efektivnosti\\_vikoristannja\\_osnovnikh\\_zasobiv\\_vazhlivij\\_rezerv\\_pidvishhennja\\_efektivnosti\\_virobnictva\\_na\\_pidpriemstvi/74-1-0-1133](http://sophus.at.ua/publ/2014_12_16_lutsk/sekcija_1_2014_12_16/pidvishhennja_efektivnosti_vikoristannja_osnovnikh_zasobiv_vazhlivij_rezerv_pidvishhennja_efektivnosti_virobnictva_na_pidpriemstvi/74-1-0-1133).

**Віслугубова А. В.**, студентка, **Лизунова О. М.**, д-р економ. наук, професор кафедри менеджменту, Навчально-науковий індустріальний інститут ДВНЗ «ДонНТУ», м. Покровськ, Україна

## ФІНАНСОВА СТАБІЛІЗАЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

*Анотація.* У статті розкрито взаємозв'язок понять «фінансова стабільність» та «фінансова стійкість». Розглянуті етапи фінансової стабілізації підприємства за допомогою внутрішніх механізмів. Розроблені основні напрямки підвищення фінансового стану підприємства та його підтримання на високому рівні.

*Ключові слова:* фінансова стабілізація, фінансова стійкість, механізм, фінансовий стан.

Під час аналізу фінансової діяльності певного підприємства, доводиться зіштовхнутися з такими поняттями, як «фінансова стійкість» та «фінансова стабільність». Вони обидва характеризуються достатніми грошовими засобами підприємства для покриття своїх довгострокових та короткострокових обов'язків. На нашу думку, рівень фінансової стабільності підприємства напряму залежить від рівня його фінансової стійкості. Тобто, якщо фінансова стійкість знижується, то підприємство вимагає розробки та застосування посиленних заходів фінансової стабілізації.

На практиці, здійснювати такі фінансові стабілізаційні заходи слід поетапно за допомогою оперативного, тактичного та стратегічного внутрішніх механізмів (рис. 1):

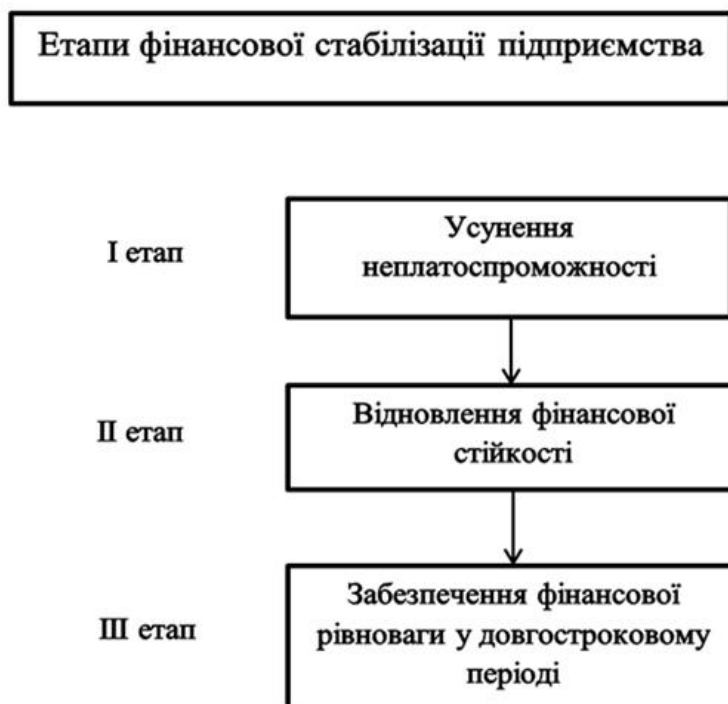


Рисунок 1 – Етапи фінансової стабілізації підприємства

Оперативний механізм застосовується на першому етапі фінансової стабілізації і являє собою захисну реакцію підприємства на негативний

фінансовий розвиток. Результатом застосування комплексу заходів даного механізму, повинно бути одночасне зниження розміру поточних внутрішніх і зовнішніх зобов'язань підприємства та збільшення грошових активів для забезпечення термінового погашення цих зобов'язань.

Сутність тактичного механізму полягає у відновленні фінансової стійкості та рівноваги підприємства в майбутньому періоді, за допомогою застосування наступальної тактики, спрямованої на припинення негативних тенденцій фінансового розвитку. Має місце на другому етапі фінансової стабілізації.

Стратегічний механізм фінансової стабілізації - система заходів, спрямованих на підтримку досягнутої фінансової рівноваги підприємства в тривалому періоді [1]. Цей механізм використовує виключно наступальну стратегію фінансового розвитку з метою прискорення всього економічного розвитку підприємства в цілому. Застосовується на останньому (третьому) етапі фінансової стабілізації підприємства.

Виділяють такі складові елементи фінансової стабільності: фінансова рівновага підприємства, потенційна, ресурсна та фінансова стійкість. Розглянемо більш детально характеристики кожної складової.

Так, характерною ознакою фінансової рівноваги – є оптимальне співвідношення між обсягами фінансових ресурсів, що капіталізуються та обсягами їх споживання [2].

Потенційна стійкість виявляє можливість підприємства вийти на новий рівень фінансової рівноваги за допомогою нарощування обсягів своєї діяльності.

Головна умова ресурсної стійкості – це налагоджена структура матеріальних і трудових ресурсів підприємства, яка призводить до зростання його прибутковості за рахунок скорочення витрат на потреби.

Фінансова стійкість – це такий стан фінансових ресурсів підприємства, за якого раціональне розпорядження ними є гарантією наявності власних коштів, стабільної прибутковості та забезпечення процесу розширеного відтворення [3].

Проаналізувавши усі механізми та елементи, можемо сказати, що відновлення фінансової стійкості на другому етапі фінансової стабілізації підприємства є найголовнішим завданням. Кожне підприємство окремо для себе встановлює рівень фінансової стійкості, проте розглянемо основні напрямки, які можуть позитивно вплинути на ситуацію та підвищити загальний фінансовий стан підприємства:

- забезпечення мінімальних фінансових ризиків та максимальної рентабельності капіталу, за допомогою використання оптимальних обсягів власних і залучених коштів;

- мобілізація внутрішніх резервів – це: проведення реструктуризації активів підприємства; сукупність заходів, пов'язаних зі зміною структури та складу активів балансу; перетворення в грошову форму наявних матеріальних та фінансових активів підприємства [4];

- збільшення грошових потоків, які прибувають на підприємство та одночасне зменшення тих, які з нього виходять;

• збільшення виручки від реалізації продукції (або послуг), за рахунок збільшення обсягів та ціни одиниці продукції;

• реалізація зайвих невикористаних та виробничих фондів для отримання додаткових грошових коштів на розрахунковому рахунку підприємства;

• налагодження системи управління та розподілу фінансових ресурсів підприємства;

• моніторинг і контроль за діями усіх учасників фінансових відносин, а також результатами до яких вони призвели;

• розробка та застосування системи раннього попереджування та реагування, для того, щоб забезпечити власну економічну стабільність, як запоруку успішного функціонування та розвитку.

Отже, можемо зробити такі висновки, що:

– порушення або відсутність хоча б одного з елементів фінансової стабільності вимагає розроблення та застосування стабілізаційних заходів;

– за допомогою правильного застосування внутрішніх механізмів стабілізації, підприємство можна вивести зі стану фінансового стресу загрози банкрутства, а також звести обсяги використання позикового капіталу до мінімуму, і тим самим прискорити темпи економічного розвитку підприємства;

– підприємство може вважатися фінансово стійким, якщо воно отримує прибуток в такому розмірі, який в змозі забезпечити необхідний приріст фінансових ресурсів для збільшення та зміцнення його матеріально-технічної бази. Як наслідок, фінансово стійке підприємство вважається фінансово стабільним.

#### *Список використаної літератури*

1. Внутрішні механізми фінансової стабілізації підприємства та економічне обґрунтування вибору заходів стабілізаційної програми [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://dl.sumdu.edu.ua/textbooks/92627/346404/index.html>
2. Сутність фінансової стійкості підприємства, основні фактори, що на неї впливають [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/7516211/>
3. Дегтярьова В.М. Фінансовий аналіз: навчально-методичний посібник / В.М. Дегтярьова, К.Ю. Мамченко. – Донецьк: ДонДУУ, 2011.- С.186-187.
4. Краус Н.М. К78 Стратегія фінансової стабілізації підприємств (на прикладі Центральної спілки споживчих товариств України): Монографія. – Полтава: Дивосвіт, 2010. – 142 с.

**Гладкая Е. Н.**, магистр юридических наук, старший преподаватель кафедры  
гражданско-правовых дисциплин,  
Учреждение образования Федерации профсоюзов Беларуси «Международный  
университет «МИТСО», г. Минск, Республика Беларусь

## **ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, ПРИНОСЯЩАЯ ДОХОД, КАК ИСТОЧНИК ФОРМИРОВАНИЯ ИМУЩЕСТВА, ПОСТУПАЮЩЕГО В СОБСТВЕННОСТЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СОЮЗОВ**

*Аннотация. В рамках исследования изучены подходы к определению доходной деятельности профессиональных союзов. По результатам исследования сделаны выводы. Предложены пути решения поставленной проблемы.*

*Ключевые слова: профессиональные союзы, имущество, предпринимательская деятельность, коммерческая деятельность, инвестиционная деятельность, хозяйственная деятельность.*

На основании ч. 6 ст. 27 Закона Республики Беларусь от 22 апреля 1992 г. № 1605-ХІІ «О профессиональных союзах» (далее – Закон о профсоюзах) [1], профессиональные союзы в соответствии с их уставными целями и задачами имеют право в порядке, установленном законодательством Республики Беларусь, осуществлять коммерческую деятельность, формировать необходимые фонды солидарности и иные фонды. Согласно приведенной правовой норме, профессиональным союзам предоставлено право на осуществление не предпринимательской, а коммерческой деятельности.

В законодательстве Республики Беларусь определение коммерческой деятельности отсутствует, несмотря на то, что указанное понятие содержится в ряде нормативных правовых актов – Воздушном кодексе Республики Беларусь, Кодексе Республики Беларусь об административных правонарушениях, Указе Президента Республики Беларусь от 25 августа 2006 г. № 530 «О страховой деятельности» и т. д. Единственным, официально закрепленным определением «коммерческой деятельности» является то, которое содержится в «Образовательном стандарте высшего образования. Специальность 1-25 01 10 Коммерческая деятельность. Квалификация экономист», утвержденном постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 30 августа 2013 г. № 88 [2]. В соответствии с положениями указанного стандарта, коммерческая деятельность – это деятельность, направленная на совершение процессов купли-продажи товаров и услуг и получение прибыли посредством удовлетворения потребностей потребителей. Данное определение имеет свои недостатки. Так, например, на основании п. 1 ст. 424 Гражданского кодекса Республики Беларусь (далее – ГК Беларуси) [3], услуги не могут выступать в качестве предмета договора купли-продажи. Однако, принимая во внимание данное определение «коммерческой деятельности», полагаем, что его нельзя признать синонимом понятию «предпринимательская деятельность», т. к. последнее носит более широкий характер, а вместе они соотносятся как общее

и частное. Так, согласно ч. 2 п. 1 ст. 1 ГК Беларуси, под предпринимательской деятельностью следует понимать самостоятельную деятельность юридических и физических лиц, осуществляемую ими в гражданском обороте от своего имени, на свой риск и под свою имущественную ответственность и направленную на систематическое получение прибыли от пользования имуществом, продажи вещей, произведенных, переработанных или приобретенных указанными лицами для продажи, а также от выполнения работ или оказания услуг, если эти работы или услуги предназначаются для реализации другим лицам и не используются для собственного потребления. К слову, в юридической литературе коммерческую деятельность зачастую рассматривают как вид предпринимательской [4, с. 22–23]. В связи с этим, применение понятия «коммерческая деятельность» к деятельности профессиональных союзов, направленной на извлечение прибыли, носит спорный характер, ибо в таком случае эта деятельность ограничивается заключением договоров купли-продажи с потребителями, что не соответствует действительности.

Поскольку иное не вытекает из ч. 6 ст. 27 Закона о профсоюзах, за профессиональными союзами, в отличие от иных общественных объединений, сохранено право, предоставленное некоммерческим организациям на основании ч. 4 п. 3 ст. 46 ГК Беларуси. Речь идет о праве на самостоятельное осуществление предпринимательской деятельности, необходимой для их уставных целей и соответствующей им. Такое право может быть реализовано профессиональными союзами без образования коммерческих организаций. Наряду с этим, профессиональные союзы могут реализовать право на занятие предпринимательской деятельностью путем создания коммерческих и некоммерческих организаций. Таким образом, имущество профессиональных союзов может пополняться не только за счет прибыли, полученной от предпринимательской деятельности созданных ими коммерческих и некоммерческих организаций, но и за счет прибыли, полученной от предпринимательской деятельности, осуществляемой ими от своего имени.

Вместе с этим, понятие «предпринимательская деятельность» не охватывает все те правовые возможности, которые предоставлены профессиональным союзам на основании законодательства Республики Беларусь. Так, в соответствии со ст. 1 Закона Республики Беларусь от 12 июля 2013 г. № 53-З «Об инвестициях» (далее – Закон об инвестициях) [5], профессиональные союзы могут выступать в качестве инвесторов. Данное право, согласно ст. 4 указанного закона, они могут реализовать путем создания коммерческой организации; приобретения, создания, в том числе путем строительства, объектов недвижимого имущества, за исключением случаев, прямо предусмотренных законом; приобретения прав на объекты интеллектуальной собственности; приобретения акций, долей в уставном фонде, паев в имуществе коммерческой организации, включая случаи увеличения уставного фонда коммерческой организации; на основе концессии; иными способами, кроме запрещенных законодательными актами Республики Беларусь. Учитывая, что предпринимательская (коммерческая) деятельность

профессиональных союзов должна соответствовать их уставным целям, полагаем, что данное требование должно в равной степени распространяться на деятельность профессиональных союзов по осуществлению инвестиций, а также на любую другую их деятельность, целью которой является извлечение прибыли.

Одной из форм реализации права инвесторов на осуществление инвестиций путем создания коммерческих организаций является формирование инвестиционных фондов. Так, в силу п. 1 ст. 1 Закона Республики Беларусь от 17 июля 2017 г. № 52-З «Об инвестиционных фондах» (далее – Закона об инвестиционных фондах) [6], под инвестиционным фондом следует понимать открытое акционерное общество, осуществляющее аккумуляцию и инвестирование денежных средств, внесенных акционерами этого общества в качестве оплаты эмитируемых им акций, а также иного имущества, полученного в результате такого инвестирования (акционерный инвестиционный фонд), либо принадлежащая на праве общей долевой собственности владельцам инвестиционных паев и находящаяся в доверительном управлении управляющей организации паевого инвестиционного фонда совокупность денежных средств, полученных в качестве оплаты инвестиционных паев, а также иного имущества, приобретенного в результате инвестирования денежных средств (паевой инвестиционный фонд). В соответствии с п. 2 ст. 11 указанного закона из числа лиц, имеющих право выступать в качестве акционеров инвестиционного фонда, исключены управляющая организация акционерного инвестиционного фонда, специализированный депозитарий, депозитарий, аудиторская организация (аудитор – индивидуальный предприниматель), исполнитель оценки, являющийся юридическим лицом, либо оценщик – индивидуальный предприниматель, с которыми акционерным инвестиционным фондом или его управляющей организацией заключены договоры на оказание соответствующих услуг. Данный перечень носит закрытый характер, что свидетельствует о том, что положения Закона об инвестиционных фондах не препятствуют отнесению профессиональных союзов к числу возможных их акционеров. Таким образом, создание инвестиционных фондов может использоваться профессиональными союзами для реализации права на осуществление инвестиций и служить самостоятельным источником капитализации их имущества.

Согласно ст. 1 Закона об инвестициях, под ними следует понимать любое имущество и иные объекты гражданских прав, принадлежащие инвестору на праве собственности, ином законном основании, позволяющем ему распоряжаться такими объектами, вкладываемые инвестором на территории Республики Беларусь установленным законом способами, в целях получения прибыли (доходов) и (или) достижения иного значимого результата либо в иных целях, не связанных с личным, семейным, домашним и иным подобным использованием. Исходя из данного определения, можно сделать вывод о том, что осуществление инвестиций (инвестиционная деятельность) необязательно должно быть направлено на извлечение прибыли и может быть связано с

достижением иных значимых целей. Кроме того, способы осуществления инвестиций, о чем было сказано ранее, не ограничиваются заключением договоров купли-продажи, а в качестве инвесторов могут выступать лица, не относящиеся к субъектам хозяйственной деятельности. Сказанное свидетельствует о том, что инвестиционная деятельность не является коммерческой деятельностью, а только обладает некоторыми ее признаками. Данное утверждение в равной степени применимо к соотношению понятий «инвестиционная» и «предпринимательская» деятельность, на том основании, что коммерческая деятельность является видом последней. Сделанный вывод в очередной раз подтверждает некорректность формулировки ч. 6 ст. 27 Закона о профсоюзах, в отношении вида деятельности, право на осуществление которой предоставлено профессиональным союзам.

По нашему мнению, наиболее подходящим понятием, характеризующим деятельность профессиональных союзов в гражданском обороте, и соответствующим их правовому статусу, является термин «хозяйственная деятельность». С точки зрения С. С. Вабищевич, под хозяйственной деятельностью следует понимать «<...> деятельность по изготовлению продукции, выполнению работ, оказанию услуг. Она может осуществляться как с целью получения прибыли, так и без <...>» [7, с. 22]. Данное понятие является всеобъемлющим: в него входит и право на занятие предпринимательской (коммерческой) деятельностью и право на осуществление инвестиций.

Обобщив сделанные выводы, нам представляется необходимым внести изменения в ч. 6 ст. 27 Закона о профсоюзах и изложить ее в следующей редакции: «Профсоюзы в соответствии с их уставными целями и задачами имеют право в порядке, установленном законодательством Республики Беларусь, осуществлять хозяйственную деятельность, формировать необходимые фонды солидарности и иные фонды. Предпринимательскую деятельность профсоюзы осуществляют постольку, поскольку она необходима для их уставных целей». Думается, что подобные изменения позволят привести в соответствие понятийно-категориальный аппарат, применяемый к профессиональным союзам при определении их права на осуществление предпринимательской деятельности.

#### *Список использованной литературы*

1. О профессиональных союзах [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь от 22 апр. 1992 г. № 1605-ХП : в ред. от 13 июля 2016 г. № 397-З // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.
2. Образовательный стандарт высшего образования. Специальность 1-25 01 10 Коммерческая деятельность. Квалификация экономист [Электронный ресурс] : утв. постановлением М-ва образов. Респ. Беларусь 30 августа 2013 г. № 88 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.
3. Гражданский кодекс Республики Беларусь [Электронный ресурс] : 07 дек. 1998 г., № 218-З: принят Палатой представителей 28 окт. 1998 г. : одобр. Советом Респ. 19 нояб. 1998 г. : в ред. Закона Респ. Беларусь от 04.05.2019 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.
4. Гублин, Е. П. Предпринимательское право Российской Федерации / Е. П. Гублин, П. Г. Лахно. – М. : Норма, Инфра-М, 2011. – 1008 с.

5. Об инвестициях [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь от 12 июля. 2013 г. № 53-З // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.
6. Об инвестиционных фондах [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь от 17 июля. 2017 г. № 52-З // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.
7. Вабищевич, С. С. Предпринимательское (хозяйственное) право Республики Беларусь / С. С. Вабищевич. – Минск : Молодежное, 2003. – 436 с.

УДК 330.354:330.342](477)

**Гоголєва Н.Ф.**, канд.физ.-мат.наук, доц., доц. каф. ВМФ  
**Фоміна О.О.**, канд.економ.наук, доц., доц. каф. ЕОО  
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»,  
м.Покровськ, Україна

## **ВИРОБНИЧА ФУНКЦІЯ ТИПУ КОББА-ДУГЛАСА ДЛЯ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ**

*Анотація. Метою роботи є побудова виробничої функції типу Кобба-Дугласа для економіки України. Проаналізовано вплив факторів на динаміку економічного зростання країни. Зроблено висновки про подальші тенденції розвитку.*

*Ключові слова: виробнича функція Кобба-Дугласа, модель економічного зростання, економічне зростання, валовий внутрішній продукт, добробут нації.*

В світі проблема економічного зростання є однією з важливіших для економістів, оскільки вона стоїть як перед макроекономічною спільнотою у цілому, так і перед конкретним суб'єктом господарювання зокрема. Існує безліч моделей, що описують процес зростання економіки, серед яких слід виділити базові моделі Домара-Харрода, Солоу, Леонтьєва, Самуельсона, що стосуються кількісного аналізу праці та капіталу та у своїй основі мають виробничу функцію типу Кобба-Дугласа. Двофакторні функції типу Кобба-Дугласа широко використовуються для оцінки потенціалу та перспектив розвитку економічної системи. Щодо досліджень, присвячених проблемі застосування моделей економічного зростання до практики господарювання в Україні, то тут можна посилатися на науковий доробок Іваненко Л. [1], Засядько А., Корольок С. [2], Черкашиної Т. [3], Янкового В. [4] та інших.

Мета нашого дослідження полягає у побудові функції типу Кобба-Дугласа для економіки України для розуміння тенденції розвитку економічної системи держави протягом тривалого часу (десятиріччя).

Зважаючи на актуальність проблеми економічного зростання для України нами було проаналізовано дані динаміки ВВП за 2010-2019 роки (таблиця 1) та побудовано відповідну виробничу функцію.

Для аналізу ВВП було взято показники його розрахунку за розподільчим методом, а саме: оплата праці найманих працівників ( $L$ ), валовий прибуток, змішаний дохід ( $K$ ), податки за виключенням субсидій на виробництво та імпорт ( $T$ ). Тут слід взяти до уваги, що показник ( $T$ ) податки за виключенням субсидій на виробництво та імпорт, який відноситься і до праці і до капіталу, але не може бути розподілений між ними відповідно до особливостей розрахунку ВВП цим методом, тому його вводимо у модель типу Кобба-Дугласа. Модель типу Кобба-Дугласа має загальний вигляд:  $Y = A \cdot L^{\alpha} \cdot K^{\beta} \cdot T^{\gamma}$ , де  $\alpha, \beta, \gamma$  коефіцієнти еластичності відповідних факторів виробництва.

Таблиця 1 – Валовий внутрішній продукт України за 2010 – 2019 р.р. у фактичних цінах (млн.грн)

| Роки | ВВП (Y) | ВВП на душу населення (грн) | Оплата праці найманих працівників (L) | Валовий прибуток, змішаний дохід (K) | Податки за виключенням субсидій на виробництво та імпорт (T) |
|------|---------|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 2010 | 1079346 | 23603,6                     | 518184                                | 433637                               | 127525                                                       |
| 2011 | 1299991 | 28813,9                     | 610615                                | 508046                               | 181330                                                       |
| 2012 | 1404669 | 30912,5                     | 705837                                | 518017                               | 180815                                                       |
| 2013 | 1465198 | 31988,7                     | 730653                                | 550222                               | 184323                                                       |
| 2014 | 1586915 | 35834,0                     | 734943                                | 647781                               | 204191                                                       |
| 2015 | 1988544 | 46210,2                     | 777646                                | 894987                               | 315911                                                       |
| 2016 | 2385367 | 55853,5                     | 873829                                | 1142194                              | 369344                                                       |
| 2017 | 2983882 | 70224,3                     | 1170747                               | 1345863                              | 467272                                                       |
| 2018 | 3558706 | 84192,0                     | 1476995                               | 1533176                              | 548535                                                       |
| 2019 | 3974564 | 94589,8                     | 1725004                               | 1683656                              | 565904                                                       |

Таблицю 1 складено за [5, 6].

Виробнича функція для економіки України має наступний вигляд:

$$Y = 2,9568 \cdot L^{0,426424} \cdot K^{0,425808} \cdot T^{0,145257}, \quad (1)$$

де  $A = 2,9568$  – це коефіцієнт, що враховує вплив факторів які не ввійшли до рівняння. Класична модель передбачає, що він відображає загальну продуктивність факторів виробництва або вплив науково-технічного прогресу на рівень розвитку економічної системи;

$Y$  – валовий внутрішній продукт у фактичних цінах;

$L$  – оплата праці найманих працівників;

$K$  – валовий прибуток, змішаний дохід;

$T$  – податки за виключенням субсидій на виробництво та імпорт.

Побудована модель статистично значима і адекватно описує вхідні дані. Значення коефіцієнту детермінації, що дорівнює 0,9999778, говорить про те, що зміни  $Y$  на 99% обумовлені змінами показників  $L$ ,  $K$ ,  $T$ ; за  $F$  критерієм між факторами мультиколінеарність відсутня; стандартна похибка – 0,003685).

На основі аналізу функції (1) впливають наступні висновки: збільшення оплати праці та змішаного доходу на 1% веде до збільшення ВВП на 0,426 %, збільшення змішаного доходу на 1% забезпечує зростання ВВП на 0,426 %, збільшення податків на виробництво та імпорт на 1% збільшує ВВП на 0,145 %.

Прологарифмуємо отриману виробничу функцію

$$\ln Y = \ln 2.9568 + 0.426424 \ln L + 0.425808 \ln K + 0.145257 \ln T,$$

та продиференціюємо її  $\frac{dY}{Y} = 0.426424 \frac{dL}{L} + 0.425808 \frac{dK}{K} + 0.145257 \frac{dT}{T}$ .

Величини  $\frac{dL}{L}$ ;  $\frac{dK}{K}$ ;  $\frac{dT}{T}$  виражають відсоткові зміни  $L, K, T$  за період 2018-2019 роки, вони відповідно дорівнюють (згідно з даними таб.1) 16%, 9%, 3% відповідно. Величина  $\frac{dY}{Y}$  буде визначати процентні зміни  $Y$ :

$$\frac{dY}{Y} = 0,426424 \cdot 16 + 0,425808 \cdot 9 + 0,145257 \cdot 3 = 11,09\%.$$

Тобто, обсяг номінального ВВП за період 2018-2019 роки збільшився на 11%. За реальними даними результат 11% підтверджує адекватність моделі.

Класична модель Кобба-Дугласа передбачає, що сума коефіцієнтів еластичності, що стоять при факторах виробництва ( $L, K, T$ ), вказує на тип зростання економічної системи, її продуктивність. У нашому випадку сума коефіцієнтів еластичності дорівнює 0,997489, тобто маємо екстенсивний тип економічного зростання. Разом з тим, цей показник майже дорівнює одиниці, що є свідченням сталості розвитку економічної системи [3, с.108; 4, с.331].

Ще одним показником сталості розвитку економічної системи є зростання ВВП на душу населення протягом досліджуваного періоду, теоретично, це показник зростання добробуту нації. Проте в сучасних умовах, що на сьогодні склалися у світі, а саме криза пов'язана з пандемією COVID-2019, зупинка/гальмування промислового виробництва, надання послуг за допомогою мережі Інтернет, телефонії, прогнозувати зростання та розвиток економічної системи України, зростання добробуту нації є некоректним. Криза викрісталізовує біологічну сутність людини, виставляє пріоритетними фізіологічні потреби, змінює мотивацію до праці та господарської діяльності, трансформує виробничу сферу, відбувається переорієнтація на забезпечення якісних послуг у сфері охорони здоров'я, освіти.

#### *Список використаної літератури*

1. Иваненко Л.В. Сравнительный анализ некоторых подходов к моделированию влияния человеческого капитала на добавленную стоимость в экономике. URL: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/sim\\_2016\\_2016\\_13.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/sim_2016_2016_13.pdf)
2. Засядько А.А., Королюк С.С. Моделирование максимизации прибутку на основі виробничої функції Кобба-Дугласа. *Системи обробки інформації*. 2017. випуск 2 (148). С. 168-173. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi\\_2017\\_2\\_33](http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2017_2_33)
3. Черкашина Т. С. Виробнича функція Кобба-Дугласа як інструмент політики економічного

- зростання України в умовах ринкових реформ. *Економіка і суспільство*. 2019. Випуск 20. С. 103-112. URL: [http://www.economyandsociety.in.ua/journal/20\\_ukr/15.pdf](http://www.economyandsociety.in.ua/journal/20_ukr/15.pdf)
4. Янковий В. О. Економіко-математичні властивості виробничої функції Кобба-Дугласа і CES-функції. *Східна Європа: Економіка, бізнес та управління*. 2017. Випуск 2 (07). С. 330-336. URL: [http://easterneurope-ebm.in.ua/journal/7\\_2017/63.pdf](http://easterneurope-ebm.in.ua/journal/7_2017/63.pdf)
5. Державна служба статистики України. Національні рахунки. Валовий внутрішній продукт. Валовий внутрішній продукт у фактичних цінах. URL: [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu\\_u/nac\\_r.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/nac_r.htm)
6. Індокси. ВВП України. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/gdp/>

УДК 657.62(073)

**Дудник О. О.**, магістр, **Лизунова О.М.**, д.е.н., професор кафедри менеджменту  
Навчально-наукового індустріального інституту ДВНЗ «ДонНТУ»,  
м. Покровськ, Україна

## **ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА**

*Анотація: Практична значущість полягає у поетапному впровадженні стратегії діяльності підприємства з метою зменшення рівня ризику в майбутніх періодах. Правильно обрана, своєчасно скоригована стратегія є однією із запорук успішної діяльності підприємства.*

*Ключові слова: стратегія, місія, управлінський процес, стратегічний менеджмент, стратегічні фактори, планування.*

Формування стратегії підприємства передбачає визначення місії його існування, обґрунтування системи стратегічних цілей, вибір на основі аналізу можливих альтернатив найбільш доцільних напрямів їх досягнення, з метою забезпечення використання потенціалу та конкурентних переваг підприємства. Такий науково-обґрунтований підхід повинен базуватись на сучасному інструментарії стратегічного менеджменту, який створено вітчизняними та закордонними науковцями та апробовано на успішних підприємствах.

Маркетингова стратегія визначає, на яких ринках працювати, з яким споживачем, товарну, цінову і комунікативну політику. Маркетингова стратегія являє собою найважливішу функціональну частину загальної стратегії підприємства та виконує направляючу та інтегруючу роль у комплексних зусиллях підприємства на ринку.

Нестабільність бізнес-середовища зумовлює необхідність вирішення проблем гнучкої адаптації підприємств до зовнішніх змін у процесі досягнення цілей їх розвитку. Відповідно до цих змін та умов функціонування підприємств змінюються методи прийняття управлінських рішень та нагальною стає потреба щодо застосування стратегічного управління. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває пошук альтернативних рішень в системі стратегічного управління підприємствами, зростає роль і значення процесу розробки та

реалізації стратегії підприємств.

Процес формування і реалізації стратегій підприємств є предметом наукових пошуків багатьох зарубіжних і вітчизняних вчених економістів: З. Шершньової, І. Ансоффа, М. Мескона, та ін. Проблема формування маркетингової стратегії підприємства присвячено праці таких відомих зарубіжних та вітчизняних вчених як Ф. Котлер, Дж. Траут, Д. Аакер, І. Ансофф, М. Портер, Н. Куденко.

Метою статті є розкриття теоретичних основ формування стратегій діяльності підприємства та обґрунтування необхідності їх застосування для підвищення конкурентоспроможності та забезпечення конкурентних переваг.

Об'єктом дослідження є етапи формування стратегії діяльності на підприємстві. Предметом дослідження є теоретичні та методологічні засади формування стратегії підприємств.

Дослідження базується на узагальненні теоретичних засад та практичних підходів щодо розроблення та впровадження стратегії діяльності підприємства. У процесі дослідження використано такі методи: системний підхід, класичні статистичні методи.

Слово «стратегія» походить від грецького *strategia* (стратос – військо, аго – веду), тобто за походженням це військовий термін. Там він означає військове мистецтво, що вивчає закономірності та характер війни, теоретичні основи планування, підготовки і проведення крупних військових операцій із заздалегідь сформульованими стратегічними завданнями [2].

Термін «стратегія» увійшов до економічного лексикону загалом та маркетингового зокрема з військової науки. Питання визначення поняття «маркетингова стратегія» привертало увагу великої плеяди представників як вітчизняної, так і зарубіжної економічної науки.

Стратегія підприємства – це систематичний план його потенційної поведінки в умовах неповноти інформації про майбутній розвиток середовища та підприємництва, що включає формування місії, довгострокових цілей, а також шляхів і правил прийняття рішень для найбільш ефективного використання стратегічних ресурсів, сильних сторін і можливостей, усунення слабких сторін та захист від загроз зовнішнього середовища задля майбутньої прибутковості.

Маркетингова стратегія – поняття, яке як у вітчизняній, так і в зарубіжній науковій літературі не отримало чіткого визначення, якого дотримувалося б більше одного із дослідників-маркетологів

Стратегічне управління – це реалізація концепції, в якій поєднуються цільовий та інтегральний підходи до діяльності організації, що дає можливість встановлювати цілі розвитку, порівнювати їх з наявними можливостями підприємства та приводити їх у відповідність шляхом розробки та реалізації системи стратегій. У роботах західних вчених увагу зосереджено на питаннях адаптації підприємств до змінних умов зовнішнього середовища та відмінностях операційного і стратегічного управління.

Стратегічні цілі вказують напрям діяльності підприємства, встановлюють

спосіб мотивування працівників та способи проведення контролю стратегія за виконанням планів. Сфера діяльності підприємства вказує на те, які товари чи послуги і на яких ринках підприємство має намір впроваджувати. Основним способом здобуття конкурентної переваги підприємства на ринку є: хороша якість, низька ціна, швидкість доставки, марка, певні характеристики товару. Проте інколи з'являються нові та оригінальні способи здобуття переваги підприємства на ринку.

Етап 1. Інформаційне забезпечення стратегічного планування. Включає в себе підбір, класифікацію та підготовку до використання інформації щодо розроблення стратегії, яка надасть досить повну та об'єктивну характеристику факторів зовнішнього і внутрішнього середовища, можливих стратегій, методичного забезпечення.

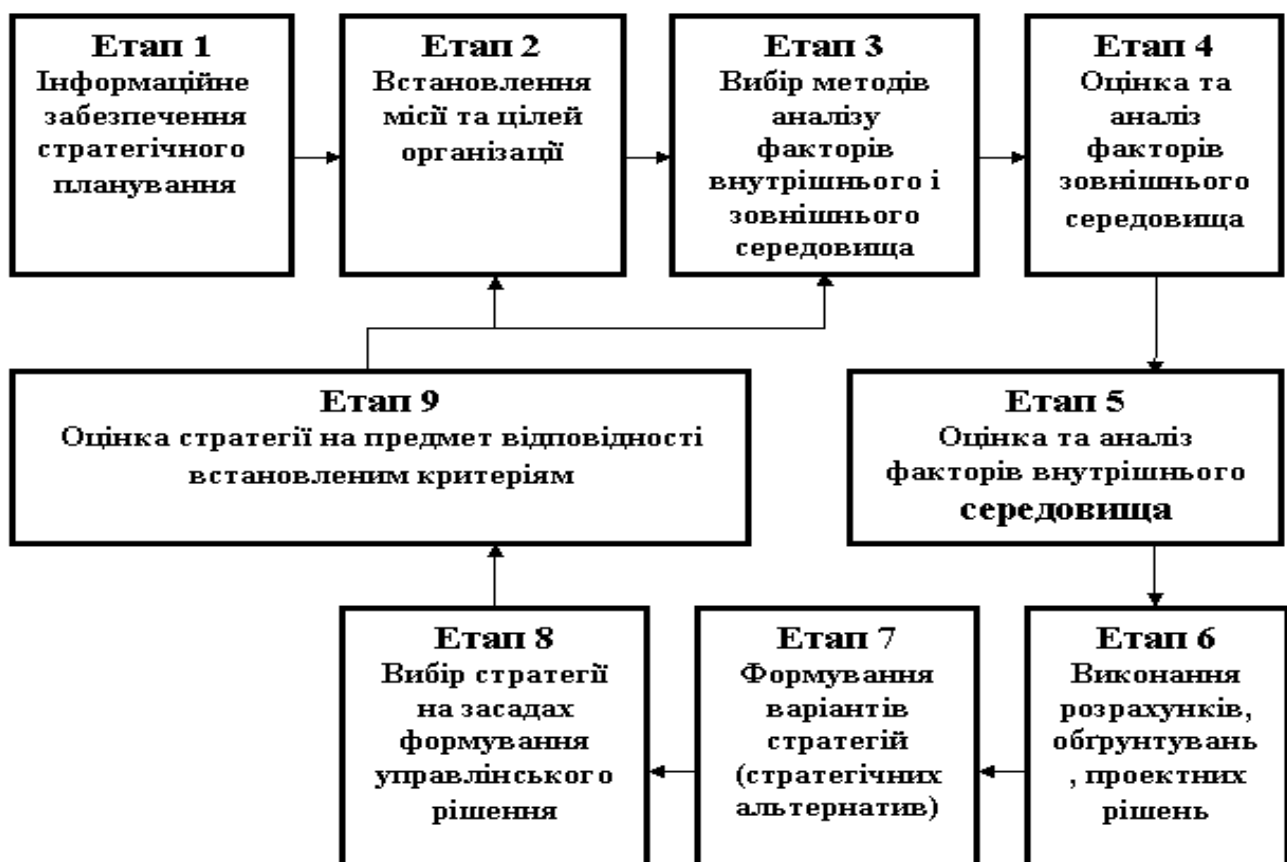


Рисунок 1 – Схематична модель стратегічного планування

Етап 2. Визначення рішення місії і цілей організації.

Етап 3. Вибір методів аналізу факторів зовнішнього і внутрішнього середовища. На цьому етапі використовують такі методи дослідження, як порівняння, експертні оцінки, системний аналіз, статистичні і соціологічні дослідження, сукупна думка збутовиків, споживачів тощо.

Етап 4. Оцінка і аналіз факторів зовнішнього середовища.

Етап 5. Оцінка і аналіз факторів внутрішнього середовища.

Етап 6. Виконання розрахунків, обґрунтувань, проектних розробок.

Етап 7. Формування варіантів стратегій. Особливість цього етапу полягає в розробленні можливих для організації варіантів стратегічних планів, тобто базових стратегій або окремих складових одного стратегічного плану.

Етап 8. Вибір оптимальної стратегії. Полягає у виборі оптимальної стратегії діяльності організації на основі оцінювання таких факторів: очікувана ефективність, рівень ризику, ринкова ситуація, вплив минулих стратегій, вплив власників, залежність від фактора часу, вплив внутрішнього і зовнішнього середовища тощо.

Реалізацію цього етапу доцільно здійснювати шляхом формування управлінського рішення про вибір оптимальної стратегії та відхилення ризикованих.

Етап 9. Оцінювання стратегії. Полягає у з'ясуванні її відповідності місії та цілям організації, а також у правильності добору методів аналізу факторів зовнішнього і внутрішнього середовища. Це забезпечує, з одного боку, очікувану цілеспрямованість стратегії, з іншого – достовірність аналізу вихідної інформації[8].

Правильно обрана, своєчасно скоригована стратегія є однією із запорук успішної діяльності підприємства.

Таблиця 1 – Класифікація базових стратегій підприємств

| Тип стратегій                       | Основні напрями                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Корпоративна (портфельна) стратегія | - встановлення інвестиційних пріоритетів і спрямування корпоративних ресурсів у найпривабливіші сфери діяльності;<br>- посилення конкурентних позицій у кожному виді бізнесу;<br>- створення та управління господарським портфелем структурних підрозділів (зміцнення ділових позицій). |
| Ділова стратегія                    | - розробка заходів, підходів до формування конкурентних переваг;<br>- об'єднання стратегічних дій основних функціональних підрозділів.                                                                                                                                                  |
| Функціональна стратегія             | - дії щодо підтримання ділової стратегії, досягнення цілей підрозділу.                                                                                                                                                                                                                  |
| Операційна стратегія                | - вирішення проблем, пов'язаних із досягненням цілей підрозділу;<br>- способи вирішення стратегічно важливих оперативних завдань (закупівля, управління запасами, ремонт, транспортування, реклама).                                                                                    |

Отже, в процесі розгляду основних теоретико-методологічних засад стратегії підприємства на ринку нами встановлено, що практичне розв'язання проблем, пов'язаних з необхідністю забезпечення ефективної роботи підприємства в перспективі залежить від ступеня освоєння методології і методів стратегічного підходу в діяльності підприємства. Формування стратегії підприємства представляє комплексну систему управління, яка заснована на прогнозуванні зовнішнього навколишнього середовища і вироблення методів адаптації підприємства до її змін. При розробці стратегії необхідно детально аналізувати зовнішнє середовище та його напрямки розвитку (стратегічні фактори). Метою аналізу стратегічних факторів зовнішнього ділового

середовища є виявлення потенційних загроз і можливостей, а також сильних і слабких сторін підприємства для формування і вибору стратегій [9].

**Висновок.** Проаналізовано поняття «стратегія підприємства» та розглянуто основні стратегії, які використовуються на сьогоднішній день. Стратегія підприємства розглядається як систематичний план його створення потенційної поведінки проблем в умовах загалом неповноти інформації про майбутній розвиток середовища та підприємництва, що включає формування місії, довгострокових цілей, а також шляхів і правил прийняття рішень для найбільш ефективного використання стратегічних ресурсів, сильних сторін і можливостей, усунення слабких сторін та захист від загроз зовнішнього середовища задля майбутньої прибутковості. Застосування стратегічного управління та стратегій на підприємствах дає змогу використовувати економічні, організаційні, технічні можливості виробництва, своєчасно координувати роботу з розвитку підприємства.

Можна відзначити, що формування стратегії діяльності підприємства – це важлива і відповідальна робота на будь якому підприємстві, від якого залежить його майбутній стан. Воно є мистецтвом управлінського персоналу, оптимальним використанням наявних ресурсів, своєчасне реагування на мінливі умови навколишнього середовища, що дозволяє домогтися певних конкурентних переваг і що забезпечує підприємству ефективну діяльність і тривалу життєздатність.

Проблема стратегічного аналізу маркетингового потенціалу, визначення структури та вартості маркетингових нематеріальних активів в Україні перебуває на стадії формування та потребує подальшого розроблення. Планування та реалізація маркетингових стратегій підприємств є необхідними для виживання в конкретному середовищі, ця проблема має практичний характер. Аналіз маркетингового потенціалу є лише першим етапом процесу формування стратегії розвитку підприємства, що буде об'єктом подальших наукових досліджень авторів.

#### *Список використаної літератури:*

1. Отенко аналіз В. І. Стратегічний політику вибір переваг підприємства стратегії та його найбільш реалізація науки : монографія / В. І. Отенко розвитку ; Харк. нац. екон. ун-т. – Харків проблема : ВД «ІНЖЕК», 2015. – 330 с.
2. Боярко І. М. Стратегічне фінансове управління підприємством : монографія / [І. М. Боярко та ін.]. – Суми : Університетська книга, 2016. – 175 с.
3. Горелов Д.О. Стратегія підприємства: навч.-метод. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / Д.О. Горелов, С.Ф. Большенко. – Харків: Вид-во ХНАДУ, 2017. – 133 с.
4. Кухарская Н. А. Реализация стратегии развития предприятия // Н. А. Кухарская // Эффективная экономика. – 2018. - №11. – [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.economy.nayka.com.ua/>

**Кириченко В.В.**, канд. фіз.-мат. наук,  
Національний технічний університет України "Київський політехнічний  
інститут імені Ігоря Сікорського", м. Київ, Україна,  
**Лесіна Є.В.**, канд. фіз.-мат. наук, доцент,  
Донецький національний технічний університет, м. Покровськ, Україна

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В ОРГАНІЗАЦІЇ**

*Анотація. В роботі розглядаються основні властивості підвищення ефективності управління організацією. Виділені особливості впровадження інформаційних систем як ключового елементу управління.*

*Ключові слова: ефективність управління, інформаційна система підприємства, системи документообігу, бізнес-процес, автоматизація, реінжиніринг, оцінка ефективності впровадження ІС.*

Оцінити передбачуваний економічний ефект від впровадження інформаційної системи в організацію є складною задачею. Зазвичай для цього використовується методика прогнозу оцінки ефективності інформаційних систем. Така методика заснована на розробці системи показників окремих бізнес-процесів, що проходять на підприємстві. Методика повинна дозволяти ще на попередньому етапі, коли приймається рішення про автоматизацію підприємства, визначити основні вимоги до рівня і складу інформаційної системи. Це досягається за рахунок аналізу впливу інформаційної системи на окремі показники бізнес-процесу. Використання такого підходу дає можливість скоротити витрати підприємства на його автоматизацію і підвищити віддачу від інформаційної системи.

Так що ж таке «інформаційна система»? Наприклад, в законі України про захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах дається наступне визначення.

Інформаційна система – це організаційно-технічна система, в якій реалізується технологія обробки інформації з використанням технічних і програмних засобів.

В теперішній час ефективність діяльності будь-якого підприємства знаходиться у великій залежності від інформаційного забезпечення. Це особливо важливо для великих та надвеликих виробництв. Добре спроектована інформаційна система дозволяє підприємствам більш ефективно вести свою діяльність при мінімальних тимчасових і трудових витратах. На даний момент поняття інформаційної системи настільки неоднозначно, що під даним терміном може використовуватися будь-яке поняття – від звичайної комп'ютерної програми, яка допомагає автоматизувати будь-який бізнес-процес, до цілого набору правил і процедур, що регламентують дії співробітників організації по виконанню безлічі різних процесів створення і використання інформації в необхідному для підприємства вигляді. Сучасний

бізнес дуже чутливий до помилок в управлінні, і для прийняття необхідного управлінського рішення в умовах крайньої невизначеності і ризику необхідно постійно тримати під контролем різні аспекти фінансово-господарської діяльності підприємства. Тому вирішення задачі підвищення ефективності роботи будь-якої організації нерозривно пов'язане із забезпеченням інформаційної підтримки процесів, які відбуваються в ній. Тому сьогодні практично ні у кого не викликає сумнівів необхідність побудови інформаційної системи організації.

Сучасна інформаційна система може складатися як із досить окремих і повністю самостійних, так і з інтегрованих продуктів.

Використання повнофункціональної єдиної системи управління ресурсами компанії може дати величезні переваги підприємству в організації ефективного управління компанією, збільшенні швидкості реакції на зміни зовнішнього середовища, підвищенні якості обслуговування клієнтів. Володіння подібною системою є досить суттєвою статтею витрат компанії, і користь від цих витрат повинна бути ретельно розрахована і проаналізована.

Впровадження інформаційних систем дає наступні переваги:

- регламентування процедур в управлінні проектами;
- аналіз ефективності інвестицій;
- застосування математичних методів для розрахунку ресурсних, вартісних параметрів проектів;
- оперативне зберігання інформації за графіком робіт, ресурсів та вартості;
- швидка оцінка впливу змін в процесі роботи;
- контроль виконання робіт.

Все це визначає необхідність пошуку нових і вдосконалення існуючих механізмів та методів управління проектами інформаційних систем, які можна об'єднати в рамках загальної концепції ефективного впровадження інформаційних систем.

В результаті проведеного дослідження особливостей впровадження інформаційних систем були виявлені основні проблеми, недоліки та ризики управління проектів в Україні. Результати дослідження можна представити у вигляді принципів ефективного управління інформаційними системами:

1. Реалізація проекту впровадження в єдиному інформаційному просторі.
2. Підготовка кінцевих користувачів до впровадження інформаційної системи на всіх етапах проекту.
3. Управління документообігом проекту автоматизації.
4. Модульне впровадження інформаційної системи, починаючи з «ключових» модулів.
5. Формування проектної команди для управління проектом впровадження.
6. Застосування методів проміжного контролю результатів.
7. Розробка комплексу заходів для оцінки та подолання опору персоналу.
8. Розробка і впровадження корпоративних стандартів управління проектами впровадження інформаційних систем.

Перераховані вище принципи лежать в основі концепції ефективного впровадження інформаційних систем. Процес впровадження інформаційної системи в організацію включає в себе серйозну реорганізацію організаційної структури з перебудовою більшості бізнес-процесів і, як наслідок, значні витрати. При цьому виникає питання: що більше вплине на ефективність бізнесу, що зазнає глибокої автоматизації, – ефективна віддача від діючої системи або її подальший реінжиніринг? Чи варто зв'язуватися з новими платформами, програмними продуктами тощо? Що, власне, є ефективність впровадження інформаційної системи?

Задача визначення ефективності впровадження ІС досить актуальна. При цьому далеко не тривіальна. Технології управління розвиваються швидко, і тому зараз буде важко знайти серйозну компанію, яка їх не використовує. Вони є необхідними для нормальної роботи підприємства. Але коли виникає задача визначення ефекту впливу інформаційних систем на конкретний бізнес і відповідно оцінки ресурсних витрат на корпоративні ІТ, то знайти її вирішення вдається далеко не завжди.

Процедура оцінки ефективності ІС включає в себе наступні етапи: вибір умов оцінки ефективності ІС (планований режим розвитку); побудова моделі фірми «без ІС» з урахуванням певного режиму розвитку фірми і урахуванням регулюючих впливів по балансуванню технологічної та фактичної ресурсної структури виробництва на кожному кроці розрахунку; побудова моделі фірми «з ІС» за умов, тотожних умовам моделі «з ІС»; подання даних динаміки кількості і складу ресурсів фірми «без ІС» і «з ІС»; оцінка вартості ресурсів і розрахунок зміни вартості ресурсів фірми в результаті впровадження ІС; аналіз динаміки чистого потоку грошових коштів, що виникає в результаті впровадження ІС, розрахунок чистої приведеної вартості ІС для фірми.

Підсумовуючи, можна сказати, що економічна ефективність є кількісною оцінкою ефективності від проведення заходів щодо впровадження інформаційної системи. Впровадження інформаційних технологій пов'язане з капітальним вкладанням, як на придбання техніки, так і на розробку проектів, виконання підготовчих робіт та підготовку кадрів. Тому впровадженню повинно передувати економічне обґрунтування доцільності.

#### *Список використаної літератури:*

1. Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 544 с.
2. Плєскач В.Л. Плєскач В.Л., Затонацька Т.Г. Інформаційні системи і технології на підприємствах. – К: Знання, 2011.
3. Черников Б.В., Ильин В.В. Управление качеством информационных систем в экономике. – М.: ИД “Форум”, 2009. – 240 с.
4. Ларсон Б. Разработка бизнес-аналитики в Microsoft SQL Server 2005. – СПб.: Питер, 2008. – 684 с.

**Кушнір Т.М.**, канд. економ. наук, доцент  
Львівський національний університет, м. Львів, Україна

## **МАРКЕТИНГ ПІСЛЯ АПОКАЛІПСИСУ**

*Анотація. Сьогодні світ переживає значні зміни, пов'язані з однією із найбільших пандемій сучасності – пандемією коронавірусу COVID-19. Багато країн впровадили карантинні заходи, чимало працівників перебувають у дистанційному режимі роботи, переведені у простій або звільнені. Економіка переживає дуже скрутні часи. Кордони закриваються, споживачі скорочують споживання, обмежуючись найнеобхіднішим. Безліч галузей щоденно недоотримують мільйони доларів прибутків. Яким буде життя після епідемії? Яким буде суспільство після епідемії? Якою буде економіка? Яким буде маркетинг? Питань безліч, відповіді знайти складно. Ми зробили спробу знайти відповіді на деякі з цих питань.*

*Ключові слова: маркетинг, коронавірус, криза, споживач, послуга, клієнт, галузь.*

В умовах пандемії коронавірусу COVID-19 трансформуються способи ведення бізнесу. Відбувається зміна структури економіки та вочевидь стане помітною зміна структури ВВП. Зміна пропорцій в економіці призведе до змін у структурі зайнятості та інструментах маркетингової діяльності. Пандемія вірусу уже призвела фінансової кризи. Головними сферами, які постраждають від кризи будуть галузі сфери послуг, що надають послуги високої контактності, тобто ті види діяльності, які потребують значного залучення клієнта у процес обслуговування, сфери, пов'язані із високою мобільністю людей та сфери, які потребують скупчення великої кількості людей в одному місці.

Водночас низка галузей відчутно виграє від запровадження карантинних заходів та від пандемії. Зокрема, сфера торгівлі продуктами харчування, яка сьогодні працює в умовах ажіотажного попиту, аптеки та вся фармацевтична галузь, сервіси доставки їжі, телебачення та медіасервіси, онлайн-освіта тощо.

Вочевидь актуалізується питання про те, яким має бути маркетинг під час пандемії та, що важливіше, після неї. Під час епідемії споживач надто чутливий до будь-яких подразників, тому дуже реагує на дії компаній, які намагаються працювати в умовах карантину. З компаніями, які «поставили життя на паузу» під час карантину все зрозуміло, в умовах епідемії вони залишаються в «підвішеному» стані. Після закінчення карантину вони або будуть шукати шляхи реанімувати свою діяльність, або не переживуть епідемії. Компанії в галузях, які виграли внаслідок епідемії мають бути готові до того, що в післякарантинних умовах їх діяльність стане менш прибутковою через те, що споживач насититься їхньою продукцією і, можливо, тривалий час не потребуватиме її. Це призведе до певного «просідання» цих галузей, і компаніям потрібно бути готовими до цього. Тобто, якщо споживач сьогодні створив собі запаси цукру, солі, олії медикаментів, то в найближчі місяць-два він не потребуватиме цих товарів, тому зростання обсягів продажу сьогодні призведе до істотного скорочення продажів після карантину. Тому компанії, які

найматимуть додаткових працівників для того, аби задовольнити ажіотажний попит споживачів зараз, через деякий час будуть змушені цих працівників звільняти. Такі ситуації необхідно прораховувати і наголошувати новим працівникам на тимчасовій зайнятості.

Сьогодні вкрай актуальним питанням є з'ясування трансформацій сучасного маркетингу після епідемії коронавірусу COVID-19. На наш погляд, пандемію та карантин багато компаній не переживе. В складних умовах найголовніше для компаній залишатись на одній хвилі зі своїми споживачами і їх потребами. Компанії, які нині надаватимуть перевагу прибуткам, робитимуть споживачів заручниками ситуації, після епідемії ризикують піддатись бойкоту з боку споживачів, а сьогодні це не складно зважаючи на комунікацію споживачів у соціальних мережах. Карантин зможуть пережити та успішно продовжити працювати лише соціально відповідальні компанії.

Сьогодні ми бачимо, що таки одним з найголовніших інструментів маркетингу є «place» (навіть незважаючи особливо на товар «product»), тобто знаходження товару там, де цього потребує споживач. Ті компанії, що в умовах форс-мажору не можуть забезпечити цієї присутності, зрештою маргіналізуються та на тривалий час будуть «виведені з гри». Окрім цього, актуальним буде маркетинг, який дещо «відсуне» на задній план прибутки компанії. Споживач має відчувати, що «його» компанія теж відчуває певний дискомфорт від роботи у складних обставинах.

Сьогодні також варто розуміти, що споживач буде раціоналізувати свою поведінку, незважаючи на першу хвилю ажіотажу. Робитиме це від безвиході через обмежені бюджети. Нині багато споживачів не мають змоги отримувати доходи, бо переведені у вимушений простій, переведені на неповний робочий день або взагалі втратили роботу. Згідно різних експертних думок та результатів опитувань вже понад 10% людей втратили роботу в Україні внаслідок карантину.

Спроби деяких компаній обіграти епідемію як маркетинговий захід, вважаємо недолугими та безглуздими, які не принесуть таким компаніям більше клієнтів, а швидше створять їм репутацію циніків, що насміхаються з людського горя. Компанії ж, які активно включились у соціальне інформування та долучились до закликів людей залишатись вдома навпаки покращать свою репутацію у напрямку соціальної відповідальності, що убезпечить їх від втрат, які неминучі внаслідок кризи, зумовленої пандемією.

Вочевидь, криза, пов'язана з епідемією не дасть нового імпульсу розвитку маркетингу з низки причин. По-перше, маркетинг дуже чутливий до кризи, тому значна кількість маркетологів втратить роботу. По-друге, через те, що роботу втратить значна частина споживачів, а в інших зменшаться доходи - скоротяться обсяги споживання, як наслідок, прибутки компаній та їх витрати на маркетинг. Мало які компанії в умовах скорочення прибутків збільшуватимуть маркетингові бюджети. По-третє, низка компаній знищить себе репутаційно через спокусу скористатись моментом та нажитись на споживачах під час епідемії. По-четверте, споживачі в умовах карантину

стають уважнішими до маркетингових прийомів, до яких вдаються компанії, тому вони відфільтрують ті компанії, які продукують низькоякісний недолугий маркетинговий продукт. Тому, є шанс на те, що маркетинг стане більш інтелектуальним та якісним. Як наслідок, значна частина низькоякісних примітивних маркетологів втратять роботу.

Врешті-решт, маємо розуміти один незаперечний факт: «Світ вже ніколи не буде таким, яким був до початку епідемії». Світ зміниться. Дай Бог, щоб він змінився на краще. Будьте усі здорові.

UDC 332.1

**Moisieienko Larysa**, PhD, assistant professor,  
Industrial Institute of the State Higher Educational Institution Donetsk National  
Technical University, Ukraine

**Yemets Kyrylo** bir öğrenci (student)  
İstanbul üniversitesi İstanbul Türkiye (İstanbul University İstanbul, Turkey)  
Republic of Cyprus

## THE ECONOMIC CONTEXT OF CYPRUS

*Abstract. The article is devoted to the study of the current economic situation of the Republic of Cyprus. The relevance of the topic lies in the need to study the problems faced by countries whose territorial integrity is violated by other countries.*

*The purpose of the article is to study the current situation and development trends of the economy of the Republic of Cyprus, to identify problems and prospects for the development of the country's economy.*

*Key words: Ukrainian-Cypriot relations, the Cyprus question, frozen conflicts, financial recovery, Republic of Cyprus.*

The relevance of the topic lies in the need to study the problems faced by countries whose territorial integrity is violated by other countries.

The purpose of the article is to study the current situation and development trends of the economy of the Republic of Cyprus, to identify problems and prospects for the development of the country's economy.

Cyprus plays an important role in Ukrainian foreign trade and investment. Cyprus remains the largest investor in the Ukrainian economy. Cyprus is an important and promising trade and economic partner of Ukraine in the Mediterranean region. The parties are interested in developing cooperation in such areas as tourism, energy, shipbuilding and agriculture. Both countries have great potential for the further development of mutually beneficial commercial ties. In particular, it is noteworthy that in Ukraine there are 3,000 enterprises with the participation of Cypriot capital. In the Republic of Cyprus there are more than a dozen enterprises with Ukrainian capital.

Recently, Ukraine and Cyprus have united common problems associated with the occupation of part of their countries by other countries[1].

Thus, as a result of the collapse of the Ottoman Empire in the early twentieth century, the island of Cyprus was in the temporary (mandated) jurisdiction of the British Crown. However, the political goal of the Greek Cypriots was to root for the political annexation of the island to Greece, such as Crete or Rhodes. But Britain was in no hurry to grant independence to Cyprus. In addition to the British, the Turkish Cypriots, who lived compactly in the northern part of the island, were strongly opposed to the unification. Subsequently, after independence, the opposing political goals of the two communities that make up the population of Cyprus became the cause of a large-scale interethnic conflict and the introduction of the UN peacekeeping contingent in 1963-1964. And later in 1974, after a military coup in Greece led by the so-called "black colonels", the Turkish authorities, seeing the danger to the Turkish Cypriots, introduced a 30,000th military corps and occupied about 35% of the territory in the north of the island, along with part of the capital Nicosia, on which on November 15, 1983, the so-called "so-called" was unilaterally proclaimed. The Turkish Republic of Northern Cyprus (TRPK), which is nowadays recognized by no one but Turkey. Greek Cypriots still consider the territory occupied - on the national flag of the Republic of Cyprus the island is depicted in full. The line of demarcation of both parts of the island has been controlled by UN peacekeepers for over 45 years.

Thus the country was divided into Greek-Cypriot (south) and Turkish-Cypriot (north) parts. From that time to the present, the Cyprus issue remains one of the existing frozen conflicts. The Republic of Cyprus continues to be violently divided and occupied. The UN Security Council has adopted a number of resolutions condemning the invasion of Turkish troops in Cyprus and the occupation of its northern territories, calling on Turkey to withdraw troops from the island, and condemning the unilateral establishment of the so-called TRPC (in particular, resolutions No. 541 (1983), No. 550 (1984) and others). In March 2004, the parties were offered a United Nations Plan (Annan Plan), for which, on April 24, 2004, separate referendums of both communities were held. This plan was rejected by 75.8% of the Greek Cypriot community, while 64.9% of the Turkish Cypriot community voted in favor.

On July 8, 2006, the negotiations between the leaders of the Greek-Cypriot and Turkish-Cypriot communities mutually recognized the basic principle of unification of the country on the basis of a two-zone dual-community federation and the political equality of both communities, in accordance with the relevant UN resolutions.

In September 2008, on the initiative of the President of the Republic of Kazakhstan, D. Christofias, with the support of the UN, complex direct negotiations on this issue were proposed directly between the leaders of both communities in the island.

In September 2008, on the initiative of the President of the Republic of Kazakhstan, D. Christofias, with the support of the UN, complex direct negotiations

on this issue were proposed directly between the leaders of both communities in the island.

The six main sections were negotiated: management and distribution of power; EU issues; economy; property of Greek Cypriots in the occupied territories; territorial issues; security and guarantees. A key problem and a serious deterrent to resolving the problem was the presence in Turkey's northern territory of a large number of occupying forces of Turkey (over 40,000 against 14,000 Armed Forces of the RK), and thus the solution to the problem depended largely on Turkey's position and political will.

Another obstacle in resolving the issue was the divergence of positions of the parties on the basis of the future structure of the state. The Greek-Cypriot side upholds its position on the creation of a two-zone, two-community federation with political equality of parties, territorial integrity and sole sovereignty, citizenship and international legal personality, as defined by the relevant resolutions of the UN Security Council. The Turkish Cypriot side insists on the creation of a confederation of two states with considerable autonomy of its subjects. A serious problem is the issue of property rights left by Greek Cypriots in the northern territories during the invasion of Turkish troops, a large part of which has been captured by migrants from Turkey, numbering more than 160,000 today. issue, Turkey's strong blocking of natural gas extraction works in the Cyprus Exclusive Economic Zone, bordering Israel's SEZ, began on September 18, 2011.

In January 2017, international negotiations on the settlement of the "frozen conflict" in Cyprus resumed. However, their first round in Geneva did not produce any concrete results. In 2018, the negotiation process was halted due to obstruction of the offshore gas exploration by the Republic of Cyprus.

Today, the UN remains the most active international factor in the settlement of the Cyprus problem. With regard to the EU, the Cyprus problem is one of the most pressing political points for it, in particular in the context of EU-Turkey relations (European integration); EU-NATO; the presence of occupying forces in part of the territory of an EU Member State; the unresolved status of the TRPC's legal status and the internal buffer line between the north and south of the island within the jurisdiction of the European Union, which raises a serious problem of illegal immigration to the EU area from northern Cyprus and others. Nevertheless, the EU's role in the settlement of the Cyprus issue is insufficient at this stage.

An analysis of this situation shows the helplessness of Europe in the settlement of the Cyprus problem for four decades, as well as the illogical position that the occupying country is considered as a potential candidate for EU membership.

According to analysts, the achievement of significant agreements between the parties today is quite problematic, given the serious differences in the positions between them and the presence of the above-mentioned complicating factors.

The Republic of Cyprus is a popular European resort and financial offshore area, which is used by businessmen from all over the world to evade taxes at home. The contributions of the Cyprus banking system to date make up 800% of the country's GDP. For years, Ukrainian businesses have been using Cyprus in their tax optimization schemes. All Ukrainian oligarchs are owners of companies in Cyprus

that own the largest enterprises in Ukraine. According to former NBU deputy head Alexander Savchenko, at least \$ 12-13 billion of Ukrainian origin is "hiding" in Cyprus.

In addition to banking, one of the main items of national income is the tourism industry, which is the main source of foreign currency revenue into the republic's budget. Cyprus's GDP in 2018 was \$ 24.5 billion. It is estimated at nearly \$ 31,000 per capita, double that of Turkey itself. Annual GDP growth has been 3-4% in recent years.

Today, Cyprus is one of the least corrupt countries, ranking 38th in the Corruption Perceptions Index among 175 countries in the world. At the same time, according to the latest World Bank annual rankings, Cyprus ranks 57th among 190 economies in ease of doing business[2]. One of the reasons is the large military expenditures of the state and assistance to refugees.

Thus, according to the estimates of the Institute for Economics and Peace (IEP), an independent, non-partisan, non-profit think tank, Cyprus ranks seventh among countries whose economies are most affected by violence. In 2019, about 30% of the GDP of the Republic of Cyprus was spent on military expenditures and assistance to refugees from the occupied territories [3].

However, the island nation has successfully completed its financial recovery program following Ireland, Portugal and Spain. Cyprus's three-year financial recovery program has been successfully completed one and a half months earlier. By the end of March 2016, the island nation will formally emerge from the custody of the European ESF and International Monetary Fund (IMF), using about 70 percent of the € 10 billion provided. Thus, Cyprus will be the fourth Eurozone country after Ireland, Portugal and Spain to be rescued by international bankruptcy creditors. Completion of the rescue program means that the island is again able to provide its own financing.

In the spring of 2013, in a severe debt and banking crisis, Cyprus lost that opportunity and was close to collapse, but agreed to accept international assistance. It was provided by the so-called "three" creditors - the European Union, the European Central Bank (ECB) and the IMF.

However, this assistance was provided on a rather harsh basis. This caused a flurry of upset in Russia at the time, as many Russian companies, even state-owned companies, had accounts in Cyprus, which had long been one of the most popular offshore companies in Europe. According to Western experts, Cyprus has been actively used by many Russians to evade taxes and "launder" illegally obtained money.

The fact that, three years after the dramatic events, the island regains financial independence, the reform program, which the EU and the IMF insisted on, has produced the desired result. Moreover, the repeated success in Cyprus, previously achieved in Ireland, Portugal and Spain, reaffirms the validity of the Europeans' concept of financial recovery for the troubled countries proposed by the Europeans, although each of these 'treatment' methods had its own specific features. In addition, the mechanism of control over the implementation of the agreements reached in the

form of regular visits of the "three" auditors has justified itself again. The financial crisis of 2012-2013 in Cyprus was largely due to the overblown and inefficient banking sector of the island at that time, which was heavily tied to Greece, which became the epicenter of the euro area debt crisis. Therefore, the small Cypriot economy was protected by a much larger Greek economy. But now the situation is that the Cypriots are already coming out of the crisis, and the Greeks still can not cope with it.

According to EU statistics, Cyprus was already out of recession in the first quarter of 2015, and in the fourth quarter it was able to increase its GDP by 2.7 percent compared to the same period of the previous year.

One of the main reasons for the rather rapid recovery in economic growth, according to the minister of the island, is that the equalization of the state budget was done solely by cutting government spending, not raising taxes. Thus, from December 2012 to December 2015, salaries of civil servants decreased by 21.5 percent, and the number of officials decreased by 8 percent.

Cyprus President Nikos Anastasiadis has promised that once the controllers of the "three" lenders cease their regular audits in Nicosia, the country's leadership will not abandon strict budgetary discipline and will not resort to populism, even before the election. The island has time until the end of 2031 to bring back the ESM Stabilization Fund, which has received € 6.3 billion from it [4].

Cyprus is an open, free-market economy, mainly based on services. After a contraction during the period 2012-2014 (with a peak GDP fall of -2.5% in 2014) due to the financial crisis and the exposure of the national banking system, the country's economy has been recovering in recent years, although it moderated from a growth rate of 4% in 2018 to an estimated 3.1% in 2019 (IMF), with domestic demand and tourism as the main growth drivers. The external situation that slowed down the economy in 2019 – namely a weaker global demand coupled with the country's heavy reliance on foreign investments – should continue this year and in 2021, with a projected growth of 2.9% and 2.7% of GDP, respectively. The banking sector, which is a key sector of the country's economy, was strongly exposed to the Greek and Russian crises. Following the banking crisis, the European rescue package singled out the depositors. The rate of non-performing loans, at 30.6%, although declining is still high and continues to represent a hindrance to the full consolidation of the country's banking system. The bankruptcy of the travel company Thomas Cook may also represent a risk for the country's economy as most of the tourists come from the UK[5].

Thus, the frozen conflict hinders not only the economic development of Cyprus, but also the effective cooperation between all parties to the Cyprus conflict. In addition, unification of the island would lead to the integration of the northern part of Cyprus into the EU, which would have a positive impact on its socio-economic indicators and standards of living, would be an additional impetus for the development of tourism. Meanwhile, despite the fact that 37% of the island's territory is occupied by Turkey, the Republic of Cyprus has been able to integrate into the European community and find a niche in regional and geopolitical relations.

## References

1. Українсько-кіпрські відносини: двадцять років динамічного розвитку / Б. І. Гуменюк // Науковий вісник Дипломатичної академії України. - 2014. - Вип. 21(2). - С. 4-12. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvdau\\_2014\\_21%282%29\\_\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvdau_2014_21%282%29__3)
2. Марина Нечипоренко. Кіпрський сценарій» на Кіпрі й на Донбасі - це дві великі різниці [електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.ukrinform.ua/rubric-world/2799992-kiprskij-scenarij-na-kipri-i-na-donbasi-ce-dvi-veliki-riznici.html>
3. Global Peace Index 2019: Measuring Peace in a Complex World, Sydney, June 2019. Available from: <http://visionofhumanity.org/reports> (accessed Date Month Year). <http://visionofhumanity.org/app/uploads/2019/06/GPI-2019-web003.pdf> c/60
4. 'Pirate state': Cyprus slams illegal Turkish drilling [Electronic resource]. Available from :<https://www.dw.com/en/pirate-state-cyprus-slams-illegal-turkish-drilling/a-52061563>
5. Cyprus: Economic and Political Overview,[Electronic resource]. Available from <https://www.nordeatrade.com/fi/explore-new-market/cyprus/economical-context>

УДК 378.147

**Несторук Н. А.**, канд. пед. наук, доц.,  
доцент кафедри педагогіки та методики викладання  
Горлівського інституту іноземних мов ДВНЗ «ДДПУ», м. Бахмут, Україна,  
**Придятько І. В.**, ст. викладач кафедри електромеханіки та  
машинобудування  
Навчально-наукового індустріального інституту ДВНЗ «ДонНТУ», м.  
Покровськ, Україна

## **АНАЛІЗ ФЕНОМЕНУ ПРОКРАСТИНАЦІЇ УПРАВЛІНСЬКИХ КАДРІВ В РЕАЛІЯХ СЬОГОДЕННЯ**

*Анотація. В роботі встановлено, що прокрастинація – відкладання важливих справ на потім, стала актуальною проблемою сьогодення. Також виявлено причини її виникнення, виділивши тривожність, стрес, страхи невдачі, успіху, втрати контролю над ситуацією, надмірного відособлення та розглянуто класифікацію, виділивши наступні види: щоденна; в прийнятті рішень; компульсивна; академічна, тобто відкладання виконання навчальних завдань, підготовки до іспитів тощо. З'ясовано фактори, що впливають на появу даного феномену, серед яких: відтермінування винагород; недостатня мотивація; необхідність взаємодії з людьми, які викликають негативні емоції; перфекціонізм; умови навчального процесу, які провокують прокрастинацію а саме: нудні, рутинні, неприємні завдання, тривалий термін їх виконання, нав'язаність завдань ззовні, тощо. Обґрунтовано необхідність пошуку нових шляхів послаблення та подолання феномену прокрастинації за рахунок активізації навчально-пізнавальної діяльності здобувачів вищої освіти, що підвищить успішність, і, безперечно, рівень фахової компетентності майбутніх управлінських кадрів.*

*Ключові слова: прокрастинація, управлінські кадри, здобувачі вищої освіти, навчально-пізнавальна діяльність, академічна успішність, фахова компетентність.*

Наше суспільство вимагає від управлінських кадрів бути життєстійкими, оптимістами, успішними особистостями, дедалі більш удосконаленими, з розвинутими психологічними якостями: цілеспрямованими, наполегливими, впевненими, організованими, конкурентоспроможними, стесостійкими, тощо. Але на заваді даних якостей може стати прокрастинація, що позначається не тільки на психофізіологічному стані особистості, а й на якості, успішності навчання здобувача, а в подальшому й на рівні фахової компетентності випускників взагалі.

Найбільший внесок у дослідження прокрастинації внесли такі зарубіжні та вітчизняні науковці, як Фьоре Н., Менегетти А., Палладино Л., Мілграм Н., Рубін Т., Соболева С., Мотрук Т., Варваричева Я., Фролова О., Карамушка Л., Лугова В. та інші. Але, як показав аналіз літератури, не зважаючи на наявність теоретичних, методологічних і психолого-педагогічних робіт, шляхи подолання прокрастинації залишаються все ще недостатньо опрацьовані. В кінці ХХІ століття актуальність проблеми зростає настільки, що з'явилась необхідність пошуку нових шляхів подолання даного феномену.

Метою роботи є обґрунтування необхідності пошуку нових шляхів послаблення та подолання феномену прокрастинації майбутніх управлінських кадрів.

«Прокрастинація – форма поведінки, яка формується, як захисна реакція організму, для боротьби з тривогою, яка виникає на початку роботи над завданням у спробах завершити розпочату справу» [7, с. 11]. В основі прокрастинації лежать не лінощі, а складні, глибокі переживання особистості, пов'язані з виникаючими стресовими ситуаціями (реальними або внутрішніми) і тривогами які супроводжують нас постійно, що можуть призвести до невротичного розладу, депресії та психосоматичних захворювань, природу яких розкриває Манегетті А. [4]. Прокрастинація – відкладання важливих справ на потім. Перша науково-дослідницька робота з даної теми з'явилась у 1992 р., в роботі Мілграма Н. у праці «Прокрастинація: хвороба сучасності» [10], але відкриті наукові дискусії з даної теми почались лише з перших десятиріч двадцять першого століття. При цьому згадки та науковий опис цього явища можна зустріти набагато раніше, у тому числі в працях середини ХVІІІ століття. В науковий обіг термін «прокрастинація» був введений Рінгенбахом П. у 1977 р. в опублікованій книзі «Прокрастинація в житті людини» [6, с. 192].

Існують різні класифікації прокрастинації, але найбільш часто зустрічається в літературі класифікація Мілграма Н., який виділив 5 видів прокрастинації: щоденна (побутова), тобто відкладання домашніх справ, які повинні виконуватися регулярно; прокрастинація в прийнятті рішень (в тому числі незначних); невротична, тобто відкладання життєво важливих рішень, таких, як вибір професії або створення сім'ї; компульсивна, при якій у людини поєднуються два види прокрастинації - поведінкова і в прийнятті рішень; академічна, тобто відкладання виконання навчальних завдань, підготовки до іспитів тощо [8]. Візьмемо, наприклад, «академічну прокрастинацію» і подивимося чи є вона дійсно прокрастинацією. Даний вид прокрастинації

відноситься в основному до здобувачів вищої освіти, яким задають безліч робіт, що передбачають самостійне їх виконання: курсові, дипломні роботи, підготовка до семінарських та практичних занять, заліків, іспитів, тощо.

Вивчивши велику кількість матеріалів на тему «прокрастинація» різних науковців, ми зробили спробу систематизувати причини, виділивши наступні:

1. Тривожність, стрес, страх. Більшість психологів дотримуються думки, що основною причиною прокрастинації є почуття страху і тривоги. Вважається, що люди більш схильні до стресу, частіше страждають прокрастинацією. Цей зв'язок був виявлений Хейкоком Л. з співавторами в дослідженні взаємозв'язку тривожності з прокрастинацією. В процесі дослідження були використані модифікована форма G опитувальника прокрастинації та опитувальник тривожності. У результаті був виявлений прямий зв'язок між прокрастинацією та тривожністю [2, с. 181-195].

2. Страх невдачі. Варваричева Я. І. вважає, що найбільш поширений вид страху серед прокрастинаторів – страх невдачі. Прокрастинатори розглядають її, як недолік власних здібностей, крах надій на професійну та особисту самореалізацію. Доктор Теодор Рубін у своїй книзі «Compassion and Self-Hate», припускає, що саме страх невдачі і страх очікування чогось неможливого, не дають нам працювати, як слід, або досягати досяжних цілей, будувати відносини [9, с. 223].

3. Страх успіху. За Варваричевою Я. І., даний вид страху проявляється у страху того, що після успішного завершення якої-небудь справи на суб'єкт може звалитися велика кількість інших, більш складних, задач і максимум очікувань зі сторони оточуючих.

Крім суб'єктивних причин щодо виникнення прокрастинації в ситуаціях і справах, пов'язаних з інтелектуальною напругою, що характеризуються відтермінованою винагородою, з недостатньою мотивацією, необхідністю взаємодії з людьми, які викликають негативні емоції, існують і об'єктивні – умови навчального процесу, які провокують прокрастинацію [5, с. 23-30], а саме: нав'язаність завдань ззовні; тривалий термін виконання завдання; відтермінованість наслідків; нудні, рутинні, неприємні завдання; висока зайнятість іншими справами; відтермінованість в отриманні задоволення або нагород; значна кількість письмових завдань, тощо.

При аналізі факторів прокрастинації було виділено 2 основних аспекта: розподіл нагород і покарань у часі; непривабливість задачі. Перший фактор пов'язаний з гіпотезою – «чим далі у часі стоїть деяка подія від теперішнього моменту, тим менше впливу воно надає на рішення, що приймаються» [1].

Перфекціонізм вважається можливим детермінуючим фактором прокрастинації. Однак, в цьому разі думки психологів-науковців розходяться. Психологи-практики говорять, що прокрастинатор-перфекціоніст дотримується принципу «якщо не можеш зробити щось ідеально, краще не робити цього взагалі». Як правило, такі люди ставлять перед собою занадто важкі задачі, несумірні своїм здібностям, що набагато ускладнює їх досягнення.

Steel P. зі співавторами досліджував роль автономного вольового зусилля як фактора академічної прокрастинації. Вони встановили, що найбільш автономні форми вольового зусилля, такі як внутрішня мотивація і ототожнена мотивація (мотивація виконання особистісно-значущих задач), притаманні для більш низьких рівнів прокрастинації, в той час як менш автономні (зовнішня мотивація і демотивація) – більш високим. Єдиним шляхом, на думку авторів, зниження рівня прокрастинації – це формування внутрішньої мотивації [10] при наявності сприятливих умов. Якнайкраще, без зволікань, робота виконується тоді, коли щодо неї існують особистісна зацікавленість і неабиякі очікування [3, с. 211].

Отже, виникає необхідність у розробці педагогічної технології подолання феномену прокрастинації за рахунок активізації навчально-пізнавальної діяльності здобувачів вищої освіти, що підвищить успішність, і, безперечно, рівень фахової компетентності майбутніх управлінських кадрів.

*Список використаної літератури:*

1. Варваричева Я. И. Феномен прокрастинации : проблемы и перспективы исследования. *Вопросы психологии*. № 3, 2010. С. 121–131.
2. Ільїн Є. П. Праця та особистість. Трудоголізм, перфекціонізм та лінь. Санкт-Петербург : Пітер, 2011. 224 с.
3. Колтунович Т. А., Поліщук О. М. Прокрастинація – конфлікт між «важливим» і «приємним». «Молодий вчений». *Психологічні науки*. Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича. № 5 (45), 2017. С. 211-218.
4. Менегетти А. Психосоматика: навч. посіб. 3-є вид. Москва : БФ Онтопсихология, 2009. 352 с.
5. Мотрук Т. О. Прокрастинація як інгібітор розвитку успішної особистості. *Актуальні питання сучасної психології* : матеріали I Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених. Суми : Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2014. 388 с.
6. Соболева С. Академічна прокрастинація як психолого-педагогічна проблема. *Гуманітарний вісник*. Психологія. № 34, 2014. С 190-197.
7. Фьоре Н. Легкий способ перестать откладывать дела на потом. Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2013. 276 с.
8. Milgram N. A. Procrastination : A malady of modern time. *Boletin de Psicologia*. Vol.35: 83, 1992. p. 102.
9. Rubin T. Compassion & Self Hate. Hemel Hempstead, United Kingdom : Prentice Hall (a Pearson Education Company). 1983. 288 p.
10. Steel P. The nature of procrastination : A metaanalytical and theoretical review of quintessential self – regulatory failure. *Psychological Bulletin*, 133, 2007, (1). p. 65-94.

**Несторук Н.А.**, канд. пед. наук, доц.,  
доцент кафедри педагогіки та методики викладання,  
**Штацька А.О.**, студентка гр. 402-А  
Горлівського інституту іноземних мов ДВНЗ «ДДПУ», м. Бахмут, Україна

## **БЕЗПЕРЕРВНА ОСВІТА УПРАВЛІНСЬКИХ КАДРІВ, ЯК ФАКТОР УСПІХУ ЕФЕКТИВНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

*Анотація. В дослідженні доведено актуальність обраної теми та з'ясовано, що темпи оновлення техніки і технологій, форм організації праці стали значно перевершувати темпи зміни поколінь людей і сучасна людина має не тільки володіти певним обсягом знань, а й вміти вчитися: шукати і знаходити необхідну інформацію, щоб вирішити ті чи інші проблеми, використовувати різноманітні джерела інформації для вирішення цих проблем, постійно здобувати додаткові знання. Опрацювавши форми безперервної освіти, обґрунтовано, що сучасна освіта стає безперервною по своїй суті, різноманітною за формою і необхідною для повноцінної самореалізації кожної людини, особливо управлінських кадрів, як фактору успіху сучасного ефективного підприємства.*

*Ключові слова: безперервна освіта, навчання протягом життя, управлінські кадри, успіх ефективного підприємства.*

Актуальність дослідження проблеми безперервної освіти обумовлена сучасними реаліями науково-технічного розвитку, переходу до постіндустріального суспільства, коли найбільш вагомими якостями людини є рівень освіти, професіоналізм, творчий потенціал та готовність до безперервної освіти, постійного підвищення власної компетентності протягом усього життя. Останні десятиліття відбулася трансформація поняття безперервної освіти. Якщо до початку ХХІ століття вона сприймалася як додаткове навчання, у разі недостатності основної освіти, то в сучасних умовах освіти принципово приймається як незавершене. З іншого боку, безперервна освіта означає її цілісність, наявність внутрішнього зв'язку між компонентами освітнього простору і спадкоємності між освітніми ступенями.

Темпи оновлення техніки і технологій, форм організації праці стали значно перевершувати темпи зміни поколінь людей. В умовах «кінцевої освіти» в усьому світі загострилися проблеми функціональної неграмотності, кваліфікованого безробіття, в світі виник дефіцит політичних, економічних, правових, соціально-психологічних, екологічних та інших знань, і щоб вижити в стрімко мінливих умовах сьогодення, люди змушені постійно вчитися та переучуватися. Сучасна людина має не тільки володіти певним обсягом знань, а й вміти вчитися: шукати і знаходити необхідну інформацію, щоб вирішити ті чи інші проблеми, використовувати різноманітні джерела інформації для вирішення цих проблем, постійно здобувати додаткові знання.

Метою роботи є обґрунтування необхідності навчання протягом життя людини, особливо управлінських кадрів, як фактору успіху сучасного ефективного підприємства.

Засновником сучасних уявлень про безперервну освіту визнаний Я. А. Коменський, який вважав, що в будь-якому віці можна вчитися, і все життя повинно стати школою, де «навчалися б всі, всьому, всебічно».

Для сучасної освіти актуальні такі поняття філософії Я. А. Коменського як «пансофія» («навчання всіх всьому»), майстерня людського розуму, що визначає цілісність і системний характер знань) і принцип активності людини. Панортозія (всеспрямовані) займається сутністю справ людських, «щоб уми наповнювалися світлом пізнання» і вдосконаленням їх упорядкування. Розроблена Я. А. Коменським стратегія розвитку освіти актуальна і в даний час, коли для того, щоб відповідати вимогам стрімко мінливого суспільства та не опинитися за бортом життя, людина повинна постійно поповнювати, розширювати і уточнювати багаж своїх знань, підвищувати загальну і професійну культуру, розвивати свій творчий потенціал.

Безперервна освіта – безперервна система навчання, яка охоплює загальноосвітню та професійну школи, середні спеціальні й вищі навчальні заклади, перепідготовку й підвищення кваліфікації кадрів, самоосвіту. Система безперервної освіти передбачає необхідність створення можливостей для задоволення потреби людини в навчанні протягом усього її життя в поєднанні з конкретною трудовою діяльністю [2, с. 136].

Процес безперервної освіти – це завжди процес взаємопізнання, встановлення понятійно-сислової і практико-доцільної відповідності внутрішніх і зовнішніх потреб і очікувань. Безперервність освіти здійснюється за наявності обов'язкової внутрішньої спрямованості на процес навчання, стійкої пізнавальної мотивації. Розумова діяльність – це надання відомим, розрізненим знакам, нового сенсу, шляхом їх інтерпретації та об'єднання в певну цілісність, що відповідає вимогам наукового знання і практичної значущості, яка максимально ефективно може бути здійснена при використанні герменевтичного способу пізнання, який передбачає кількаразову перевірку, коригування та варіантність її кінцевого результату.

Однією з базисних проблем безперервної освіти є проблема забезпечення цілісності і наступності освітніх програм для формування бажаних компетентностей здобувачів освіти (слухачів) відповідно запитами і перспективами розвитку ринку праці. Очевидно, що найбільш ефективним тут може бути регіональний підхід, який максимально враховує місцеву специфіку.

Безперервна освіта включає в себе три складових: формальну, неформальну й інформальну освіту.

Формальною називається освіта, що надається в рамках національної освітньої системи, яка охоплює школи, коледжі, університети та інші офіційні освітні установи, що утворюють безперервні «сходи» освіти на базі взаємопов'язаних навчальних програм. Кожен завершальний етап формальної освіти закріплюється атестатом або дипломом державного зразка. Даний вид освіти є основним видом занять дітей та молоді у віці від 5-7 років до 20-25 років.

До неформальної освіти відноситься будь-яка організована та триваюча якийсь час навчальна діяльність, яка доповнює формальну освіту. Неформальна

освіта може мати як професійну спрямованість, так і загальнокультурне значення, але вона не впливає на рівень освіти. В Україні до цієї категорії відносяться, в першу чергу, установи додаткової освіти дітей та молоді. Останнім часом з розвитком засобів комунікації комп'ютерних технологій в нашій країні почала розвиватися дистанційні форми додаткового навчання для дітей і дорослих. Використовуючи дистанційне навчання, люди можуть мати постійний цілодобовий доступ до освіти, де б і коли б вони не вирішили продовжити своє навчання. Це особливо важливо для людей з особливими потребами та інших малозахищених груп населення. Інформаційні технології в цьому плані надають величезні можливості отримання якісної освіти без великих витрат і віддаленому місці.

Інформальне навчання включає всі види навчальної діяльності, які не потрапляють під визначення формальної та неформальної освіти. Дана форма освіти відрізняється, як правило, невисоким рівнем організації та може відбуватися як на індивідуальному (самоосвіта), так і на груповому (на робочому місці або в сім'ї) [1, с. 75].

Змішане навчання - навчання з використанням традиційного очного формату разом з інтерактивними інструментами і цифровими матеріалами. Такий формат на лідируючих майданчиках дистанційного навчання використовується на довгострокових, середньострокових і короткострокових програмах [3]. Особливо цінно надання цифрових матеріалів для обов'язкового і додаткового вивчення в додаток до очних лекцій, а також проведення в очному форматі окремих модулів і дисциплін, освоєння яких спрощується через очне спілкування. Навчання в віртуальних класах - навчання через Інтернет в онлайн зв'язку з викладачем та іншими слухачами. Вебінари на окремих платформах, електронні семінари в системах дистанційного навчання в даний час вже досить активно проводяться в вузах.

Світова практика, яку вже перейняли в Україні, показує, що найчастіше це безкоштовні курси з відеолекціями від 15 хвилин до години з тестовими питаннями та можливість віддалено отримати сертифікати від відомих викладачів і/або навчальних закладів (наприклад курси на відкритих онлайн-платформах <https://courses.ed-era.com/>: 1. Соціальне підприємництво та конкурентоспроможність. 2. З місця в кар'єру. 3. Протидія та попередження булінгу. 4. Ефективні комунікації для освітніх управлінців. 5. Недискримінаційний підхід у навчанні. 6. Академічна доброчесність. 7. Права людини в освітньому просторі тощо).

Світове майбутнє безперервної освіти пов'язують з наступними трендами: learning - електронне або цифрове навчання, тобто навчання з використанням технологічних пристроїв для віддаленого вивчення інформації, найчастіше з передачею через Інтернет, але з можливістю навчатися і без підключення до мережі.

Концепція безперервної освіти заснована на принципах безперервності, гнучкості, швидкій динаміці, пов'язаної зі зміною потреб на ринку праці, на реалізації концепту освіти «не на все життя, а через все життя». Ключова ідея

безперервної освіти - ідея розвитку, розкриття індивідуального творчого потенціалу, вдосконалення людини. У втраті ідеї самоцінності розвитку, слабкості мотивації до розвитку «в ім'я розвитку» і полягає одна з основних проблем безперервної освіти. Одна з причин - в надмірному прагматизмі сьогоdnішнього життя і трансформації цінностей сучасної людини в світі, де все продається і має свою ціну, все більшому розгляді освіти як сукупності «освітніх послуг», забутті фундаментальних досліджень. Утім, як не ставитися до сучасних тенденцій, слід визнати, що в умовах сьогоdnення ідеї конкурентоспроможності, як умови забезпечення добробуту людини і національної безпеки держави, поки альтернативи немає. Тому одне із завдань безперервної освіти як раз і полягає в тому, щоб, формуючи конкурентоспроможність, змінити її змістовну сторону, зробити її більш «людяною», підпорядкувати вектору розвитку в ім'я розвитку.

У пошуку нової моделі освіти для України слід робити акцент на зміну стратегічних, глобальних її цілей, зокрема зосередитися на формуванні людських, особистісних якостей фахівця, що постають водночас і як мета, і як засіб її підготовки до майбутньої професійної діяльності на основі компетентнісного підходу.

Таким чином, активний розвиток безперервної освіти обумовлено глобальними тенденціями сучасного ринку, зокрема, збільшенням цінності часового ресурсу, об'єктивною необхідністю в постійному отриманні нових знань, а також вдосконаленням інформаційних технологій.

Сучасна освіта стає безперервною по своїй суті, різноманітною за формою і необхідною для повноцінної самореалізації кожної людини, особливо управлінських кадрів, як фактору успіху сучасного ефективного підприємства.

#### *Список використаної літератури*

1. Бочаров М. И. Зависимость содержания и качества образования от формы организации учебного процесса в непрерывном образовании. Москва: Образование. 2004. 263с.
2. Євтухова Т. І. та ін. Корпоративна культура: навчально-методичний посібник / Т. І. Євтухова, Ю. В. Легенько, О. В. Родіонов, О. В. Родіонов, О. М. Руденко. Київ: ДП «Укртехінформ», 2013. 185 с.
3. Зінченко Г. П. Передумови становлення теорії безперервної освіти. Київ: Педагогіка. 2001. С. 31-79.

**Піскорська Т. М.**, студентка, **Лизунова О.М.**, д.е.н., професор кафедри менеджменту Навчально-наукового індустріального інституту ДВНЗ «ДонНТУ», Покровськ, Україна

## **ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ КЛІЄНТІВ БАНКІВСЬКИХ УСТАНОВ**

*Анотація. В статті досліджуються проблеми, пов'язані з підвищенням якості обслуговування клієнтів банківських установ. Розглянуто заходи банку щодо залучення нових клієнтів та запропоновано шляхи розвитку банківської діяльності.*

*Ключові слова : банківська система, якість обслуговування, банківські послуги, клієнтська служба, клієнт*

Без добре розвиненої банківської системи неможливо забезпечити успішний економічний розвиток країни. Діяльність банків залежить від політичної ситуації в країні та світі, процесів світової економіки та ще низки різних механізмів впливу. Умови посилення конкуренції диктують необхідність розробки гнучких ринкових стратегій, розробки нових сегментів, послуг та методів обслуговування клієнтів банку. Таким чином, розгляд проблем підвищення якості обслуговування клієнтів банківських установ сьогодні є актуальним.

Клієнт банку - це учасник економічних відносин, який прагне отримати вигоду від операцій банку на взаємній основі. Банк може надавати банківські послуги конкретним клієнтам та невизначеному колу клієнтів.

Клієнти банку є основою його розвитку. У зв'язку з цим учасників економічних відносин можна класифікувати за ознакою постійності відносин:

- постійні клієнти – це група клієнтів характеризується наявністю банківського рахунку й довгострокових взаємовідносин з банком. Як правило, вони зорієнтовані на одержання послуг тільки в одному банку;
- випадкові – клієнтів, вони не зацікавлені в довгострокових відносинах з конкретним банком. Вони можуть скористатися його послугами з метою разової вигоди або в результаті непередбачених випадків;
- нові клієнти - це потенціал росту і розвитку банку. Потенційні клієнти які хочуть одержувати користь від діяльності банку, може виявлятися як в явній, так і прихованій формі. [1].

Банки прагнуть збільшити їх кількість та покращити якість їх обслуговування, вживаючи відповідних заходів для забезпечення виконання своїх функцій та стратегічних цілей.

Сьогодні основна маса українських банків може якісно виконувати не більше 40—50 видів операцій та послуг. У той же час великі іноземні банки пропонують близько 500 видів операцій та послуг [2].

На відміну від продукту промислового підприємства, банківський продукт не виглядає як дещо матеріальне та речове. У сучасних умовах, коли по змістовній наповненості продуктового ряду діяльність більшості банків все

більше зближується, дуже важливо використовувати можливості вирізняти послуги. Необхідно підвищувати рівень їх відчутності, якості і зручності обслуговування. У рамках кожного виду можна виділити кілька продуктів, які будуть розрізняються ставками, термінами, іншими умовами, а також цільовою групою клієнтів.

Важливою рисою, яка характеризує банківський продукт, є його імідж, який являє собою поширене і досить стійке уявлення про відмінні або виняткові якості продукту, які надають йому особливу рису та виділяють його з поміж всіх. До особливостей банківських послуг відносять:

- абстрактність (невідчутність і складність сприйняття);
- невіддільність послуг від їхнього джерела;
- непостійність якості банківської послуги;
- договірний характер обслуговування;
- взаємозв'язок з грошима. [3].

Складові якості банківського обслуговування наведено на рис.1



Рисунок 1 - Складові якості банківського обслуговування

Банк повинен будувати свої відносини з клієнтами таким чином, щоб у них формувалося лише позитивне та довірливе ставлення до банку.

Змінність якості банківських послуг пояснюється тим, що якість кожної послуги залежить від конкретних умов, за яких вона надається.

Саме з цієї точки зору основними факторами, що впливають на якість, виступають кваліфікація та особисті якості працівників банку, його внутрішня культура і якість менеджменту. Для того, щоб захистити інтереси клієнтів, банки розробляють спеціальні стандарти та стандарти обслуговування клієнтів.

Взаємодію з клієнтами в банку забезпечує клієнтська служба. Розвиток діяльності клієнтської служби в Україні йде шляхом опанування та прямого запозичення досвіду західних колег. [4].

Одним з головних критеріїв співробітництва банку з клієнтом є організація телефонного контакту з клієнтом – це параметр, що характеризує наскільки банк готовий до співробітництва. Така робота повинна забезпечувати не лише позитивне враження клієнта про банк, правильно визначити проблеми клієнта в цілому та встановити якомога ширший обсяг цього співробітництва.

Якість банківських продуктів є основою для розвитку кожного банку та його ефективній співпраці. Але, на жаль, ця стратегія почала формуватися зовсім недавно. При визначенні найоптимальнішої стратегії просування банку, необхідно проаналізувати кожен напрямок взаємин банку зі своїми постійними і випадковими клієнтами. Для цього спочатку проводиться дослідження задоволеності клієнтів банку.

На думку зарубіжних банкірів, стратегія банку, має враховувати довічну цінність клієнта що має бути ключовою для компанії, також необхідно ставити в пріоритет урахування збільшення прибутковості в процесі взаємодії банку з кожним клієнтом зараз і в довгостроковій перспективі; утримувати клієнтів, завдяки ефективним індивідуальним програмам лояльності та ефективно здійснювати перехресні продажі.

Отже, враження клієнта про банк складається на підставі цілого комплексу параметрів, необхідно розв'язувати ці проблеми за допомогою користування послугами і надання рекомендацій супутніх послуг, які забезпечують додаткові зручності обслуговування. Це можливо досягнути тільки при організації діяльності повноцінної клієнтської служби.

*Список використаної літератури:*

1. Поняття і структура ринку банківських послуг. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://buklib.net/books/30054/>
2. Класифікація банківських операцій і послуг. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://pidruchniki.com/19480327/bankivska\\_sprava/klasifikatsiya\\_bankivskih\\_operatsiy\\_poslug](https://pidruchniki.com/19480327/bankivska_sprava/klasifikatsiya_bankivskih_operatsiy_poslug)
3. Особливості банківських послуг і продуктів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://stud.com.ua/37849/bankivska\\_sprava/osoblivosti\\_bankivskih\\_poslug\\_produktyv](https://stud.com.ua/37849/bankivska_sprava/osoblivosti_bankivskih_poslug_produktyv)
4. Сутність страхової діяльності. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://works.doklad.ru/view/Cd6VDt4BdW4.html>

**Солонинка О.А.**, магістр Навчально-наукового індустріального інституту  
ДВНЗ «ДонНТУ», м. Покровськ, Україна

**Лизунова А.Д.**, студентка Київського національного економічного  
університету, м. Київ, Україна

**Лизунова О.М.**, д.е.н., професор кафедри менеджменту  
Навчально-наукового індустріального інституту ДВНЗ «ДонНТУ»,  
м. Покровськ, Україна

## **ОПОДАТКУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ: ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ**

*Анотація. В статті досліджуються проблеми, пов'язані з процесами оподаткування діяльності підприємств. Встановлено основні напрямки політики, спрямованої на подолання негативних факторів, що перешкоджають розвитку підприємств, запропоновані шляхи вирішення проблем, пов'язаних з оподаткуванням підприємств.*

*Ключові слова: податки, підприємство, фінансовий результат, податкова політика, ставка оподаткування, додана вартість*

Податкова система є найдієвішим інструментом державного регулювання процесів, що відбуваються в економіці та соціальному житті суспільства. Основним інструментом державного регулювання є податкова політика та фінансовий вплив на підприємництво. Завдяки цьому впливу держава досягає поставленої мети по забезпеченню економічного росту, провадженню ефективної цінової політики, зайнятості населення, створенню системи соціального захисту, створенню рівноваги у зовнішньоекономічній діяльності тощо. Таким чином, розв'язання проблем, пов'язаних з оподаткуванням діяльності підприємств в сучасних умовах розвитку економіки є актуальним завданням.

Роль податків не зводиться лише до наповнення бюджетів різних рівнів. Податки є важливим важелем впливу на підприємницьку діяльність. Використовуючи податки, держава впливає на темпи економічного розвитку і конкурентоспроможність тих чи інших галузей економіки. Остання досягається шляхом використання податкових пільг. А шляхом регулювання розміру податкових ставок держава впливає на обсяг надходжень до бюджету [1].

Мало хто сплачує податки за власним бажанням. Вони є необхідними для гармонічного розвитку держави. У більшості країн вони становлять основну частину державного бюджету. Проте їх розмір і особливості у кожній з них певним чином відрізняються. Податкова система є важливим інструментом економічної і соціальної політики. Ефективне регулювання в економічній, податковій та соціальній сферах сприяє економічному розвитку та соціально-політичній стабільності держави. Прорахунки та крайнощі лише ускладнюють соціально-економічну ситуацію в країні [2, 3].

Система оподаткування, як і фінансова або політична системи, у кожній країні має певні особливості та відмінності. Проаналізувавши інформацію про процеси оподаткування, можна зробити висновки про життя у європейських

країнах: податки становлять чималу частину від доходів громадян. Але в той же час, внески окупаються завдяки добре розвиненій системі соціального захисту населення, забезпечення високого рівня медичного обслуговування, якісної освіти. Тобто, рівень життя у європейських країнах є доволі високим [4,5].

Україна будує свою податкову систему, орієнтуючись на найрозвиненіші країни світу. Податкова система нашої країни виступає головним знаряддям реалізації економічної доктрини та забезпечує фінансову базу держави. Ефективна реалізація податкової політики потребує теоретичного обґрунтування системи принципів та інструментів її реалізації, а також методичного забезпечення їх застосування. При реформуванні податкової системи України не варто говорити лише про зниження рівня оподаткування. Нинішній рівень оподаткування в Україні має свої об'єктивні межі, зумовлені системою витрат бюджету. Підвищення ефективності податкової системи України вимагає:

- посилення стимулюючої ролі прямих податків шляхом застосування обґрунтованої диференціації податкових ставок та податкових пільг як одних з основних способів податкового регулювання діяльності;
- забезпечення стабільності податкового законодавства з максимально чітким і несуперечливим формуванням норм податкового права;
- спрощення процедур адміністрування податків та підвищення прозорості контролю їх використання;
- підвищення ефективності роботи контролюючих органів.

Реалізація вказаних заходів підвищить ефективність функціонування вітчизняної податкової системи, що дасть можливість активізувати господарську діяльність суб'єктів господарювання, забезпечити динамічне економічне зростання з підвищенням рівня та якості життя населення [6].

Досвід економічно розвинених країн свідчить, що тільки на основі глибокого осмислення процесів, що відбуваються в оподаткуванні, пошуку нових рішень і компромісів вдається реалізувати на практиці необхідні перетворення.

*Список використаної літератури:*

1. Історія економічних вчень. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://subject.com.ua/economic/mazurok/71.html>
2. Податки і податкова система. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://pidruchniki.com/1931071039856/politekonomiya/podatki\\_podatkova\\_sistema](https://pidruchniki.com/1931071039856/politekonomiya/podatki_podatkova_sistema)
3. Налоги в мире. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://worldtaxes.ru/>
4. Ціна держави. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://cost.ua/>
5. Актуальні напрями реформування вітчизняної податкової системи. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ngoipr.org.ua/news/aktualni-napryamy-reformuvannya-vitchyznyanoyi-podatkovoyi-sistemy/>
6. Податки в Україні. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://voxukraine.org/uk/podatki-v-ukrayini-hto-za-shho-i-silki-platit-derzhavi/>

**Сорокіна А. О.**, студентка, **Грицук О.В.**, доц.канд.псих.наук.  
Горлівський Інститут Іноземних Мов ДВНЗ «ДДПУ», м. Бахмут, Україна

## **ЕМОЦІЙНИЙ СТАН ПРАЦІВНИКІВ, КОТРІ МАЮТЬ ДІТЕЙ-СТУДЕНТІВ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ, ЯК ОСНОВА ЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ**

*Анотація. В роботі презентовано аналіз емоційних станів працівників, що мають дітей студентів вищих навчальних закладів, та їх вплив на роботу підприємства. Проаналізовано критерії ефективного управління промислових підприємств в сучасних умовах.*

*Ключові слова: емоційна сфера, психічне напруження, стосунки, стани, батьки-підлітки, ефективне управління.*

На сьогоднішній день, вчені та психологи особливу увагу приділяють проблемі вивчення емоцій та емоційних станів. Протягом багатьох років, діагностуючи емоційну сферу особистості, а саме батьків студентів вищих навчальних закладів, котрі працюють на промислових підприємствах, було створено безліч методів вивчення та велику кількість наукових робіт. Та на жаль, у практичній психології залишається проблемним питання достовірності параметрів визначення емоційного стану особистості, а також уникнення бажаних для соціуму відповідей та дотримання об'єктивності та правильної інтерпретації результатів.

В актуальних питаннях сучасної психології емоційний стан людини займає одне із провідних місць. Емоційний стан пов'язаний у першу чергу з переживанням особистості. У реальному житті, від особи, яка займається багатьма видами діяльності, вимагають особливі надмірні зусилля, що у майбутньому можуть спричинити психічне напруження. Такі умови роботи можна назвати екстремальними, через які в особистості можуть проявлятися різні психічні стани. Психічні стани відрізняються один від одного за змістом і динамікою, які як позитивно так і негативно впливають на діяльність.

Перший емоційні явища як один з психологічних феноменів почав розглядати У. Джеймс. У своїх роботах він виокремив дві групи феноменів: фізіологічних і психологічних, які він називав станами [1, с. 85-93].

Розглядаючи питання про співвідношення психічних й емоційних станів, Є. П. Ільїн розглядав наступні варіанти, що існують в сучасній психологічній літературі:

- 1) вони являються різними станами, незалежними один від одного;
- 2) психічні й емоційні стани – це одне й те ж саме;
- 3) емоційні стани є частиною (компонентом) психічних станів. [2, с. 29].

Більшість станів «відмічають» знаком і модальністю емоційних переживань. Цей доказ доводить нерозривність емоцій і станів. Є. П. Ільїн не намагається довести тотожність емоційних й психічних станів.

Емоційна сторона станів робітників промислових підприємств проявляється у переживаннях (втоми, апатії, нудьги, страху), а фізіологічна

сторона – у заміні ряду функцій – вегетативних і рухових. Ці сторони, що емоційні, що фізіологічні невіддільні одна від одної. У такій єдності станів причинним фактором може служити кожний з них. Прикладом може стати те, що при розвитку стану монотонії причиною може стати почуття апатії й нудьги, а при розвитку стану стомлення – фізіологічні зміни, які виникають в рухових нервових центрах або м'язах і пов'язані із цим відчуття.

Емоційні стани можуть активувати когнітивний процес, впливати на його перебіг або навпаки. Таким чином, зв'язки між станами та когнітивними процесами можна схарактеризувати як динамічні та взаємні. Незалежно від когнітивних процесів емоційні стани можуть існувати у свідомості. Людина може перебувати у різних станах не усвідомлюючи це. К. Е. Ізард вказує, що «переживання гніву та усвідомлення гніву – це два різних процеси, але вони можуть впливати один на одного, вступаючи в емоційно-когнітивні інтеракції. Так, «переживання гніву викликає у людини відповідні («гнівні») думки та дії, а саморефлексія, усвідомлення людиною свого емоційного стану, як правило, трансформує і переживання, і саму емоцію» [2, с. 88].

У сучасному світі стосунки між підлітками та батьками супроводжуються конфліктами та непорозуміннями. Це впливає на якість роботи батьків на підприємствах. Причиною цього, психологи виявили у психології самих батьків, котрі не хочуть або не можуть сприймати емоційний світ підлітка.

Дорослі, котрі самі зростали у сприятливих умовах, у шануванні власних почуттів, зазвичай вміють проявляти цінність та повагу до почуттів своїх дітей. При певних умовах це відбувається у природному, невимушеному руслі. І навпаки: батьки, котрі були обділені батьківською увагою у дитинстві, скоріш за все швидше, їм важко дається проявляти пошану та прийняття дитячих емоцій. Це потребує постійних зусиль над собою та своїми навичками. Нехтування батьками дитячих емоцій проявляється у тому, що дитина більшу частину свого часу проводить з телефоном або планшетом.

Особливу увагу приділяють переживанням батьків при вступі дитини до інституту. Як би батьки першокурсника не намагалися заспокоїти дитину щодо вступу, тривога все одно залишається. Людина не може існувати без тривоги, бо це – не лише об'єктивна тривога, але й реакція на небезпеку. А як раз вступ до вищого навчального закладу є подією, коли хвилюються і батьки, і діти. Також особливістю є те, що тривога батьків впливає на посилення тривоги у дітей, та навпаки – тривога дітей передається батькам. Таким чином, якщо не хвилюються батьки – не хвилюються і діти або навпаки.

Емоційні стосунки у сім'ї відіграють одну з найважливіших ролей, завдяки якій члени родини можуть називати себе єдиним цілим, відчуваючи тепло, любов, підтримку кожного з членів сім'ї. Такі стосунки у родині сприяють зменшенню міжособових переживань, покращенню якості роботи, які є частиною сімейного життя та виховного процесу. Негативні як і позитивні емоційні стосунки у родині впливають на формування особистості студента вищого навчального закладу.

Певна частина батьків не мають єдиного підходу до виховання дитини. Це проявляється у протиріччях між батьками, у відсутності чітких вимог до дитини.

Саме через те, що батьківські реакції є непередбаченими, позбавляє студента відчуття стабільності, та провокує відчуття тривожності, невпевненості, соціальну дезадаптацію, що може погано впливати на успішність у навчанні у вищому навчальному закладі. Проблеми можуть виникнути з самоконтролем у навчанні, відчутті відповідальності, заниженій самооцінці.

Способи емоційного впливу на студента не повинні бути спонтанними та мати залежність від настрою батьків. Окремо потрібно виділити, що при оцінці вчинків студента і намагання регулювати його поведінку «метод пряника» повинен бути панівним. Адже, як було сказано раніше, студент має інших авторитетів та може сприймати їх думку важливішою, аніж батьківську. Тільки при особливому серйозному проступку можна використати відчуження як певну форму несхвалення. Але таку форму виховання потрібно використовувати дійсно при особливих ситуаціях. Дитині, у такому непростому віці, важливо чути словесну підтримку, вираження любові до себе від батьків, а не просто добре ставлення.

Тому, батькам необхідно звернути увагу, що узгодження взаємних потреб, доброзичливі стосунки між ними та студентом, сприятливо впливають на емоційну складову усіх членів родини. На розвиток особистості студента має вплив вироблення загальних позицій або уявлень, а також особливості спілкування з батьками. Та навпаки, у родині, в якій відсутні розуміння та повага зі сторони батьків та дітей може стати причиною напружених стосунків та конфліктів між членами родини та набуттю проблем на роботі, що веде за собою зниження роботи промислових підприємств.

*Список використаної літератури:*

1. Душка А.Л. Генезис и виды проявления эмоций. Вісник Одеського національного університету. Психологія. 2013. Т.18 (4).
2. Ильин Е.П. Эмоции и чувства. 2-е изд. СПб: Питер, 2013. 783 с.

**Шевченко А.М.**, студентка, **Лизунова О.М.**, д.е.н., професор кафедри менеджменту Навчально-наукового індустріального інституту ДВНЗ «ДонНТУ», Покровськ, Україна

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ БАНКІВСЬКИХ УСТАНОВ**

*Анотація. В статті досліджуються проблеми, пов'язані з напрямками підвищення економічної безпеки банківських установ. Виявлені характеристики фінансової безпеки підприємств і установ. Надано заходи щодо забезпечення безпеки їх діяльності.*

*Ключові слова : загрози діяльності, криза, банкрутство, економічні потреби, фінансова небезпека*

Безпека банку - це стан сталої діяльності, який, незалежно від його операційного стану, може забезпечити реалізацію основних інтересів банку, пріоритетних цілей та захист від зовнішніх та внутрішніх руйнівних факторів. Основним критерієм безпеки та ефективності роботи банку є стабільність фінансово-економічних умов банку.

Питання безпеки банківської системи досліджують і зарубіжні, і вітчизняні науковці. Однак, деякі питання, пов'язані із забезпеченням фінансово-економічної безпеки комерційних банків у нових економічних та політичних умовах, залишаються недостатньо вивченими та потребують детального дослідження

Мета банківської безпеки - усунути можливість банківських втрат або втрати прибутку, забезпечити її ефективне функціонування та якісну реалізацію операцій та транзакцій.

Безпека банківського сектору є частиною фінансової безпеки країни, оскільки банківська система є найважливішою частиною фінансового та кредитного сектору уряду. Саме стан банківського сектору визначає рівень фінансово-кредитної безпеки, а отже, рівень фінансової безпеки держави.

Фінансова безпека одного банку тісно пов'язана із безпекою всього банківського сектору. Вони взаємодіють між собою. Фінансова безпека банку є важливою складовою фінансової та національної безпеки та державою банківської установи, яка через рівновагу та опір зовнішнім та внутрішнім загрозам, здатність досягти своїх цілей та достатні фінансові ресурси для створення стійкого розвитку забезпечити [1].

Безпека - це процес, покликаний захистити компанію та приватних осіб від дій, які завдають шкоди з порушенням законів або ділової етики.

Характеристики фінансової безпеки наведено на рисунку 1.

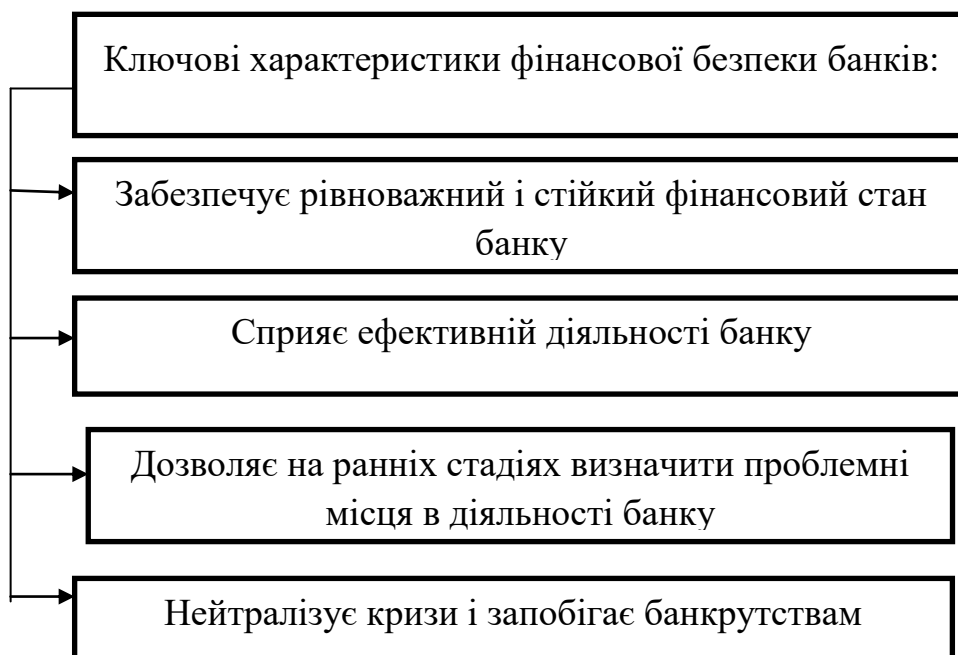


*Рисунок 1 – Характеристики фінансової безпеки*

Вся система економічної безпеки складається з трьох елементів: інтереси; загрози; захист [2].

Інтереси економічної безпеки наведено на рисунку 2.

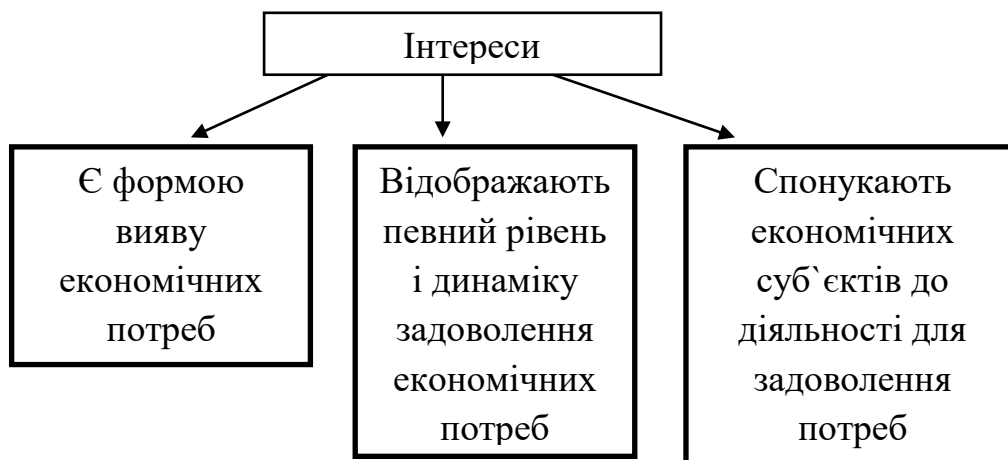


*Рисунок 2 - Інтереси економічної безпеки*

Загрози - це низка дій чи упущення, умови та фактори, що становлять загрозу. Ознаки загроз: специфіка; дійсність; змістова функція; реальність; розвиток економічних небезпек; інші.

Реалізація правильної політики щодо забезпечення безпеки діяльності банку повинна базуватися на системі спеціальних заходів. Така система повинна поєднувати наступне:

1. Заходи щодо захисту майна, обладнання та обладнання, доручені банку;
2. Заходи щодо запобігання порушенням працівниками банку;
3. Заходи боротьби з незаконними транзакціями зовнішніми користувачами.

Найпоширенішим злочином, вчиненим працівниками банку, є шахрайство.

Шахрайство - явище моральне. Практично неможливо бути абсолютно впевненим у моральній стабільності всіх працівників. Тому єдиний спосіб захистити банк від шахрайства - це створити процес, при якому співробітники та працівники банку належним чином працюють разом та захищають один одного від шахрайства.

Основним способом запобігання шахрайським операціям з цінними паперами є забезпечення безпеки цінних паперів та контроль за операціями з цінними паперами.

Щоб захистити банк від спекуляцій з цінними паперами, використовуючи банківські рахунки для посередницьких операцій, банки повинні намагатися отримувати регулярні звіти про брокерські рахунки та надсилати їх у оригінальному запечатаному конверті на огляд, а не працівникові, який контролює транзакції, але до інших. Щоб убезпечити банк від викрадення частини виручки від продажу паперів клієнтів, необхідно розподілити контроль за такими операціями між кількома працівниками.

Важко уникнути крадіжок коштів у клієнтів, призначених для придбання цінних паперів, оскільки людина контролює операції з цінними паперами. Якщо регулятори банку або виконавчі аудитори не розголошують подібні операції, а шахрай досить розумний, щоб приховати свою протизаконну діяльність, їхній недолік може бути нескінченним. Оскільки такі операції недоступні для проведення аудиторських перевірок банківськими контролерами, відповідальність за проведення більш обширних аудитів з перегляду таких операцій повністю покладається на керівників виконавчих органів. [3]

Таким чином, формування системи економічної безпеки банківської установи залежить від багатьох факторів. Реалізація вказаних заходів підвищить ефективність функціонування вітчизняної банківської системи, що дасть можливість активізувати діяльність суб'єктів господарювання.

#### *Список використаної літератури:*

1. Аналітичний огляд «Інтегральний довгостроковий кредитний рейтинг банківської системи України: I–II квартал 2019 року» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://rurik.com.ua/documents/research/ICR/ICR\\_3\\_kv\\_2014.pdf](http://rurik.com.ua/documents/research/ICR/ICR_3_kv_2014.pdf)
2. Браїловський М.М. Захист інформації у банківській діяльності / Браїловський М.М., Лазарев Т.П., Хорошко В.О. К.: ПВП «Задруга», 2003. – 158 с.
3. Банківська безпека / уклад.: О. Д. Вовчак, О. Ю. Дячишин; Укоопспілка, Львів. комерц. акад. - Л., 2017. - 272 с. - Бібліогр.: с. 239-250.

**Яворська О.Г.**, канд. біол. наук, доцент,  
Київський національний лінгвістичний університет, м. Київ, Україна

## **ЛЮДСЬКИЙ КАПІТАЛ ПІДПРИЄМСТВА: ТРАНСФОРМАЦІЯ МЕНЕДЖМЕНТУ В ЕПОХУ СТАНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТКУ SMART- ЕКОНОМІКИ**

*Анотація. Дослідження присвячене проблемі трансформації управління людським капіталом підприємства в сучасних умовах становлення та розвитку Smart-економіки. Розглянуті сутність та передумови стратегічного планування та управління інтелектуальним капіталом підприємства, який забезпечує інноваційний рух розвитку бізнес-процесів.*

*Ключові слова: менеджмент, людський капітал підприємства, smart-економіка.*

Smart-економіка – економіка, драйвером якої виступають інтелектуальний капітал, і в першу чергу – людські ресурси, і яка асоціюється з поняттям інтелектуальна економіка. І хоча на сьогодні у Китаї цифрова економіка забезпечує 6,9% ВВП, в США та Індії – 5,4%, прогнозується, що до 2025 року вона формуватиме як мінімум 20% ВВП країн світу [1]. Набули стрімкого поширення не лише цифрові технології (Інтернет, мобільні телефони та інші засоби для збору, зберігання, аналізу та обміну інформацією в цифровому вигляді), але й з'явилися безкоштовні цифрові продукти, в результаті чого пришвидчився сам процес комунікації та підвищився загалом ступінь прозорості обміну інформації на відстані, почало формуватися глибоке почуття соціальної єдності світової спільноти.

Smart-економіка як вектор сучасних трансформацій виступає драйвером змін в структурі корпоративного попиту, які зокрема проявляються у все більшій актуалізації потреби для підприємств фахівців широкого спектру професійних компетенцій, креативних та ініціативних в плані реалізації інновацій в бізнес компаніях, а також появі нових форм економічної діяльності, що актуалізує роль та значення організаційного капіталу підприємств. На сьогодні активно розбудовується сфера новітніх форм підприємництва в країнах Європи та США, і інтелектуальний капітал розглядається як основне знаряддя праці для "компаній знань", в яких майже не задіяний основний капітал, а підприємства спрямовані на виробництво знань, а не традиційних товарів. Це дає підстави деяким дослідникам окрім знаннєвої економіки, виокремлювати комунікативну економіку, в якій найважливішим ресурсом стають знання та інформація - інтелектуальні ресурси [2].

Значні обсяги цифрової інформації, особливо локалізація такої в певних точках, обумовили якісний стрибок щодо можливостей креації ваги ІК для кожного підприємства за умов нестабільності та невизначеності економічної ситуації (кількість цифрової інформації у 2012 році складала 2,7 трлн Гб, у 2016 році - 16,1 трлн Гб, і за прогнозами, у 2025 році досягне 163 трлн Гб) [20]. Серед таких переваг діджиталізації можна вказати на можливість генерації нових знань та ідей, а також можливість створювати нові форми вартості та

"алгоритмувати" нові продажі, які здатні викликати значні трансформації в певних секторах ринку товарів та послуг, змінювати взаємостосунки з клієнтами, супідрядниками, інвесторами та іншими зацікавленими сторонами фактично в режимі реального часу. Відповідно, постають і нові ризики, зокрема стосовно загроз звітності підприємств щодо власних "невідчутних" ресурсів; достатнього рівня організованості управління ризиками та означення меж впливу на ІК підприємств економічного та соціального середовища. Небезпеки для підприємств несуть процеси інформаційної асиметрії, які виникають між фірмами на різниці ступенів цифризації, а також різного рівня доступу до даних, інформації та знань, власне того, що нами розглядається як складові ІК. Більш ширше бачення дозволяє зазначити і такі елементи інтелектуальної власності підприємств як патенти, розробки, ідеї на стадії розробки, ноу-хау, професіоналізм персоналу, рівень освіченості, довіра і т.д.; можливості реалізовувати цифрові продукти та послуги; швидше нарощувати клієнтський капітал, а також віднайти та втримати цінного покупця товарів та послуг; не лише оперативніше реагувати на виклики, але й мати можливості застосовувати більш складні аутентичні системи управління у відповідності реальним можливостям та потенціалу організаційного (структурного) капіталу підприємства. Враховуючи темпи нарощування потужностей діджиталізації, нівелювання таких джерел асиметрії для окремих підприємств в недалекому майбутньому можуть стати не лише причинами невдач навіть на національних ринках, але й фатальними пунктами неповернення.

На кінець минулого століття в структурі бізнес ресурсів передових компаній світу нематеріальні активи складали біля 80%, і саме завдяки ним фірми створювали і до тепер продовжують розробляти новітні процеси, продукти та послуги. Невідчутні капітали в економічній літературі на рівні підприємства структуруються в елементи інтелектуального капіталу організації. За словами відомих класиків, зокрема, Т. Стюарта, інтелектуальний капітал є те, що не можна чіпати, хоча він повільно з часом робить вас багатим; поглядами Л. Пруссака, інтелектуальний капітал може бути визначений як інтелектуальні ресурси, які були формалізованими, захопленими і задіяними (мобілізованими) для створення активів більш високої вартості. Згідно проведеного аналізу, в закордонних публікаціях 51% дослідників застосовують моделі інтелектуального капіталу підприємства та людських ресурсів вже розроблені попередниками або відомими науковцями, 28% - розробляють свої власні класифікації та підходи, 21% фахівців керуються положеннями різних концепцій одночасно [19].

Огляд літератури сучасних досліджень ІК підприємств, на жаль, до тепер доводять, що осмислення і визначення нематеріальних активів як і раніше залишається спірним, незважаючи на загальну згоду щодо важливості таких [15, 19]. У монографії О.В. Кендюхова було запропоновано такі групи визначень інтелектуального капіталу: структурне, функціонально-структурне та термінологічне [8, с. 31-32]. Відомі сучасні українські економісти В.М. Геець, Л.Г. Мельник, О.А. Грішнова, І.П. Мойсеєнко та інші вітчизняні дослідники

схиляються до думки, що інтелектуальний капітал підприємства це людські ресурси та знання в широкому розумінні, тоді як інші економісти (О.М. Собко, О.В. Літвінов та інші) інтелектуальний капітал розглядають як певні відносини, які виникають в організації в процесі використання та відтворення знань [4, 5, 9, 11-13]. Л. Едвінсон та М. Мелоун у 1997 році запропонували наступне визначення інтелектуальному капіталу підприємства: "нематеріальний капітал, що генерується від людини (наприклад, знання, навички, досвід та мотивація) та від ресурсів (наприклад, комп'ютерів, інформаційних технологій) з метою примноження цінності компанії в сенсі створення конкурентної переваги" [19]. Менш як через десять років, К. Коррадо зі співавторами вже на початку XXI століття припустили, що інтелектуальний капітал буде "формуватися з інформації, отриманої з обчислювальних систем, інноваційної власності та економічної компетенції" [17]. Більш широко окреслену спрямованість щодо ваги інтелектуального капіталу для підприємства відновуємо у формулюванні Б. Леві у 2001 році: "інтелектуальний капітал є джерелом цінності для майбутніх переваг організації, які не мають фізичної або фінансової форми" [19]. Н. Бонтис, Д. Андрієсен, К. Стим, К. Коррадо, К. Хультен, Д. Зіхель, Ю. Малхотра надавали цінності інтелектуальному капіталу підприємства як джерела того потенціалу, який здатний буде і у майбутньому створювати багатства та нематеріальні активи організації; відповідно, інтелектуальний капітал може бути у формі "прихованого значення" чи "прихованої цінності" [15-18].

Нами інтелектуальний капітал підприємства визначається як знання, досвід та професіоналізм працівників, знаннєві ресурси підприємства, які можуть зберігатися у формі інтелектуальної власності фірми, базах даних, системах, процесах, а також культурі організації. Для більш детального аналізу даного виду капіталу доцільно застосувати модель, яка містить три взаємно узгоджені компоненти: людський капітал, структурний та реляційний капітали. Людський капітал охоплює сферу знань, вмінь, досвіду, професіоналізму трудового колективу підприємства; структурний капітал - виробничі процеси, бізнес-процедури, менеджмент; реляційний капітал - взаємовідношення з клієнтами, субпідрядниками, а також поняття бренду, довіри, репутації тощо.

З метою примноження інтелектуального капіталу підприємства керівники організацій мають спрямовувати свою увагу не стільки на показники матеріального виробництва та розміри прибутку, як на рівень розвитку людського капіталу, який за своєю важливістю має вийти на перший план і має постійно забезпечуватися належним рівнем освіти у формі стажувань, партнерських обмінів, ділового туризму, можливостей самоосвіти і т.д., забезпечуючи оновлення та актуальну новизну знань, інформації, інноваційного світобачення. На нашу думку, саме цифрова відсталість вітчизняних суб'єктів господарської діяльності спричиняє основний ризик для подальшого їх розвитку та існування. Хронологічна розвідка актуалізації значення інтелектуального капіталу підприємства за останні десятиліття доводить зміну вектора і самого змісту нематеріальних активів або, так званих "невидимих" ресурсів, з розвитком інформаційних технологій.

### *Список використаної літератури*

1. Ассоциация электронных коммуникаций. [Электронный ресурс] URL: <http://raec.ru/>.
2. Вахабова М.Х., Юрашева Р.С.-Е. SMART-экономика как фактор формирования инновационной экосистемы // Известия Чеченского государственного педагогического университета. - 2018. - № 4 (24). - Сер. 1. - С. 186-189.
3. Вызовы, угрозы и перспективы цифровой экономики. [Электронный ресурс] URL: <https://www.toinform.ru/index.php/arkhiv/item/vizovy-ugrozy-pertspektivy-cifrovoyekonomiki>.
4. Геєць В. М. Україна у вимірі економіки знань / [за ред. акад. НАН України В. М. Геєць; Інститут економіки та прогнозування НАН України]. – К.: «Основа», 2006. – 458 с.
5. Грішнова О. А. Людський, інтелектуальний і соціальний капітал України: сутність, взаємозв'язок, оцінка, напрями розвитку / О. А. Грішнова // Соціально-трудові відносини: теорія та практика. – 2014. – № 1(7). – С. 34-42.
6. Жудро М.К. SMART-экономика – драйвер развития высококонкурентоспособного бизнеса // Прикладные экономические исследования // 2017. - № 1. - С. 20-24.
7. Жудро М.К. Smart-экономика новый вызов развития дизайна формирования профессиональных экономических компетенций // Формирование организационно-экономических условий эффективного функционирования АПК : сборник научных статей 9-й Междунар. науч.-практ. конф. Минск: БГАТУ, 2017. С. 149 – 154.
8. Кендюхов О. В. Ефективне управління інтелектуальним капіталом : монографія. – Донецьк : ДонУЕП, 2008. – 363 с.
9. Літвінов О.В. Визначення сутності інтелектуального капіталу. Modern Economics, №11 (2018), 98-104. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V11\(2018\)-16](https://doi.org/10.31521/modecon.V11(2018)-16).
10. Максимова В.Ф. SMART (интеллектуальная) экономика: цели, задачи и перспективы // Открытое образование. - 2011. - № 3. - С.63-71.
11. Мойсеєнко І. П. Управління інтелектуальним потенціалом : монографія / І. П. Мойсеєнко. – Львів : Аверс, 2007. – 304 с.
12. Пархоменко В. Інтелектуальний капітал – основа розвитку підприємства / В. Пархоменко, А. Пархоменко // Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності. – 2012. – Вип. 1. – Т. 3. – С. 18 – 23.
13. Собко О. М. Інтелектуальний капітал підприємства : концептуалізація–функціонування–розвиток [текст] : монографія / О. М. Собко. – Тернопіль : Крок, 2014. – 360 с.
14. Andriessen D., Stam C. (2005). Intellectual capital of the European Union. 7th McMaster World Congress on the Management of Intellectual Capital and Innovation, Amsterdam, INHOLLAND University, pp. 1-24.
15. Asiaei K., Jusoh R. (2015). A multidimensional view of intellectual capital: the impact on organizational performance. Management Decision, Vol. 53, №. 3, pp. 668-697. doi: 10.1108/JHOM-09-2016-0165.
16. Bontis N. (2004). National intellectual capital index: a United Nations initiative for the Arab region // Journal of Intellectual Capital. Vol. 5, № 1, pp. 13-39. doi: 10.1108/14691930410512905.
17. Corrado C., Hulten C., Sichel D. (2005). Measuring capital and technology: an expanded framework. University of Chicago Press, Chicago, pp. 11-46.
18. Malhotra Y. (2003). Measuring knowledge assets of a nation: knowledge systems for development. United Nations Advisory Meeting of the Department of Economic and Social Affairs Division for Public Administration and Development Management, New York, NY, p. 52.
19. Pedro E., Leitão J., Alves H. Back to the future of intellectual capital research: a systematic literature review // Intellectual capital research. 2018. Accepted 18 April 2018. DOI: 10.1108/MD-08-2017-0807. [www.emeraldinsight.com/0025-1747.htm](http://www.emeraldinsight.com/0025-1747.htm).
20. Reinsel D., Gantz J., Rydning J. (2017). Data Age 2025: The Evolution of Data to Life-Critical, Framington (MA): International Data Corporation (IDC).

УДК 332.14

**Беззубко Л.В.**, д.держ.упр., проф.Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Краматорськ,  
Україна**РОЗВИТОК ІННОВАЦІЙНОЇ АКТИВНОСТІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ  
ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ***Анотація. У тезах досліджуються стан і проблеми інноваційної діяльності на підприємствах Донецької області. Запропоновано рекомендації стосовно вдосконалення інноваційної діяльності на підприємствах області.**Ключові слова: інноваційна діяльність, підприємство, Донецька область*

В сучасних умовах глобальної конкуренції, розвитку технологій, збільшення обсягів інформації, тільки інноваційна діяльність забезпечує конкурентоспроможність у діяльності підприємств. Здійснений аналіз інноваційної діяльності на підприємствах Донецької області свідчить про недостатній рівень інноваційної активності (табл.1).

Таблиця 1 – Впровадження інновацій на підприємствах Донецької області <sup>1</sup>

| Роки | Питома вага підприємств, що впроваджували інновації % | Кількість впроваджених нових технологічних процесів, одиниць | У тому числі маловідходних, ресурсозберігаючих | Кількість найменувань впроваджених інноваційних видів продукції, одиниць | У тому числі нових видів машин, устаткування, приладів, апаратів | Питома ага реалізованої інноваційної продукції в обсязі промислових підприємств |
|------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 2010 | 9,3                                                   | 70                                                           | 42                                             | 124                                                                      | 41                                                               | 1,9                                                                             |
| 2014 | 9,1                                                   | 11                                                           | 9                                              | 80                                                                       | 51                                                               | 1,7                                                                             |
| 2015 | 7,1                                                   | 20                                                           | 12                                             | 153                                                                      | 53                                                               | 2,6                                                                             |
| 2017 | 11,5                                                  | 69                                                           | 28                                             | 101                                                                      | 61                                                               | 1,3                                                                             |

1- інформація наведена без урахування частини тимчасово окупованих територій у Донецькій області

Джерело: складено за [1;2]

Серед основних причин низьких показників інноваційної діяльності виділені наступні:

1. Неефективна взаємодія між наукою, освітою та виробництвом.

2. Недостатній обсяг фінансування на інноваційні розробки:

2.1. зниження ваги державного фінансування академічної та галузевої науки;

2.2. брак коштів у підприємств на здійснення науково-дослідної, дослідно-конструкторської та інноваційної діяльності. При цьому можливість використання для цього процесу залучених коштів обмежена через високу вартість кредитних ресурсів, нерозвиненість ринку венчурного інвестування.

Підприємства переважно фінансують самостійно свою інноваційну діяльність (табл. 2).

Таблиця 2 - Джерела фінансування інноваційної діяльності промислових підприємств Донецької області<sup>1</sup>

| Роки | Загальна сума витрат | У тому числі за рахунок коштів |                        |                      |              |
|------|----------------------|--------------------------------|------------------------|----------------------|--------------|
|      |                      | Власних                        | Вітчизняних інвесторів | Іноземних інвесторів | Інші джерела |
| 2010 | 786142,9             | 770696,8                       | -                      | -                    | 15446,1      |
| 2014 | 516072,3             | 515530,7                       | -                      | -                    | 541,6        |
| 2015 | 827653,4             | 819626,6                       | -                      | -                    | 7990,8       |
| 2017 | 725326,4             | 724741,4                       | -                      | -                    | 585,0        |

1- інформація наведена без урахування частини тимчасово окупованих територій у Донецькій області

Джерело: складено за [1, 2].

3. Застарілість матеріальної бази науково-дослідних організацій, а також недосконалість механізмів комерціалізації розробок.

Запропоновано наступні рекомендації стосовно поліпшення інноваційної діяльності підприємств Донецької області:

1. Переміщені вищі навчальні заклади повинні стати центрами академічної та прикладної науки в Донецькій області. Переміщені інститути повинні здійснювати інноваційний вплив на економічний, промисловий, екологічний, культурний розвиток області. З метою управління цим впливом потрібно оцінити потенціал переміщених ВНЗ – ресурсний, інноваційний, продуктовий, управлінський і т.п.

2. З метою активізації інноваційної діяльності підприємств Донецької області потрібно створювати науково-освітні- виробничі кластери, використовувати можливості дуальної освіти , програми створення партнерство : інститут- бізнес- підприємство=грумада.

3. Розробка ефективної регіональної інноваційної програми з виділенням пріоритетів, спрямованістю на вирішення актуальних проблем відновлення регіону від наслідків військового конфлікту, на подальший розвиток з урахуванням вимог сталого розвитку.

4. Використання стратегії технологічного прориву розвитку Донецької області, яка буде сприяти поетапному переходу промисловості регіону на інноваційний шлях розвитку.

*Список використаної літератури:*

1. Офіційний сайт «Головне управління статистики у Донецькій області». URL: [http://donetskstat.gov.ua/statinform1/nayka\\_tehn\\_innovac.php](http://donetskstat.gov.ua/statinform1/nayka_tehn_innovac.php) .
2. Статистичний щорічник Донецької області за 2018 рік. Головне управління статистики у Донецькій області.- Бахмут, 2019.- 405 с.

**Вірич С. О.** канд. техн. н., доц., доцент кафедри прикладної механіки  
ДВНЗ «ДонНТУ», м. Покровськ, Україна,  
**Дуванський В. С.,** студент ДВНЗ ДонНТУ, гр. ПРМп-18, м. Покровськ,  
Україна

## **АСПЕКТИ ЦІЛЕВИЗНАЧЕННЯ НАВЧАЛЬНО-ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ІНЖЕНЕРІВ-МЕХАНІКІВ**

*Анотація.* В дослідженні опрацьовано триєдину мету навчально-професійної діяльності інженерів-механіків: освітню (навчальну), розвивальну та виховну. Обґрунтовано, що цілевизначення навчально-професійної діяльності інженерів-механіків орієнтоване на набуття досвіду такої роботи, який у подальшому має переноситися в умови реальної професійної діяльності.

*Ключові слова:* цілевизначення, навчально-професійна діяльність, інженери-механіки, технології, професійна діяльність.

Цілевизначення в системі підготовки інженерів-механіків, зокрема в тій її частині, що охоплює зміст технічних дисциплін і експериментальні дослідження, ґрунтується на змістово-функціональній діяльності майбутнього фахівця і, зокрема, на реалізації його інженерної функції, що в цілому орієнтує навчальний процес на формування ключових компетентностей [1] фахівця. Відповідно до цього серед завдань навчання можна виділити три групи:

1) **о с в і т н і**, що мають реалізовувати організацію навчально-професійної діяльності майбутніх інженерних фахівців механічного профілю з набуття умінь, навичок і досвіду проведення експериментальних досліджень;

2) **р о з в и в а л ь н і**, що забезпечують формування схем і прийомів мислення; розвиток пізнавальної і творчої активності, розвиток уваги, пам'яті, уяви, залучають до культури праці. Це дозволяє майбутньому фахівцеві:

- переносити знання й уміння про експериментальні дослідження у змінені ситуації й нові умови;

- планувати і організовувати експериментальні дослідження;

- планувати й реалізовувати експериментальні дослідження безпосередньо у власній професійній діяльності;

- переформатовувати й корегувати завдання експериментальних досліджень;

- опановувати розумові операції: аналіз, синтез, узагальнення;

- опановувати узагальненими методами визначення параметрів, що впливають на функціонування предмету експериментальних досліджень.

3) **в и х о в н і**, що надають можливість:

- виховувати у майбутнього фахівця потребу оцінювати різні об'єкти експерименту з позицій наукового світогляду;

- виховувати комунікаційну культуру студентів під час колективних експериментальних досліджень.

Зміст підготовки інженерів механічного профілю до проведення експериментальних досліджень в циклі технічних дисциплін визначається

відповідно до загальних професійно-орієнтованих цілей, а також і суто інженерних, зорієнтованих на опанування сукупністю компетенцій з організації і проведення інженерного експерименту. При визначенні змісту навчання визначальна роль відводиться реалізації положень, що утворюють концептуальну основу відбору:

- соціокультурна орієнтація на підготовку інженерів-механіків, здатних до інженерної діяльності на виробництві;
- віддзеркалення у змісті навчання новітніх досягнень науково-технічного прогресу в фаховій галузі, в галузях інформаційних і комунікаційних технологій;
- спрямованість навчального процесу на активне опанування майбутніми інженерами механічного профілю у процесі вивчення технічних дисциплін умінь організації й проведення експериментальних досліджень.

При цьому важливим є те, що проектування навчально-професійної діяльності майбутніх фахівців сприяє усвідомленому добору методів і засобів навчання при підготовці до експериментальних досліджень. Стосовно вибору технологій навчання залишається практично повна свобода дій, оскільки методична перевага не віддається жодній з технологій. Наслідком такого підходу до проектування навчально-професійної діяльності може слугувати поєднання ідей проблемного навчання [2, с. 185; 3, с. 101] з технологією повного засвоєння, інформаційною технологією та технологією рівневої диференціації для занять одного виду в межах циклу навчальних завдань дослідницького характеру. Інформаційні технології у навчанні передбачають використання як засобів діяльності інформаційні процеси і ресурси, а також персональні комп'ютерні засоби та відповідне програмне забезпечення. Технологія повного засвоєння має цільовою установкою організацію навчального процесу таким чином, щоб усі здобувачі освіти опановували знання, вміння і навички, що дозволяють організовувати й проводити експериментальні дослідження при вивченні технічних дисциплін не тільки для засвоєння найбільш важливих теоретичних положень, а й набуття досвіду такої роботи, який у подальшому має переноситися в умови реальної професійної діяльності.

Отже, в дослідженні опрацьовано триєдину мету та обґрунтовано цілевизначення навчально-професійної діяльності інженерів-механіків, що орієнтоване на набуття досвіду такої роботи, який у подальшому має переноситися в умови реальної професійної діяльності.

#### *Список використаної літератури*

1. Зимняя И. А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании. URL: [rc.edu.ru/rc/bologna/works/pdf/zimnaya\\_1.pdf](http://rc.edu.ru/rc/bologna/works/pdf/zimnaya_1.pdf). (дата звернення 18.03.2020).
2. Кузьмінський А. І. Педагогіка вищої школи: навч. посібник. 2-ге вид., стер. Київ: Знання, 2011. 486 с.
3. Максимюк С. П. Педагогіка: навч. посібник. Київ: Кондор, 2009. 670 с.

**Єфімов Д.В.**, канд. пед. наук, ст. викладач кафедри педагогіки та методики викладання, ГПМ ДВНЗ ДДПУ, м. Бахмут, Україна

## **КАДРОВИЙ ПОТЕНЦІАЛ МОНОПРОФІЛЬНИХ ТЕРИТОРІЙ**

*Анотація. У статті обґрунтовано важливість інвестицій у розвиток людського потенціалу для монопрофільних територій, запропоновані заходи для зниження дисбалансу на ринку праці, а також підвищення ефективності зайнятості та витрачання бюджетних коштів.*

*Ключові слова: кадровий потенціал, вища освіта, інститути стратегічного розвитку кадрів, ефективність кадрового розвитку, інвестиційний розвиток людського капіталу.*

Останнім часом актуальним стає вивчення питань диспропорцій на ринку праці, формування резерву управлінських кадрів, дефіциту кадрів робітничих професій, розвитку кадрової політики, від рішень яких залежить соціально-економічний розвиток України.

Ларрі Боссіді вказує, що «тільки праця тих самих кадрів, персоналу, працівників створює всі цінності. І в цьому сенсі кадри не тільки все вирішують, а й все створюють. Кадри – це головна і єдина цінність в економіці» [1].

«Нам необхідно переглянути підходи до кадрової політики, необхідно створити цілісну систему відтворення і поновлення професійної еліти в нашій країні. Ми останнім часом багато і, що називається, дійсно у справі розмовляємо про інноваційну економіку, про сильну державу, про глобальну конкурентоспроможність. Але при цьому забувається, що перехід до цих рубежів може бути зроблений тільки при активній праці талановитої, заповзятливої і розумної частини нашого суспільства, тобто для цього потрібні добре підготовлені управлінці» [2].

«Підвищення ефективності діяльності підприємства, від якого залежить зростання виробництва, зростання якості життя і зростання ВВП (головні завдання сучасності), та й взагалі робота підприємства неможливі без персоналу. Персонал – головний актив підприємства. Без персоналу знаряддя праці мертві. Як би не були досконалі технологія і устаткування, якою налагодженої не була б автоматизована система, без людей, без їх знання і практичні навички, без бажання і вміння працювати, без належної мотивації і достатнього стимулювання все це або не працює, або не дає адекватної віддачі» [3].

З метою ефективного формування і реалізації довгострокових концепцій, стратегій, планів щодо соціально-економічного розвитку територій необхідно вживати заходів щодо кадрового розвитку бізнесу, державних органів влади в рамках інтересів населення територій.

Ми вважаємо, що особливий акцент повинен бути зроблений на кадровому розвитку монопрофільних територій, що мають певну специфіку формування і найбільш схильні до зовнішніх кризових явищ, що характеризуються найчастіше однорідним професійним складом сфер зайнятості населення міста,

найбільшими диспропорціями на ринку праці, гіршими, ніж в середньому по регіону показниками напруженості на ринку праці.

За кордоном з метою розвитку кадрового потенціалу в монопрофільних територіях роблять такі заходи:

- професійне перенавчання населення: створюються нові університети, розширюється список спеціальностей і підвищується освітній і науковий потенціал проживають на даній території осіб;

- сприяння переселенню населення з неперспективних мономіст. Найбільш широко переселення як інструмент підтримки мономіст отримало розвиток в США через високу мобільності населення [4].

Викликають інтерес форми взаємозв'язку вищої освіти і промисловості за кордоном [5] (табл. 1).

Таблиця 1 – Форми взаємозв'язку вищої освіти і промисловості за кордоном

| Метод                                                                                                                                                                                                                                    | Дослідник, країна                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Постійний контакт університету з ринком праці з метою відстеження його вимог і змін, що відбуваються                                                                                                                                     | А.-Л. Вєрвілл, США Виконавчий комітет Університету Оклахоми, США                                                          |
| Врахування вимог промисловості при розробці навчальних планів. Постійне оновлення знань і навичок фахівців внаслідок їх старіння                                                                                                         | А.-Л. Вєрвілл, США, Італія А.-Л. Вєрвілл, США, Франція                                                                    |
| Професіоналізація освіти. Скорочення спеціальностей в рамках багатопрофільного навчання                                                                                                                                                  | Німеччина, Франція, Китай                                                                                                 |
| Оцінка успішності навчальних програм в підготовці випускників до подальшого життя. Періодичні дослідження професійної кар'єри випускників                                                                                                | Виконавчий комітет Університету Оклахоми, США Е.Л. Бойєр, США                                                             |
| Розвиток партнерських зв'язків ліцей-коледж-підприємство. Програми спільної підготовки фахівців вищими навчальними закладами та компаніями (взаємодія на етапі організації навчального процесу)                                          | Франція Міжнародна інженерна програма Університету Род Айленд, США. Центр професійної освіти концерну «Сіменс», Німеччина |
| Навчання на підприємстві як ключовий елемент професійної освіти (стажування)                                                                                                                                                             | Франція, Бельгія, Голландія                                                                                               |
| Участь професіоналів галузі в управлінні державними ліцеями                                                                                                                                                                              | Франція, сільськогосподарську освіту                                                                                      |
| Створення професійних консультаційних комісій, які розробляють навчальні програми з різних спеціальностей. У комісії входять представники промисловості, освітніх установ, державних органів освіти, місцевих адміністрацій, підприємств | Франція, Мексика                                                                                                          |

Як бачимо, у багатьох країнах поширюються різні ключові взаємозв'язки навчальних програм і досліджень професійної кар'єри випускників, облік вимог промисловості і постійне оновлення знань і навичок фахівців, інші заходи, що сприяють ефективному розвитку кадрового потенціалу територій.

Ми пропонуємо для зниження дисбалансу на ринку праці, підвищення ефективності зайнятості та витрат бюджетних коштів реалізувати наступний комплекс заходів:

1. Створення інститутів стратегічного розвитку кадрів монопрофільних територій, які будуть розширювати ринок і підвищувати якість послуг відповідно до потреб бізнесу і держави.

2. Органам місцевого самоврядування монопрофільних територій спільно з бізнесом розробити довгострокові баланси кадрових ресурсів як основи для формування цільового замовлення в підготовці кадрів, для збору інформації про розміщення на території виробництв, про можливу диверсифікацію виробництва; пропозиції способів вирішення стратегічних завдань, встановлених на регіональному рівні.

3. Органам державної влади:

- Розробити регіональну політику щодо розвитку мобільності кваліфікованих кадрів, спрямовану на збалансованість трудових ресурсів у територіальному і галузевому розрізі, виявляти і попереджувати короткостроковий і середньостроковий дисбаланс трудових ресурсів.

- ввести додаткові критерії ефективності кадрового розвитку в галузевому і територіальному аспекті (в тому числі ефективність підготовки та перепідготовки кадрів) при реалізації державних програм.

4. Органам місцевого самоврядування:

- розробити систему грантів за найбільш ефективну кадрову політику на території;

- додатково ввести показники кадрового потенціалу території при оцінці ефективності діяльності органів місцевого самоврядування;

- створити електронну базу попиту і пропозиції на ринку праці в розрізі регіонів, територій, галузей.

5. Промисловим підприємствам:

- ввести систему ефективного контракту з керівниками та працівниками, контролювати безперервне освітнє зростання компетенцій, навичок, досвіду роботи, виконання планових показників;

- розробляти програми інвестиційного розвитку не тільки для виробництва, але і людського капіталу. «Вирощування своїх фахівців дає компанії додаткові переваги. По-перше, ви отримуєте співробітників, лояльних до компанії. По-друге, в процесі навчання працівники отримують навички і спеціалізацію, які дійсно потрібні їм для найбільш ефективного вирішення поставлених завдань. По-третє, можливість просування по кар'єрних сходах, завдяки безперервному вдосконаленню, дуже сильно підвищує мотивацію працівників, змушуючи їх працювати з повною самовіддачею»[1].

Таким чином, з метою підвищення стійкості та інвестиційної привабливості монопрофільних територій необхідно акцентувати увагу не тільки на реконструкції, модернізації і диверсифікації виробництва, але і на розвиток і диверсифікації кадрового потенціалу. Для ефективного розвитку монотериторій, а також виконання стратегічних завдань, встановлених на регіональному рівні, необхідний інститут стратегічного розвитку кадрів.

#### *Список використаної літератури*

1. Гримак О.Я. Кадровий потенціал – запорука кадрової безпеки підприємства [Електронний ресурс] / О. Я. Гримак, І. Я. Бурда // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького. Серія : Економічні науки. – 2016. – Т. 18, № 2. – С. 41-47. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/smlnues\\_2016\\_18\\_2\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/smlnues_2016_18_2_9)
2. Лігоненко Л. О. Антикризове управління підприємством : підручн. / Л. О. Лігоненко. – К : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2005. – 824 с.
3. Жданкин Н.А. Восемь правил эффективной мотивации, или как правильно мотивировать персонал // Управление персоналом. 2008. № 3.
4. Козаченко А. В. Экономическая безопасность предприятия : сущность и механизм обеспечения / А. В. Козаченко, В. П. Пономарев, А. Н. Ляшенко. – К. : Либра, 2003. – 279 с.
5. Кельчевская Н.Р., Срогович М.И. Разработка механизма взаимосвязи вуза и предприятия – объективная необходимость XXI в. Екатеринбург: ГОУ УГТУУПИ, 2002. С. 37-38.

УДК 378; 004.55

**Залужна Г. В.,** канд. фіз.-мат. наук, доц.

Навчально-науковий професійно-педагогічний інститут  
Української інженерно-педагогічної академії, м. Бахмут, Україна

### **МУЛЬТИМЕДІЙНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК З ДИСЦИПЛІНИ «ГРАФІКА ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ» ДЛЯ СТУДЕНТІВ ЗВО**

*Анотація. Розглянуто сутність мультимедійного навчального посібника, ефективність його застосування в навчальному процесі. Представлено розроблений мультимедійний навчальний посібник з дисципліни «Графіка та візуалізація» для студентів закладу вищої освіти.*

*Ключові слова: заклад вищої освіти; мультимедійні технології; електронний навчальний посібник; розробка.*

Сучасний мультимедійний електронний навчальний посібник – це цілісна дидактична система, заснована на використанні комп'ютерних технологій і засобів Internet, що ставить за мету забезпечити навчання студентів за індивідуальними і оптимальним навчальними програмами з керуванням процесом навчання. Використання мультимедійних засобів у навчальному процесі дозволяє змінити характер навчально-пізнавальної діяльності студентів,

активізувати самостійну роботу студентів з різними електронними засобами навчального призначення. Найбільш ефективним є застосування мультимедійних технологій в процесі оволодіння студентами первинними знаннями, а також відпрацювання навичок та вмінь, необхідних для професійної підготовки [1].

Нині в педагогічну практику вводиться новий етап комп'ютеризації з різних наукових дисциплін, викликаний розвитком мультимедійних технологій. В інтерактивному режимі роботи графіка, анімація, фото, відео, звук, текст створюють інтегроване інформаційне середовище, в якому користувач знаходить якісно нові можливості, спроможні відігравати роль вагомого засобу активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів [2].

Навчальні комп'ютерні програми і мультимедійні електронні посібники дають можливість кожному студенту незалежно від рівня його підготовки брати активну участь у навчальному процесі, індивідуалізувати свій процес навчання, здійснювати самоконтроль. Бути не пасивним спостерігачем, а активно одержувати знання і оцінювати свої можливості.

Застосування нових інформаційних технологій розширює можливості контролю за навчальним процесом. Особливо ефективним є використання комп'ютерних програм у системі поточного і проміжного контролю. Спеціально розроблені тестуючі програми або бази даних, що містять тестові завдання, забезпечують і можливість самоконтролю для студента, і беруть на себе рутинну частину поточного або підсумкового контролю. Комп'ютерна тестуюча система може бути як окремою програмою, що не допускає модифікації, так і універсальною програмною оболонкою, наповнення якої залежить від викладача [3].

Разом зі студентами створено мультимедійний навчальний посібник з дисципліни «Графіка та візуалізація», структура якого відповідає навчальним матеріалам з цієї дисципліни, а саме – лекції, відео, презентації, практичні завдання і тестування.

Посібник містить головне меню та нижній блок швидкого переходу. На головній сторінці розміщено пункти навігації та блоки, по яким можна перейти до матеріалів лекцій з різних видів графіки: растрової, векторної, 3D та фрактальної. Головне меню включає розділи: «Головна»; «Лекції»; «Практика»; «Тестування»; «Відео». Нижній блок швидкого переходу містить наступні теми: «Растрова графіка»; «Векторна графіка»; «3D графіка»; «Фрактальна графіка».

Пункт «Лекції» містить перелік лекцій у повному змісті. Пункт «Практика» містить зміст практичних завдань. У пункті меню «Відео» розміщено відеоматеріали, які відповідають матеріалам лекцій та практичних завдань. У пункті меню «Тестування» розроблено тестову систему, у якій студенти зможуть проходити автотестування з матеріалів дисципліни.

Тестова система у розділі «Тестування» створена за допомогою програми iSpring. Зауважимо, що за допомогою сервісу iSpringSuite можна самостійно розробити онлайн-курс, відеолекцію, скрінкасти або тест в PowerPoint. Онлайн-тест – головний інструмент для перевірки знань в дистанційному навчанні.

Редактор iSpring дозволяє створювати 14 типів тестів, розробляти унікальний дизайн для завдань, додавати звук до текстів. При складанні тестів в iSpringSuite використовують арсенал з 11 оціночних питань різного формату.

Платформою для завантаження мультимедійного навчального посібника з дисципліни «Графіка та візуалізація» обрано OpenServer – сучасний локальний сервер, який дозволяє працювати з веб-сайтом на ПК, без використання хостингу. Він не потребує установки, а це означає, що з ним можна працювати навіть з будь-якого носія інформації та без наявності доступу до мережі Інтернет.

Впровадження розробленого мультимедійного навчального посібника з дисципліни «Графіка та візуалізація» допоможе підвищити ефективність отримання знань студентами з даної дисципліни, надасть можливість кожному студенту брати активну участь у навчальному процесі, індивідуалізувати процес навчання та здійснювати самоконтроль.

#### *Список використаної літератури*

1. Волинський В.П. Інформаційні функції, роль і призначення електронних підручників / В.П. Волинський, О.С. Красовський // Проблеми сучасного підручника : Зб. наук. праць. – К.: Педагогічна думка, 2010. – Вип. 10. – С. 113-120.
2. Синиця М.О. Використання мультимедійних технологій у навчальному процесі ВНЗ як засіб формування педагогічних знань / М.О. Синиця // Професійна педагогічна освіта: становлення і розвиток педагогічного знання: монографія / за ред. проф. О.А. Дубасенюк. – Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2014. – С. 418-438.
3. Яцюк С.М. Вивчення наукових засад інформаційної підготовки фахівця / С.М. Яцюк // Вісник Київського міжнародного університету. Серія: Педагогічні науки. – К. : КиМУ, 2005. – Вип. 7. – С. 253–265.

УДК 336.64

**Іщенко А.Ю., студентка, Лисенко С.М., директор навчально-наукового індустріального інституту ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», канд. екон. наук, доцент, Навчально-науковий індустріальний інститут ДВНЗ «ДонНТУ», м.Покровськ, Україна**

### **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ НА ОСНОВІ ДІЄВИХ ІНСТРУМЕНТІВ МЕНЕДЖМЕНТУ**

*Анотація. У статті розкрито сутність ефективної діяльності підприємства на основі інструментів менеджменту. Розглянуті основні етапи управління та функціонування організації. Розглянуті та запропоновані основні шляхи вдосконалення системи управління організацією в сучасних умовах.*

*Ключові слова: система управління, інструменти менеджменту, проблеми управління, менеджмент, ефективна діяльність організації.*

Специфіка сучасних реалій змушує підприємства та організації істотно переглянути свої підходи та інструменти управління. Оскільки зараз на ринку збільшується конкурентна боротьба, звідси й відбувається значне підвищення вимог до якості надання послуг. В організаціях та підприємствах впроваджуються сучасні управлінські технології та заходи, що здатні ефективно та дієво вирішувати завдання проблеми управління.

Управління організацією уявляє собою певну економічну категорію, що виступає в формі економічних відносин, які безпосередньо впливають на процеси, об'єкти та структуру організації, для забезпечення її стійкості та ефективної діяльності відповідно поставленим цілям.[3]

Головною метою організації має виступати надання послуг та задоволення потреб споживача, а також ефективне використання ресурсів та потенціалу підприємства.

Важливою умовою існування організації в умовах мінливої економічної ситуації є чітка та надійна система управління.

Система управління – набір засобів впливу на об'єкт для досягнення ним поставленої мети. В системі управління об'єктом виступають люди або технічні об'єкти.[1]

Система менеджменту буде ефективна тоді, коли керівництво організації, що узгоджує управлінські рішення, встановлює види контролю, і підлеглі, що безпосередньо відповідають за виконання рішень, діють узгоджено один з одним та, коли в організації серед рівнів управління налагоджений чіткий алгоритм та структура.[2] Оскільки без такої системи відносин між рівнями управління діяльність організації знижує свою ефективність.

Вдосконалення управлінської системи можливо з упровадженням інноваційних підходів та інструментів менеджменту до управління діяльністю організацією. Тому доцільно буде впровадити:

1. Поліпшення системи планування, обліку та контролю основних показників організації;
2. Впровадити внутрішній контроль за усіма етапами діяльності;
3. Всебічне впровадження технічних ресурсів;
4. Розвиток комп'ютерних мереж зв'язку та застосування сучасних програм, технологій.

До основних етапів удосконалення системи управління організацією відносяться:

1. Зміна структури управління організацією;
2. Управління шляхом покращення системи планування, контролю та обліку основних показників;
3. Підвищення ефективної діяльності за допомогою інноваційних технологій.

В умовах нестабільної економіки існує низка проблем, які заважають управлінській діяльності організацій, а саме:

1. Неможливість отримати якісну допомогу чи консультацію з існуючих проблем через високу вартість послуг;

2. Недостатньо фінансових можливостей для залучення управлінського потенціалу організації;

3. Неспроможність керівництва та робітників пристосовуватися до змін;

Отже, можна зробити висновки, що для забезпечення ефективної діяльності організації та функціонування системи управління необхідно застосовувати сучасні методи управління в межах обраної мети, забезпечити організаційну структуру головними складовими, кадровим та технічним потенціалом, покращити інноваційну та інформаційну систему управління.

*Список використаної літератури:*

1. Мазур В.С. Нові підходи і форми менеджменту, як особливого типу управління / В. С. Мазур // Пріоритети економічного розвитку України: історія та сьогодення. – Вінниця, 2016. – С. 178-183.
2. Небава М.І., Ратушняк О.Г. Менеджмент організацій і адміністрування: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 108 с.
3. Скібіцька Л. І. Менеджмент : навчальний посібник / Л.І. Скібіцька, О. М. Скібіцький. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 416 с

УДК 378.14.015.62

**Каражигитова Т.А.**, доктор пед. наук, професор  
Атырауский государственный университет им. Х Досмухамедова,  
г. Атырау, Республика Казахстан

## **РАЗВИТИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ У СТУДЕНТОВ В КОНТЕКСТЕ КРЕДИТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ**

*Аннотация. В статье дан краткий обзор казахстанского подхода к реализации кредитной системы обучения в вузе. Предложен опыт работы кафедры математики по развитию профессиональных компетентностей и сотрудничества с работодателями.*

*Ключевые слова: высшее профессиональное образование, профессиональные компетенции, сотрудничество с работодателями*

В настоящее время во всем мире образование рассматривается в качестве важнейшего фактора успешности государства, его конкурентоспособности. От его качества зависит уровень жизни людей. Человек, с одной стороны, усваивает накопленные обществом знания, ценности, традиции, а с другой - активно создает для себя необходимые условия для самореализации и полезности сообществу. Общество заинтересовано в людях высокого профессионального уровня, обладающих деловыми качествами, способными принимать нестандартные решения, умеющие творчески мыслить, анализировать и систематизировать информацию. Поэтому уровень образования важен и для личности, и для государства. Казахстан проводит

активную политику в области повышения качества образования. Совершенствуется и развивается кредитная технология, реализуемая в университетах Казахстана с 2002 года. Она позволяет студенту строить свой путь в освоении знаний, развивать критическое мышление и повышает роль самостоятельной работы, его саморазвитие с ориентиром на будущую профессию. Академическая свобода вуза, в рамках кредитной технологии, позволяет учитывать требования общества к выпускнику вуза и направленности обучения на реализацию личных качеств студента. С казахстанской моделью кредитной технологии можно ближе ознакомиться, изучив статью А.С. Магауовой и М.Е. Жангужиновой [1], в которой дан анализ методологической базы и выделены преимущества кредитной технологии.

Основной задачей университета является не только освоение базовых знаний, но и развитие таких профессиональных компетенций, которые востребованы на рынке труда в своем регионе. Главная направленность организации обучения в настоящее время – это организация развивающей среды, необходимой для развития профессиональных компетенций. Поэтому тесная работа с работодателями помогает строить образовательную траекторию студента соответственно требованиям, предъявляемым к специалисту работодателем. Такой подход позволяет трудоустроить практически всех выпускников университета. Кропотливая работа нашей кафедры «Математики и методики преподавания математики» позволила глубоко проработать программы обучения по инженерной и педагогической математике. В рейтинге образовательных программ вузов Казахстана, они заслужено занимают 1(инженерная) и 2 (педагогическая) место уже второй год подряд, а в этом году наш университет занял 1 место в ТОП-3 вузов Казахстана по специальности «Математика» [2].

В стране заканчивается переход на новое содержание образования в средней школе. Изучив спрос городского и областного отделов образования, в этом учебном году открыта специальность для магистрантов «Математика. Управление образовательным процессом». Были изучены требования к руководителям школ на современном этапе модернизации образования и составлены программы курса с учетом пожеланий директоров, завучей школ и руководителей ГорОО и ОблОО.

При выборе тем исследования в рамках магистерской работы опирались на проблемы, возникшие при модернизации образовательной системы, учитывался опыт на местах. Главной задачей учителей математики является повышение качества математического образования через личностно-ориентированные, развивающие технологии. Оценивание результатов обучения разрабатывается и осуществляется по таксономии Б.С. Блума [3]. Например, специальность «Математика. Управление образовательным процессом», в УМК дисциплины: «Технология диагностики и оценивание качества образовательного процесса по математике» планирование результатов обучения на ступени «применение» следующее (таблица 1).

Таблица 1 – Результат обучения по предмету: «Технология диагностики и оценивание качества образовательного процесса по математике»

|            |                                                                                                                   |                                                      |     |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----|
| Применение | <u>1 модуль.</u> Составьте пакет мероприятий для тестирования качества обучения математики                        | Выполнить проект, представить презентацию материала. | 30% |
|            | <u>Продемонстрируйте</u> использование таксономии целей и результаты для определения качества обучения математики |                                                      |     |
|            | <u>2 модуль.</u> Продемонстрируйте умение составлять тестовые задания по математике для итоговой аттестации       |                                                      |     |
|            | <u>3 модуль.</u> Обобщите опыт работы учителя по одному из разделов математики                                    |                                                      |     |

План изучения учебной дисциплины включает модули с заданными темами лекций, самостоятельных работ студента, например по той же специальности модуль 3 представлен в таблице 2.

Большое внимание уделяется развитию специальных компетенций, т.е. владение профессиональными знаниями, умениями и навыками и планированию роста в своей профессии.

Таблица 2 – Фрагмент плана изучения учебной дисциплины

|     |                                                                                                           |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 3   | <b>МОДУЛЬ 3. Система критериального оценивания учебных достижений. Контрольно-измерительные материалы</b> |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |
| 3.1 | <b>Система критериального оценивания учебных достижений учащихся</b>                                      | Лекция  | Система критериально-ориентированного оценивания Беспально В.П. Критериальная оценка знаний как технология формирования учебно-познавательной компетентности учащихся. Уровень сформированности системы качества знаний учащихся. Технология НИШ. Качество формирования общеучебных умений и навыков. | 4 |
|     |                                                                                                           | семинар | Представить пакет выбранных диагностических материалов с анализом проверяемых качеств                                                                                                                                                                                                                 | 2 |
|     |                                                                                                           | СРСП    | Анализ мониторинговых материалов                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2 |
|     |                                                                                                           | СРС     | В графике                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 4 |

Бакалавр, будущий учитель математики, должен знать состояние преподавания в современной казахстанской школе, знать основные направления современных требований к учебно-воспитательному процессу, владеть современными технологиями и приемами обучения, понимать направление модернизации образования вообще и математического в частности, как в своей стране, так и других странах. Не остаются без внимания и социальные компетентности, которые предполагают направленность на сотрудничество в профессии, ответственность за результат совместной и личной работы.

Учитывая, что в ГОСО РК включено следующее: «Вузовский компонент и компонент по выбору определяются вузами самостоятельно и учитывают потребности рынка труда, ожидания работодателей и индивидуальные интересы обучающихся» [4], то работа идет в нескольких направлениях. Это полная свобода выбора университетом (кафедрой) по каким направлениям будут набирать студентов для обучения. В этом случае, как уже было сказано выше, учитывается региональный рынок труда. Университет изучает спрос, какие профессии необходимы региону, в каком объеме. Проводятся встречи с работодателями, составляется договор о сотрудничестве с теми предприятиями, которые заинтересованы в кадрах. Действует дискуссионная площадка с участием преподавателей, работодателей и студентов, где выясняют какие необходимо развивать компетенции у выпускников для удовлетворения требований работодателей. В дальнейшем разрабатывается учебно-методический комплекс, в который входит рабочая программа, Силлабус. Он выстроен в контексте компетентного подхода, т.е. по каждому разделу определен объем работ и конечный результат. Не остаются без внимания и социальные компетентности, которые предполагают направленность на сотрудничество в профессии, ответственность за результат совместной и личной работы.

Имея лицензию на открытие магистратуры по педагогическому направлению, преподаватели университета составляют весь необходимый пакет планов, который утверждается ученым советом. Работа ведется в направлении освоения компетенций в профессии, начиная с 1 курса. Студенты на протяжении всех лет обучения распределены по школам, где они посещают уроки своих наставников. Тесный контакт кафедра имеет и со школами, в которых открыты филиалы кафедры. В них преподаватели вместе со студентами проводят мастер-класс, участвуют в предметной декаде, работают совместно с учителем над научными проектами школьников. Открыты Академические школы ведущих ученых, в которые входят учителя математики и студенты университета. На занятиях академической школы рассматриваются теоретические вопросы актуальных методических исследований, выявляются проблемы и пути их решения, проводятся занятия профессорско-преподавательским составом в формате «мастер-класс», а также профориентационная работа по набору будущих студентов.

На основании договора о сотрудничестве студенты, будущие инженеры, проходят практику и участвуют в исследовательской деятельности ТОО, занимающегося апробацией и разработкой исследовательских проектов.

В рамках академической мобильности студенты инженерной математики могут обучаться один семестр в вузах Франции, России, будущие педагоги по обмену могут учиться в других казахстанских вузах и вузах России.

С каталогом элективных дисциплин, разработанных кафедрой для инженерной и педагогической математики, можно ознакомиться на сайте [5].

*Список использованной литературы:*

1. А.С. Магауова, М.Е. Жангужинова. Кредитная технология обучения как основа

- подготовки конкурентноспособных специалистов. /Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. Том 15, №15, С 160-163
2. Atameken\_ratinqs
3. Bloom B.S., Krathwohe D.R., Masia B.B. Human Characteristics and Schcool Learning. - New Jork, 1976, P. 69-73, 144.
4. Государственный общеобязательный стандарт высшего образования//МОН РК, Приказ №604 от 31 октября 2018, гл. 2. п.5
5. <https://asu.edu.kz/upload/content/pdf/elective/Matematika-B.pdf>

УДК 004.921:372.862

**Комаров С. М.**, канд. техн. наук, доц., **Михайлів Ю.Ю.**, студент,  
**Грицак Д.Г.**, студент,  
Українська академія друкарства м. Львів, Україна

## **ВИКОРИСТАННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В НАВЧАЛЬНОМУ ПОСІБНИКУ З ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

*Анотація. Розглянуто методику створення інтерактивного навчального посібника до курсового проекту з деталей машин із використанням технологій доповненої реальності на смартфонах. Посібник містить анімовані 3D-моделі редукторів. Наведено приклад такого посібника для студентів 3-го курсу інженерних спеціальностей. Описано програмне забезпечення та технологія створення мобільних додатків на Android з елементами доповненої реальності*

*Ключові слова: доповнена реальність, мобільні додатки, деталі машин, редуктори.*

На кафедрі інженерної механіки Української академії друкарства разом з студентами було створено методичний посібник з інженерної та комп'ютерної графіки з використанням елементів доповненої реальності [1]. Впровадження цього посібника в навчальний процес показало високу зацікавленість студентів та покращення успішності, і ще раз підтвердило думку фахівців з педагогіки, що сучасні студенти з так званим «кліповим мисленням» краще засвоюють складний матеріал у звичній їм ігровій формі з використанням знайомого гаджета [2]. Технологія доповненої реальності вважається дуже перспективною, і в даний час широко використовується в освітніх програмах розвинених країн [3,4]. Тому створення навчальних посібників нового покоління з елементами доповненої реальності є дуже актуальною на сьогоднішній день темою, і ця актуальність, на думку експертів, буде тільки зростати [5].

Базуючись на розробленій методиці [1], автори вирішили розробити навчальний посібник до курсового проекту з деталей машин. Традиційно у курсовому проекті з деталей машин студенти інженерних спеціальностей проектують зубчасті редуктори. Тривимірні моделі зможуть суттєво допомогти

студентам зрозуміти конструкції редукторів і слугуватимуть хорошим доповненням до класичних атласів конструкцій з деталей машин [6, 7]. Але, крім будови редуктора, студенту треба розуміти розташування і взаємодію окремих деталей редуктора, яких, зазвичай, буває декілька десятків. Корисно також побачити, як ці деталі рухаються у процесі роботи редуктора. Тому автори поставили за мету відтворити у доповненій реальності 3D-моделі редукторів з анімацією руху і анімацією розкладання. За основу було взято моделі редукторів, які створили студенти в AutoCAD в межах курсового проекту з деталей машин під керівництвом одного з авторів.

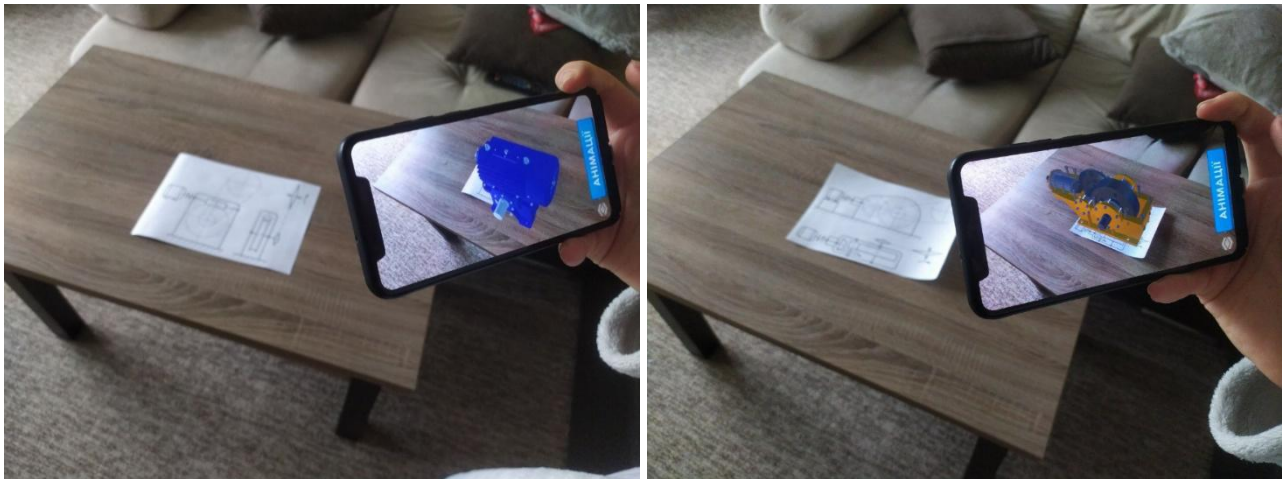


*Рисунок 1 – 3D-модель з'являється на екрані смартфона при наведенні на кінематичну схему редуктора.*

Після аналізу існуючого програмного забезпечення для розробки мобільних додатків з використанням доповненої реальності, ми пропонуємо наступну послідовність підготовки навчального посібника:

- Створення 3D-моделей за допомогою AutoCAD [8]. Можна використати і інші CAD-системи, наприклад, Fusion 360, Autodesk Inventor, Solid Works, КОМПАС 3D тощо.
- Експорт моделей у формат FBX разом із матеріалами безпосередньо з CAD-системи (якщо вона це дозволяє), або з використанням програм-конверторів.
- Побудова в AutoCAD або іншій системі креслеників кінематичних схем.
- Імпорт FBX у Cinema 4D [9], створення анімації обертання валів разом з спряженими деталями, створення анімації розкладання деталей редуктора. Експорт FBX-моделей з доданими анімаціями. Одна модель може містити декілька різних покадрових анімацій.
- Отримання ключа розробника, створення власної бібліотеки і перетворення кінематичних схем на картинки-мішені за допомогою Vuforia [10].
- Імпорт FBX-моделей з анімацією і картинок-мішеней у систему Unity 3D, налаштування сцени доповненої реальності, що пов'язує картинки-мішені з 3D-моделями [11].
- Призначення матеріалів деталям (у разі необхідності).

- Налаштування відображення анімації моделі в Unity 3D, створення відповідних контролерів і кнопочового меню для запуску та зупинки анімацій.
- Підключення до сцени скриптів на C# для керування масштабуванням і обертанням моделі у просторі за допомогою жестів.
- Емуляція Android під Windows і відлагодження мобільного додатку.
- Налаштування необхідних параметрів, компіляція і створення інсталяційного apk-пакету з Java DK і Android Studio [12].

Звертаємо особливу увагу, що на всі зазначені програмні продукти надаються безкоштовні персональні або освітні ліцензії. Для роботи необхідно зареєструватись на сайтах відповідних компаній, отримати ліцензії і інсталювати всі перераховані програми.

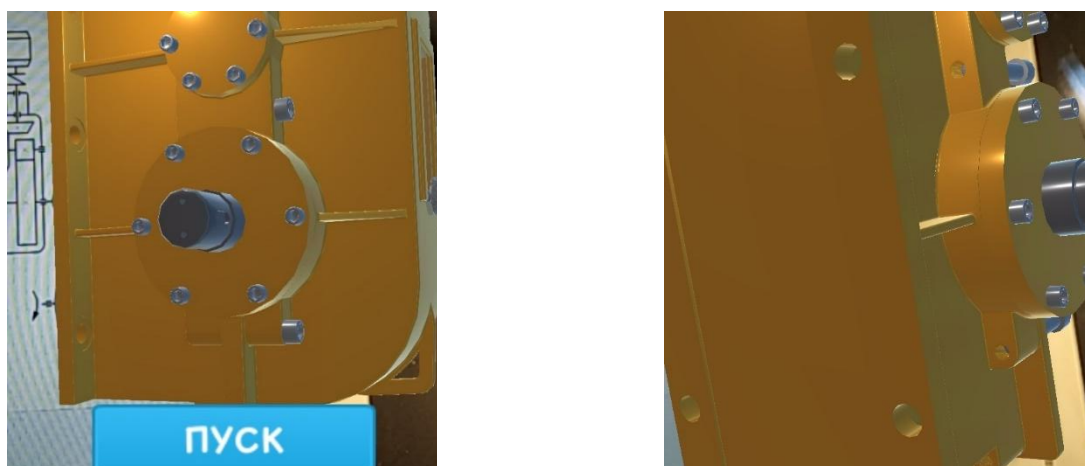


Рисунок 2 – Керування моделлю за допомогою жестів та кнопочового меню.

В результаті автори створили корисний додаток, завдяки якому курсовий проект з деталей машин стане для студентів більш цікавим і суттєво спроститься. Тепер студент зможе отримати завдання і оглянути конструкцію та процес роботи редуктора в декілька жестів на екрані смартфона. Зацікавлені студенти можуть легко подивитись роботу редуктора з завдань своїх однокурсників, що сприятиме кращому засвоєнню матеріалу. Додаток UAP\_AR\_КПІ створено для версії Android 7 і вище. Щоб скористатись можливостями доповненої реальності, студент повинен скачати та інсталювати на свій смартфон мобільний додаток UAP\_AR\_КПІ. Програма здатна розпізнавати кінематичну схему як кресленик-мішень і відображати на екрані смартфона або планшета відповідну 3D-модель редуктора, яка закріплена за цим креслеником, а також дає можливість керувати цією 3D-моделлю (рис. 1).

Студент має можливість обертати та збільшувати-зменшувати зображення моделі на екрані, або скористатись кнопочовим меню (рис. 2).

Кнопочове меню запускає і зупиняє анімацію руху або розкладання (рис. 3).

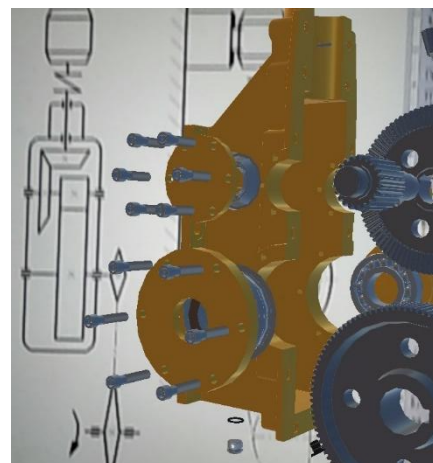
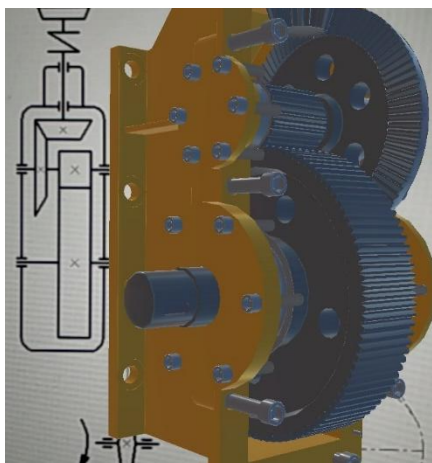


Рисунок 3 – Анімація обертання валів або розкладання редуктора

Модель можна обертати і масштабувати навіть у процесі анімації.

#### Список використаної літератури

1. Комаров С. М., Михайлів Ю.Ю, Грицак Д.Г. Розробка навчальних посібників з інженерної та комп'ютерної графіки з використанням технологій доповненої реальності, «Новітні технології в освіті, науці та виробництві»: збірник матеріалів I Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції, 18 квітня 2019 р. – Дніпро: Середняк Т. К., 2019, – с.132-142 ISBN 978-617-7761-45-6
2. <https://monocler.ru/klipovoe-myishlenie/>
3. <http://ipkey.com.ua/uk/faq/929-augmented-reality.html>
4. <http://blog.ed-era.com/educational-technologies/>
5. <https://ain.ua/2017/12/16/5-rishen-vr-dlya-smartfonu/>
6. Детали машин. Атлас конструкций, под ред. Решетова Д.Н., ч.1..2, изд. 2, «Машиностроение», Москва, 1992.
7. Атлас конструкций узлов и деталей машин, под ред. О.А.Ряховского, О.П. Леликова, изд.2, Москва, изд. МГТУ им. Баумана, 2009.
8. <https://www.autodesk.ru/products/autocad>
9. <https://www.maxon.net/en-us/products/cinema-4d>
10. <https://developer.vuforia.com/>
11. <https://unity3d.com/ru>
12. <https://developer.android.com/studio/>

УДК 331.5.378

**Лавриненко Л.М.**, канд. екон. наук, ст.наук.співр.,

Інститут економіки та прогнозування НАН України, м. Київ, Україна

## НАПРЯМКИ ВЗАЄМОДІЇ РИНКУ ПРАЦІ ТА РИНКУ ОСВІТНІХ ПОСЛУГ

*Анотація. Метою статті є аналіз сучасних процесів, які відбуваються у сфері підготовки кадрів для народного господарства України, та розробка шляхів підвищення ефективності взаємодії та взаємозв'язку ринків праці та освітніх послуг. Як зробити ринок*

*освітніх послуг більш сучасним та пристосованим до розвитку всього нового на ринку праці України.*

*Ключові слова: освіта, ринок освітніх послуг, взаємодія, ринок праці, якість освітніх послуг, роботодавці, кваліфіковані кадри.*

На сучасному етапі освіта виступає основним соціальним інститутом, яка задовольняє потреби суспільства у формуванні кваліфікованої робочої сили, у збереженні та розвитку системи наукових знань, у забезпеченні соціалізації підростаючого покоління, формуванні загальної культури та соціальних норм. Із зростанням вагомості людського капіталу, як основного чинника економічного розвитку, вища освіта стає найважливішим засобом формування нової генерації висококваліфікованих кадрів та розвитку інтелектуального потенціалу [1].

Освіта та професійна підготовка є фундаментом людського розвитку і прогресу суспільства [2]. Вони також виступають гарантом індивідуального розвитку, виховують інтелектуальний, духовний та виробничий потенціал суспільства. Розвиток держави, структурні перетворення на мікро- та макроекономічному рівнях мають гармонійно поєднуватись із реформою освіти, професійною підготовкою для того, щоб задовольнити потреби і прагнення людей.

Сьогодні світова спільнота знаходиться на етапі кардинальної трансформації економічних систем та суспільних відносин. Стрімкий розвиток та поширення цифрових технологій не лише відкриває нові можливості для розвитку держави та всіх сфер її економіки, а й створюють нові виклики [3]. Основним викликом для сучасного суспільства є зростання потреби у високоосвічених фахівцях, які здатні не лише використовувати вже набуті компетентності, а й постійно оновлювати їх, враховуючи тенденції розвитку світової економіки. Економічний розвиток, соціальний добробут суспільства є неможливий без наявності висококваліфікованих кадрів.

Сучасний ринок праці визначається двома суперечливими тенденціями, узгодження яких дасть змогу збалансувати і кількісні, і, найголовніше, якісні показники попиту та пропозиції робочої сили на ринку праці. Рисом соціально-економічної стратегії розвитку стає усвідомлення того, що інвестиції в людський капітал є найбільш ефективними. Усі люди в певній мірі відчують потребу у знаннях, яка задовольняється у процесі отримання освіти. З точки зору суспільного блага освітні послуги можуть бути визначені як засіб задоволення потреби в освіті, визначення та задоволення якої відбувається саме на ринку освітніх послуг.

В теорії управління якістю послуга повинна бути спрямована на конкретного споживача. ВУЗу необхідно визначити неочікувані та очікувані потреби конкретних споживачів для того, щоб у достатній мірі задовольнити освітні потреби. З цього випливає, що освітня послуга – це діяльність, метою якої є задоволення очікуваних та неочікуваних освітніх потреб конкретних споживачів [4].

З точки зору роботодавця, випускники вузів повинні володіти як мінімум

наступними характеристиками:

- володіти достатніми практичними та теоретичними знаннями, для того, щоб була забезпечена висока продуктивність праці, знижені витрати підприємства на донавчання молодих фахівців, перепідготовку кадрів;
- мати необхідні для сучасного виробництва особистісні якості: ініціативність, цілеспрямованість, високу мотивацію на досягнення успіху, здатність працювати в команді, креативність, здатність і прагнення до самонавчання і саморозвитку, стресостійкість, відповідальність і т.д.;
- володіти високою працездатністю, що означає наявність фізичної витривалості й міцного здоров'я.

Щоб реалізуватися в житті та зайняти гідне становище в суспільстві, особистості потрібно отримати в процесі освіти:

- теоретичні знання, практичні вміння, навички, які знадобляться для того, щоб здійснювати свою майбутню діяльність, приносити користь суспільству й отримувати дохід;
- рівень інтелекту, який передбачає вміння вирішувати завдання різної складності та характеру, а також абстрактне мислення;
- розвинені професійні та особистісні якості;
- ряд особистісно-психологічних характеристик, до яких відносяться організаторські здібності, відповідальність за вчинені дії та ін.;
- здоров'я особистості та її фізичні навички, які сприяють забезпечення високої працездатності;
- високий рівень культури та виховання.

Також можна виділити ряд вимог, які відображають потреби суспільства у вищій освіті:

- здійснення підготовки висококваліфікованих кадрів, які повинні справитися із завданнями (в тому числі й творчими), проводити як прикладні, так і фундаментальні дослідження, що забезпечують прогрес у всіх областях знань та галузях народного господарства;
- підготовка кадрів високої кваліфікації, які вміють максимально ефективно вирішувати практичні завдання, які стосуються різних галузей діяльності;
- виховання високоосвічених та культурно розвинених людей для збереження та збагачення національної культури;
- підготовка здорових та фізично розвинених особистостей за допомогою фізичного виховання студентів.

Незважаючи на єдність інтересів особистості учня, роботодавця та суспільства в теорії, на практиці існує певна неузгодженість, розрив між інтересами освітніх інститутів, що надають освітні послуги та роботодавцями, які є в кінцевому підсумку споживачами «продукту» освітнього процесу. Освітні установи недостатньо орієнтовані на підготовку випускників, що володіють тими професійними та особистісними якостями, які дійсно затребувані роботодавцями [5]. Одна із головних претензій останніх до вузів – відірваність теоретичних знань молодих фахівців від практики. Даний недолік проявляється у невмінні поводитися із сучасним обладнанням, в психологічну

неготовність працювати на сучасному виробництві: керувати робітниками, вміння вести себе у бізнес-середовищі та ін.

Така невідповідність породжує проблеми працевлаштування випускників професійних навчальних закладів, проблему дефіциту необхідних кадрів для підприємств, що в результаті створює дисбаланс попиту та пропозиції праці кваліфікованих працівників на ринку. Ситуація ускладнюється слабкою орієнтацією системи освіти у визначенні структури підготовки фахівців на дійсні потреби роботодавців; платність освітніх послуг орієнтує вищі навчальні заклади на збільшення набору на ті спеціальності, які затребувані абітурієнтами, часто слабо або неправильно поінформованими про реальну ситуацію на ринку праці.

При цьому саме освіта повинна відігравати ключову роль у забезпеченні економіки компетентними, високопрофесійними працівниками, тим самим сприяючи стабільному довгостроковому економічному та соціальному розвитку країни. Для того, щоб система освіти у повній мірі могла виконувати зазначену роль в сучасних ринкових умовах, необхідна ефективна система взаємодії професійних навчальних закладів та роботодавців за активної участі держави. Основою такого співробітництва може виступати система соціального партнерства, яка буде сприяти не тільки підвищенню ефективності навчання, а й розвитку системи навчання із урахуванням потреби особистості, підприємств та суспільства; сприяти забезпеченню рівного доступу до навчання, досягнення безперервного соціально-економічного розвитку.

Взаємодія зазначених суб'єктів має будуватися на основі принципів рівноправності сторін, поваги та врахування інтересів усіх сторін, систематичності та послідовності взаємодії, добровільності прийняття зобов'язань, зацікавленості сторін у досягненні поставлених цілей, реальності прийнятих на себе зобов'язань та обов'язковості їх виконання, відповідальності сторін. Сьогодні існують різноманітні форми взаємодії вузів та роботодавців, що сприяють приведенню у відповідність структури та рівня підготовки випускників навчальних закладів вимогам роботодавців. До цих форм можна віднести участь роботодавців у коригуванні професійних освітніх програм, участь у навчальному процесі ВНЗ (читання лекцій, керівництво виробничою практикою студентів), цільові замовлення підприємств вузу на підготовку кадрів, проведення спільних науково-практичних конференцій, семінарів, круглих столів та багато іншого.

Неодмінною умовою даної взаємодії є активна регулююча та координуюча роль держави в особі органів державної влади. Формами участі держави в даному процесі можуть бути розробка та реалізація регіональних програм підтримки молодих фахівців із дефіцитними спеціальностями, моніторинг ринку праці, організація ярмарків вакансій для випускників, профорієнтаційна робота із абітурієнтами та учнями шкіл, надання премій та стипендій студентам, грантова підтримка, цільовий прийом у вузи в інтересах розвитку економіки регіону, організація освітньо-виробничих комплексів та багато іншого.

Подолання економічних, соціальних та політичних кризових явищ українського суспільства можливе лише за умов сприйняття, що вища освіта повинна відповідати сучасним потребам суспільства та ринку праці, забезпечувати формування у кожної особистості здатності швидко адаптуватися до сучасних соціо-економічних реалій, які стають найважливішою умовою успішного і стійкого розвитку соціуму.

Таким чином, подолання освітньо-кваліфікаційного дисбалансу є не стільки питанням підвищення ефективності функціонування ринку праці як такого, скільки наочним відображенням широкого кола проблем, які накопичилися у сфері управління розвитком людського капіталу. Їх вирішення можливе лише за умов системного визначення стратегічних цілей та завдань розвитку держави із урахуванням принципів гідної праці, пріоритетів промислово-економічної, соціальної, демографічної, освітньої та наукової політики.

Отже, тільки взаємодія професійних навчальних закладів, роботодавців та держави може забезпечити ефективне функціонування ринку освітніх послуг, що забезпечує баланс попиту та пропозиції кваліфікованих кадрів, необхідний для успішного економічного розвитку країни.

#### *Список використаної літератури*

1. Лавриненко Л.М. Взаємодія та взаємозв'язок ринку праці та ринку освітніх послуг // Глобальні та національні проблеми економіки / Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського – Випуску № 9. Лютий 2016 р.– С. 592-596. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://global-national.in.ua/avtoram>
2. Міщук Н.В. Освіта як чинник конкурентоспроможності молоді на ринку праці. Інноваційна економіка. – 2019. № 1-2 [78]. – С. 80–86.
3. Лавриненко Л.М. Творческий труд и креативность в инновационной среде // Науковий вісник Мукачівського державного університету . Серія «Економіка»: зб. наук. пр. / Ред. кол.: Черничко Т. В. (гол. ред.) та ін. – Мукачево: Вид-во МДУ, 2016. – Випуск 2(6). – С. 85-91.
4. Лавриненко Л.М. Світовий досвід професійного навчання та розвитку персоналу // Управління соціально-економічними трансформаціями господарських процесів: реалії і виклики: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції (м.Мукачево, 18-19 квітня 2019 р.). – Мукачево. МДУ: 2019. – С. 326-329.
5. Лавриненко Л.М. Мотиваційна складова професійної компетентності // Конкурентоспроможність вищої освіти України в умовах інформаційного суспільства [Електронний ресурс] : збірник тез I Міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів, 9 листопада 2018 р.) / Чернігів. нац. технол. ун-т. –Текст. і граф. дані. – Чернігів, 2018. – С. 510-512. – Режим доступу: <https://www.stu.cn.ua/media/files/conference/konkup18-z.pdf>

**Несторук Н. А.**, канд. пед. наук, доц.,  
доцент кафедри педагогіки та методики викладання  
Горлівського інституту іноземних мов ДВНЗ «ДДПУ», м. Бахмут, Україна

## **МОДЕЛЬНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ПОДОЛАННЯ ЗВОЛІКАНЬ КАДРОВОГО ТА НАУКОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ВИРОБНИЦТВ**

*Анотація. В роботі спроектовано модельний інструментарій педагогічної технології послаблення й подолання зволікань на ґрунті низки умов, серед яких першочерговими є належне матеріально-технічне та методичне забезпечення; поетапність у плануванні освітньої діяльності; створення єдиного навчально-методичного середовища; наявність комплексу відповідних навчальних дисциплін; забезпечення сприятливого мотиваційного супроводження, що має на меті перетворення зовнішніх стимулів у внутрішні, використання фасилітації. Розроблений модельний інструментарій педагогічної технології було впроваджено в навчально-виховний процес і перевірено дієвість. У результаті його застосування відбулося зростання успішності та якості знань здобувачів та позитивні зміни в результатах комплексних кваліфікаційних іспитів, а звідси й рівня фахової компетентності кадрового та наукового потенціалу виробництв.*

*Ключові слова:* зволікання, прокрастинація, кадровий та науковий потенціал виробництв, модельний інструментарій, педагогічна технологія.

Схильність до постійного відкладання важливих і неприємних справ на потім, негативні наслідки якої виражаються в зниження успішності та продуктивності особистості, в реаліях сьогодення стала актуальною проблемою забезпечення кадрового та наукового потенціалу виробництв. Прокрастинація (зволікання) має міждисциплінарне значення та є предметом досліджень багатьох науковців в сфері педагогіки, психології, соціології і філософії. Разом з тим, теоретичний аналіз наукових праць свідчить, що на сучасному етапі розвитку науки (як форми буття культури) не розроблено механізмів науково обґрунтованого відбору змісту підготовки майбутніх фахівців при опануванні фахово зорієнтованих дисциплін, що підвищить академічну успішність та якість знань здобувачів вищої освіти, а звідси й рівень фахової компетентності випускників закладів вищої освіти.

Метою роботи є аналіз спроектованого модельного інструментарію (умов, принципів, методів, форм, засобів) педагогічної технології послаблення та подолання феномену прокрастинації, як технології підвищення якості підготовки та рівня фахової компетентності кадрового та наукового потенціалу виробництв.

Педагогічна технологія - це сукупність науково обґрунтованих способів організації і здійснення педагогічної діяльності, які спрямовані на оптимізацію навчання [1, с. 297]. Для подолання прокрастинації нами пропонуються наступні рішення. Залучення кадрового та наукового потенціалу виробництв до професійної діяльності має відбуватися на ґрунті низки педагогічних умов, серед яких ми першочерговими вважаємо належне матеріально-технічне та

методичне забезпечення; поетапність у плануванні освітньої діяльності; створення єдиного навчально-методичного середовища; наявність комплексу відповідних навчальних дисциплін; забезпечення сприятливого мотиваційного супроводження, що має на меті перетворення зовнішніх стимулів у внутрішні, використання фасилітації [4, с. 50], яка передбачає не просто допомогу здобувачу вищої освіти досягти його цілей, а й створення необхідного емоційного фону діяльності. Але основною педагогічною умовою є застосування таких дидактичних принципів, як: детермінованість, систематичність, диференційованість, варіативність, інтегративність та інтерактивність навчання. За даних умов досягається оптимально-ефективне освітнє середовище сучасних вищих навчальних закладів, а звідси – підвищується рівень професійної компетентності педагогічних фахівців і якості їх підготовки до професійної діяльності, що дає змогу випускникам закладів вищої освіти бути затребуваними на сучасному ринку праці, задовольняючи різноманітні запити споживачів освітніх послуг.

В результаті наукових пошуків та доробок на основі схарактеризованої технології з урахуванням результатів, зазначених вище, та спираючись на низку виділених чинників і досвід організації самостійної роботи здобувачів вищої освіти, нами розроблені (і апробовані в умовах реального навчального процесу) комплекс практичних рекомендацій й навчально-методичні матеріали «Методичні рекомендації щодо організації самостійної роботи здобувачів вищої освіти з дисципліни «Педагогіка»» та «Словник педагогічних та психологічних термінів» для здобувачів педагогічних спеціальностей, що використовувались здобувачами вищої освіти при підготовці до практичних й семінарських занять, заліків та іспитів, для виконання домашніх завдань, у процесі самоосвіти, написання рефератів, курсових робіт, тез доповідей, статей, а також викладачами при укладанні завдань для самостійної роботи здобувачів вищої освіти, для проведення поточних контрольних заходів, при підготовці матеріалів лекцій, методичних розробок, тощо [2; 3]. Специфікою практичних рекомендацій й навчально-методичних матеріалів є те, що їх завдання враховували студентоцентроване навчання за індивідуальною освітньою траєкторією.

З метою аналізу впровадженої педагогічної технології послаблення й подолання феномену прокрастинації і групової динаміки було порівняно успішність та якість навчання за три останні навчальні роки 2017-2019 рр. Виявлення факту зниження прокрастинації проводилося на основі порівняння даних результатів успішності й якості знань здобувачів вищої освіти поточного та попереднього зрізів до впровадження розробленої педагогічної технології та в період її застосування. Результативність розробки й впровадження в навчальний процес технології послаблення й подолання феномену прокрастинації говорить про зниження прокрастинації здобувачів вищої освіти, про що свідчать підвищення успішності та якості знань здобувачів вищої освіти та позитивні зміни в результатах комплексних кваліфікаційних іспитів.

Практична значущість дослідження вмотивовується тим фактом, що внаслідок наукового пошуку на основі розробленої педагогічної технології

створено й упроваджено в систему професійної підготовки майбутніх педагогів словник й інші навчально-методичні матеріали, які підвищили рівень підготовки здобувачів вищої освіти в майбутній професійній діяльності. Словник і навчально-методичні матеріали, розроблені під час дослідження, можуть бути використані в процесі підготовки здобувачів педагогічних спеціальностей у вищих закладах освіти і педагогічних коледжах.

Отже, презентований модельний інструментарій педагогічної технології послаблення та подолання феномену прокрастинації здатний оптимізувати навчально-виховний процес знизивши зволікання, активізувавши навчально-пізнавальну діяльність здобувачів вищої освіти, чим підвищити академічну успішність та якість знань, а звідси й рівень фахової компетентності кадрового та наукового потенціалу виробництва.

#### *Список використаної літератури*

1. Коваленко О. Е. та ін. Методика професійного навчання : навч. посібник для студ. вищ. навч. закл. інж.-пед. спец-тей. Харків : ВВП «Контраст», 2008. 488 с.
2. Методичні рекомендації щодо організації самостійної роботи здобувачів вищої освіти з дисципліни «Педагогіка» : для здобувачів денної та заочної форм здобуття освіти пед. спец-тей / укладачі : Н. А. Несторук, Л. В. Кокоріна. Слов'янськ : Вид-во Б. І. Маторіна, 2019. 78с.
3. Словник педагогічних та психологічних термінів : для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття освіти пед. спец-тей / укладачі : Н. А. Несторук, Л. В. Кокоріна. Слов'янськ : Вид-во Б. І. Маторіна, 2019. 131 с.
4. Dignen B. Facilitation : Bringing out the best. *Business Spotlight*. 2008. № 1. P. 50-56.

**Несторук Н. А.**, канд. пед. наук, доц.,  
доцент кафедри педагогіки та методики викладання,

**Коник В. Ю.**, студентка гр. 402-А  
Горлівського інституту іноземних мов ДВНЗ «ДДПУ», м. Бахмут, Україна

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ ОПТИМІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНОГО ПРОЦЕСУ НА ЗАСАДАХ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ**

*Анотація. В дослідженні з'ясовано, що оптимізація навчально-виховного процесу це забезпечення цілісного циклу, що включає діагностування рівня освіченості, вихованості здобувачів освіти й формулювання мети, планування та організацію діяльності, контроль і регулювання діяльності й відносин, аналіз навчально-виховних результатів за максимально сприятливих умов: принципів, методів, форм, засобів. Обґрунтовано, що одним із пріоритетних напрямків процесу оптимізації сучасної освіти є інформатизація, тобто впровадження засобів нових інформаційних технологій в систему освіти.*

*Ключові слова: оптимізація, навчально-виховний процес, здобувачі вищої освіти, інформатизація, кадровий та науковий потенціал виробництва.*

Сучасна освіта з кожним роком все більше піддається змінам і реформації, так як сучасність диктує свої правила для всього освітнього процесу в цілому. Саме з цієї причини оптимізація навчально-виховного процесу сучасних закладів вищої освіти, що забезпечують кадровий та науковий потенціал виробництва, є надзвичайно актуальною темою сьогодення.

Оптимізація процесу виховання – забезпечення цілісного циклу виховного процесу, що включає діагностування рівня вихованості учня й формулювання мети, планування та організацію діяльності, контроль і регулювання діяльності й відносин, аналіз виховних результатів [1]. Виховний та навчально-виховний процес поняття тотожні, що мають спільні мету – формування всебічно розвиненої особистості. Виховання – процес взаємодії вихователя і вихованця з метою формування особистості для самореалізації в усіх сферах життєдіяльності [4, с. 10]. Навчання – динамічна взаємодія (співробітництво, партнерство) учителя та учнів, спрямована на засвоєння учнем в активній навчально-пізнавальній діяльності змісту освіти, самовизначення особистості, становлення культури її життєдіяльності [3, с. 214]. Навчальний процес – узагальнений варіант руху навчання за певних умов (у школі, ПТУ, вузі, у різних навчальних закладах і в різних класах) [2, с. 91]. Ці процеси мають спільні принципи, методи, форми, засоби впливу на здобувачів освіти, тому перекладаючи дане визначення на навчально-виховний процес отримаємо наступне тлумачення.

Оптимізація навчально-виховного процесу – забезпечення цілісного циклу навчально-виховного процесу, що включає діагностування рівня освіченості, вихованості здобувачів освіти й формулювання мети, планування та організацію діяльності, контроль і регулювання діяльності й відносин, аналіз навчально-виховних результатів за максимально сприятливих умов діяльності:

принципів, методів, форм, засобів. Тобто маємо мету: максимально розвинена особистість за мінімальний строк (проміжок часу).

Наукова спільнота завжди опікувалась питанням: як вчити і чому? При вивченні теоретичних джерел з досліджуваної проблеми можна прийти до висновку, що оптимізація є невід'ємним процесом сучасного навчально-виховного процесу. Все актуальнішим в освітньому процесі стає використання в навчанні прийомів, методів та засобів, які формують вміння самостійно здобувати знання, збирати необхідну інформацію, висувати гіпотези, робити висновки. Інформаційні технології щільно задіяні у цих процесах. А це свідчить про те, що у сучасного здобувача освіти повинні бути сформовані універсальні навчальні дії, що забезпечують здатність до організації самостійної навчальної діяльності. Оптимізація процесу навчання синтезує різні форми і методи в певному поєднанні, кожен раз найкращим чином для конкретної ситуації. Одним із пріоритетних напрямків процесу оптимізації сучасної освіти є інформатизація, тобто впровадження засобів нових інформаційних технологій в систему освіти. Інформаційні технології вже стали потужним фактором підвищення ефективності вивчення навчальних дисциплін, що сприяють підвищенню міцності знань, інтересу здобувачів до предмету, загальної ефективності навчально-виховного процесу, дозволяють заощадити час на вивчення навчального матеріалу. Приклад такої електронної взаємодії зі здобувачами вищої освіти викладачів кафедри педагогіки та методики викладання ГІМ ДВНЗ ДДПУ на період карантину в країні: всі завдання доступні на платформі Moodle, також дублюються шляхом надсилання через електронну пошту; консультування здійснюється засобами мобільного зв'язку, спілкуванням в різноманітних месенджерах (листування, аудіо, відео). Крім того, розвиток телекомунікацій створює комфортне середовище для навчання здобувачів освіти з обмеженими можливостями або підвищення кваліфікації працівників, даючи їм можливість отримати доступ до навчальних матеріалів в будь-якому місці і в будь-який зручний час.

Використання сучасних інформаційних технологій дозволяє оптимізувати навчально-виховний процес, прискорюючи його, економлячи час педагога, активно включаючи кадровий та науковий потенціал виробництв в роботу і розвиваючи їх навички роботи з даними. Це формує конкурентоспроможну особистість, яка в майбутньому зможе з легкістю знайти собі місце на ринку праці в мінливих умовах ХХІ століття і буде здатна на постійну самоосвіту і творчий розвиток.

#### *Список використаної літератури*

1. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник. Київ: Либідь, 1997. 375 с.
2. Максимюк С. П. Педагогіка: навч. посібник. Київ: Кондор, 2009. 670 с.
3. Мойсеюк Н. Є. Педагогіка: навч. посібник. 5-е вид, перероб. і доп. Київ, 2007. 656 с.
4. Педагогіка сучасної школи: навч. посібник для студ. педагогічних ВНЗ / В. М. Глазиріна. Донецьк: Норд-Прес, 2006. 220 с.

**Нємцева Н.С.** к.п.н., доцент, **Нємцев Е.М.** ст. викладач  
Красноармійський міський ліцей «Надія», м. Покровськ, Україна  
Навчально-науковий індустріальний інститут ДВНЗ «ДонНТУ»,  
м. Покровськ, Україна

## **ПРОФЕСІЙНО-ОСОБИСТІСНЕ СТАНОВЛЕННЯ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ**

*Анотація:* У даній статі визначено вплив професійної підготовка студентів з урахуванням психологічних особливостей, які передбачають радикальну перебудову змісту й методів навчання, максимальне врахування індивідуальних особливостей та інтересів. Звертається увага на те, що викладачі, організовуючи процес професійного становлення особистості, повинні звертати увагу як на розвиток окремих якостей, так і на розвиток особистості загалом.

*Ключові слова:* освітній процес, професійне становлення, освітнє середовище, міжособистісна взаємодія, конкурентоспроможність, поліпрофесійність.

В умовах змін, що запроваджуються в освітньому процесі, навіть в умовах карантину, перед вищою школою висувається завдання здійснювати професійне становлення студентів таким чином, щоб освітнє середовище ВНЗ значною мірою забезпечувало б вироблення якостей особистості майбутнього фахівця, необхідних у період навчання, для міжособистісної взаємодії і творчої будови майбутньої професійної діяльності.

Філософи, культурологи, психологи і педагоги вказують на необхідність опанування майбутніми фахівцями системою професійних знань, умінь і навичок, способами ділової міжособистісної взаємодії і творчого виконання своїх обов'язків, що в єдності виступає умовою й одночасно основою успішності процесу формування конкурентоспроможності у майбутніх фахівців-інженерів.

Звертаємо увагу, що важливою особливістю суб'єкта освітнього процесу є те, що його формування відбувається у певному соціальному і просторово-предметному оточенні. Отже, основним протиріччям, що детермінує розвиток особистості, є протиріччя між властивостями, що склалися, якостями особистості й об'єктивними вимогами професійної діяльності. Рішенням цього протиріччя, на нашу думку, для майбутніх інженерів можливе, за рахунок забезпечення ефективної динамічної зміни освітнього середовища вищого навчального закладу, що спрямоване на формування необхідних для майбутньої професійної діяльності властивостей і якостей особистості студентів.

Згідно досліджень абстрактна можливість здається студентів більш цікавою і важливою, ніж дійсність. У мріях студенти програють різні варіанти свого майбутнього як професійного так і життєвого шляху, які суттєвим чином впливають на якість навчання.

Поняття «якість» розуміється як «категорія, що відображає істотну визначеність речей і явищ реального світу» [1, с. 365]. За Р. Кетеллом [2], якістю особистості називається довгостроково існуюча характеристика, що

проявляється послідовно у поведінці індивіда в широкому спектрі різних ситуацій, а якість характеризує поведінку людини в більшому або меншому ступені. Говорячи про особистісну якість, ми співвідносимо її з межами прояву цієї якості у різних людей – від значно до незначного вираження прояву.

Відповідно до концепції Є. Махлаха, під якістю розуміється узагальнене відношення, що слугує соціальним задачам, до структури яких включаються зовнішні вимоги (від педагогів, батьків, товаришів та ін.), які висувуються до такого роду відносин людей і проявляються у способах поведінки, спілкування, зовні виражаючись у системі вмінь [3].

Спираючись на наведені вище теоретичні положення, під якістю особистості ми розуміємо узагальнені властивості особистості, що перебувають у взаємозв'язку і від яких залежать можливість здійснення та ступінь успішності професійно-особистісного становлення.

Звичайно, у науці немає однозначного терміна для визначення якостей, пов'язаних із професійною діяльністю, ми спираємось на три основні тенденції в розумінні цього питання: перша – визначає професійні якості як властивості особистості, необхідні в конкретній професійній діяльності; друга – відзначає, що не може існувати єдиний список якостей спеціаліста, які повинні лежати в основі ефективності його діяльності й не залежати від специфіки тих або інших виробничих систем, у які цей спеціаліст бере участь; третя тенденція розглядає професійні якості як прояв психологічних особливостей особистості, необхідних для досягнення ефективності в професійній праці як такої.

Вивчаючи сутність професійних якостей, дослідники звертають увагу на поліпрофесійність (застосовність однієї групи якостей для багатьох професій). Цю характеристику ми закладаємо в основу дослідження сутності професійно-особистісних якостей майбутнього інженера, в контексті професійно-особистісного становлення студента.

Отже, на нашу думку, професійно-ділова людина – це людина-професіонал у своїй сфері діяльності, яка здатна ставити мету й досягати її, працювати в команді, з використанням особливостей ділового та міжособистісного спілкування, взаємодії, сполучати конструктивне, творче мислення з високоморальними людськими якостями для перетворення дійсності. А «студент-майбутній інженер» як професіонал – це особистість, яка має не просто знання й навички, але й комплекс якостей спілкування та основі міжособистісної ділової взаємодії, які допомагають перетворити професійну діяльність у суспільне благо.

#### *Список використаної літератури*

1. Философия. Энциклопедический словарь / под ред. А. А. Ивина. – М.: Гардарики, 2006. – 1072 с.
2. Хьелл Л. Теории личности. (Основные положения, исследования и применение) / Л. Хьелл, Д. Зиглер; пер. с англ. С. Меленевской, Д. Викторовой. – СПб.: Питер Пресс, 1997. – 608 с.
3. Махлах Е. О методе изучения качеств личности школьника / Е. Махлах // Советская педагогика. – 1965. – № 10.

**Остряніна С. В.**, к.е.н., доцент кафедри менеджменту, **Деревйова Л.В.**,  
магістр, **Домашенко В.В.**, магістр,  
Вищий навчальний заклад Укоопспілки, «Полтавський університет економіки і  
торгівлі», м. Полтава, Україна

## **КАДРОВА ПОЛІТИКА ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ КРИЗИ**

*Анотація. В ході дослідження було визначено кадрову політику як організуючу основу всебічного розвитку людини в сучасних умовах; виявлено обмеження кадрової політики при деформації у розвитку зовнішнього і внутрішнього середовищ людини, які згодом призводять до системної кризи. Для подолання кризових явищ на підприємстві запропоновано реалізувати кадрову політику, що базується на стратегічному управлінні персоналом.*

*Ключові слова: кадрова політика, криза, персонал, стратегічне управління персоналом, кадрова стратегія*

В Україні одночасно об'єднались декілька чинників, що впливають на дестабілізацію ситуації в країні: економічна криза, торговельні війни та невчасні кадрові рішення та проблеми, що пов'язані із забезпеченням гарантованого конституційного права громадян на працю, невиконання держбюджету, занепад вітчизняного виробництва - невтішні наслідки які досить відчутно впливають на діяльність підприємств. В результаті чого топ-менеджмент почав впроваджувати низку заходів, спрямованих на запобігання негативних проявів кризи. Однак, не втрачає актуальності питання прийняття таких управлінських рішень, які б дозволили враховувати потреби підприємства у висококваліфікованому персоналі, його розвитку та мотивації при обмеженому фінансуванні.

Вирішення цієї проблеми змушує по іншому поглянути на організацію діяльності підприємства, нових уявленнях про роль людини в організації. Організуючою основою всебічного розвитку людини в сучасних умовах може бути кадрова політика, заснована на пізнанні та використанні закономірностей соціальної динаміки, яка служить інтересам як держави, так і громадянського суспільства. У разі обмеження кадрової політики виникають деформації у розвитку зовнішнього і внутрішнього середовищ людини, які згодом (особливо в умовах змін) призводять до системної кризи.

Основним змістом кадрової політики на підприємстві є: по-перше, забезпечення підприємства персоналом, включаючи планування, відбір і найм, вивільнення (вихід на пенсію, звільнення), аналіз плинності персоналу та ін.; по-друге, розвиток працівників (навчання, профорієнтація та перепідготовка, створення резерву, службове просування та проведення їх оцінки); по-третє, удосконалення організації і стимулювання праці, соціальні виплати [4, с. 49].

Якісно нові аспекти кадрової політики - ключ до вирішення проблеми. Але поки що складно говорити про реальні позитивні зміни щодо кадрової політики вітчизняних підприємств.

Криза - це результат патологічних змін у вмісті і формах життя населення, і серйозних порушень механізму контролю в політиці, економіці, культурі та вибуху масової незадоволеності.

Підвладність персоналу різнобічному зовнішньому та внутрішньому впливу спричиняє інколи непередбачувані своєрідні процеси (конфлікти), що утворюють кризу персоналу. Криза персоналу є результатом неспроможності реалізовувати ефективну кадрову політику на підприємстві, що проявляється у невідповідності потребам самої організації та вимогам зовнішнього середовища процесів кількісного та якісного збереження й відновлення його кадрів.

Криза персоналу – це різновид локальної кризи, що проявляється в зміні кількості та якості прийняття і реалізації управлінських рішень, моделі побудови організаційної структури управління, принципів організаційної поведінки, які дестабілізують діяльність підприємства в цілому.

Основними симптомами кризи персоналу на підприємстві вважають: збільшення кількості конфліктів; висока плинність кадрів; збільшення кількості неявок на роботу; зниження продуктивності праці; ігнорування вказівок керівництва; погіршення трудової дисципліни; страйки. Серед причин кризи персоналу можуть бути: недоліки в управлінні персоналом; недостатня мотивація працюючих; неефективний рівень навчання; неналежні умови праці; конфлікти між цілями діяльності підприємства; неадекватність організаційної структур особливостям функціонування; незабезпеченість ресурсами; невідповідність соціальних умов діяльності потребам персоналу; незадовільне інформування працюючих; недоліки в контролі; порушення етики; відсутність або неправильна оцінка результатів діяльності, тощо.

Отже, основними характеристиками прояву криз на підприємстві, а також різні напрями у підходах до їх визначення дозволили науковцям сформувати своєрідні класифікаційні групи. Класичними вважають різновиди, агреговані й описані Фінком [1], Крістеком [2], Мюллером [3] (табл. 1).

Практично всі підприємства зараз переглядають штатну чисельність персоналу, намагаються чіткіше розподілити функціональні обов'язки за співробітниками і максимально використовувати наявні кадрові ресурси. Також підприємства виявляють персонал, в якому немає особливої необхідності (він набрався в період активного зростання, а у зв'язку з кризою потреба в ньому зникла).

Оскільки кадрова політика будь-якого підприємства є похідною від загальної стратегії розвитку підприємства, то обґрунтування її вибору залежить від того, як якісно розроблено її загальний план, за рахунок чого відбуваються корегуючі заходи відповідно до змін та з метою подолання кризових явищ на підприємстві, що базується на стратегічному управлінні персоналом.

Стратегічне управління персоналом розглядається як сукупність взаємопов'язаних управлінських процесів, які логічно витікають один з одного при стійкому зворотному зв'язку і зворотному впливі кожного процесу на всі інші та на їх сукупність.

Таблиця 1- Класичні різновиди криз підприємства [1,2,3]

| Різновид кризи                              | Класифікаційна ознака              | Автори класифікації       |
|---------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| Попередня криза                             |                                    |                           |
| Гостра криза                                | <b>ЗМІНА КРИЗИ У ЧАСІ</b>          | <b>С.ФІНК</b>             |
| Хронічна криза                              |                                    |                           |
| Розв'язана криза                            |                                    |                           |
| Потенційна криза                            |                                    |                           |
| Латентна (прихована) криза                  |                                    |                           |
| Гостра переборна криза                      | Агрегований стан кризи             | Ж.Крістек                 |
| Гостра непереборна криза                    |                                    |                           |
| Стратегічна криза                           |                                    |                           |
| Криза результатів                           | Потенціал підприємства             | М.Мюллер                  |
| Криза ліквідності                           |                                    |                           |
| Банкрутство                                 |                                    |                           |
| Зниження рентабельності й обсягів прибутку  |                                    |                           |
| Збитковість виробництва                     | Ефективність фінансової діяльності | З.Айвазян,<br>В.Кириченко |
| Виснаження або відсутності резервних фондів |                                    |                           |
| Неплатоспроможність                         |                                    |                           |
| Економічна криза                            |                                    |                           |
| Юридична криза                              | Аспекти діяльності                 | Я.Корнаї                  |
| Стратегічна криза                           |                                    |                           |
| Криза лідерства                             |                                    |                           |
| Криза автономії                             | Життєвий цикл фірми                | Л.Грейнер                 |
| Криза контролю                              |                                    |                           |
| Криза меж                                   |                                    |                           |
| Криза від бюрократизму                      |                                    |                           |

Так, в умовах ринку однією з найважливіших функціональних стратегій підприємства є кадрова стратегія.

Кадрова стратегія (стратегія управління персоналом) – це специфічний набір основних принципів, правил і цілей роботи з персоналом, конкретизованих з урахуванням типів організаційної стратегії, організаційного і кадрового потенціалу, а також типу кадрової політики.

У залежності від масштабів, специфіки діяльності, ринків, на яких функціонує підприємство, кадрова стратегія може виступати в двох формах – концентрований і диверсифікований.

Так, диверсифіковану стратегію варто використовувати великим підприємствам, що здійснюють різні напрямки діяльності, підрозділи яких функціонують у різних природно-кліматичних зонах, з різною демографічною ситуацією, станом ринку праці, культурними традиціями і т.п. При цьому основною задачею даної стратегії є забезпечення незалежного розвитку об'єктів на основі взаємної підтримки і взаємодопомоги.

У невеликих, вузькоспеціалізованих підприємствах, які функціонують на одному ринку, які мають однорідний склад персоналу, доцільно

використовувати концентровану кадрову стратегію. Кадрова стратегія забезпечить ефективність управління персоналом підприємства.

Кризова ситуація пополається з успіхом, коли буде проводитися глибокий причинний аналіз ситуації; послідовно впровадяться заходи з удосконалення культури управління підприємством на оперативному і стратегічному рівнях; персонал буде задіяний в управлінні кризою на всіх етапах для забезпечення співпраці і зацікавленості; тощо.

В свою чергу, рекомендуємо варіанти реалізації різних видів кадрової політики підприємства щодо формування, використання, розвитку та збереження кадрового потенціалу, що наведено на рис.1.

Таким чином, запропонований авторами, алгоритм формування кадрової політики на підприємстві буде більш ефективним за таких умов:

формуванні та підтримці кількісного та якісного складу персоналу підприємства, який найбільшою мірою відповідає вимогам виробництва, здатний вирішувати проблеми та забезпечує реалізацію конкурентної стратегії підприємства;

застосуванні стратегічних підходів до організації руху кадрів на підприємстві як умови ефективного розміщення, використання та утримання працівників, забезпечення їх професійного зростання, що можливо лише за умови поєднання оперативного та стратегічного управління;

економічно обґрунтованого, виходячи з реальних фінансових можливостей, що забезпечить індивідуальний підхід до працівників і таким, що сприятиме підвищенню іміджу підприємства;

сприяти соціальному розвитку та соціальному захисту (необхідні умови для підвищення якості життя та посилення мотивації) працівників.

Практика функціонування підприємств в кризових умовах показує, що успішну кадрову стратегію не можна скопіювати та не існує єдиної стратегії для всіх. Тому, ефективне управління неодмінно вимагає від менеджерів розробки ефективної кадрової політики управління підприємством, яка стосується всіх сфер діяльності підприємства та стратегічного мислення для реалізації всіх стратегічних планів.

#### *Список використаної літератури*

1. Fink S. Crisis management: Planning for the inevitable. - New York. 1986
2. Krystek U. Unternehmenskrisen: Beschreibung, Vermeidung und Bewältigung überlebenskritischer Prozesse in Unternehmen.-Wiesbaden1987
3. Muller-Stewens G. Strategisches Management:wie strategische Initiativen zum Wandel führen.- Stuttgart, 2001
4. Острянина С.В. Дмитренко А.В. Основные принципы кадровой политики: формирование и реализация на предприятиях Украины. *Современная экономика: актуальные вопросы, достижения и инновации.* 2016. С. 47-51.
5. Пучкова С.І. Проблеми кадрової політики підприємств в умовах ринкової трансформації економіки. *Вісник соціально-економічних досліджень.* 2004.- Вип. 18. - С. 316-321.

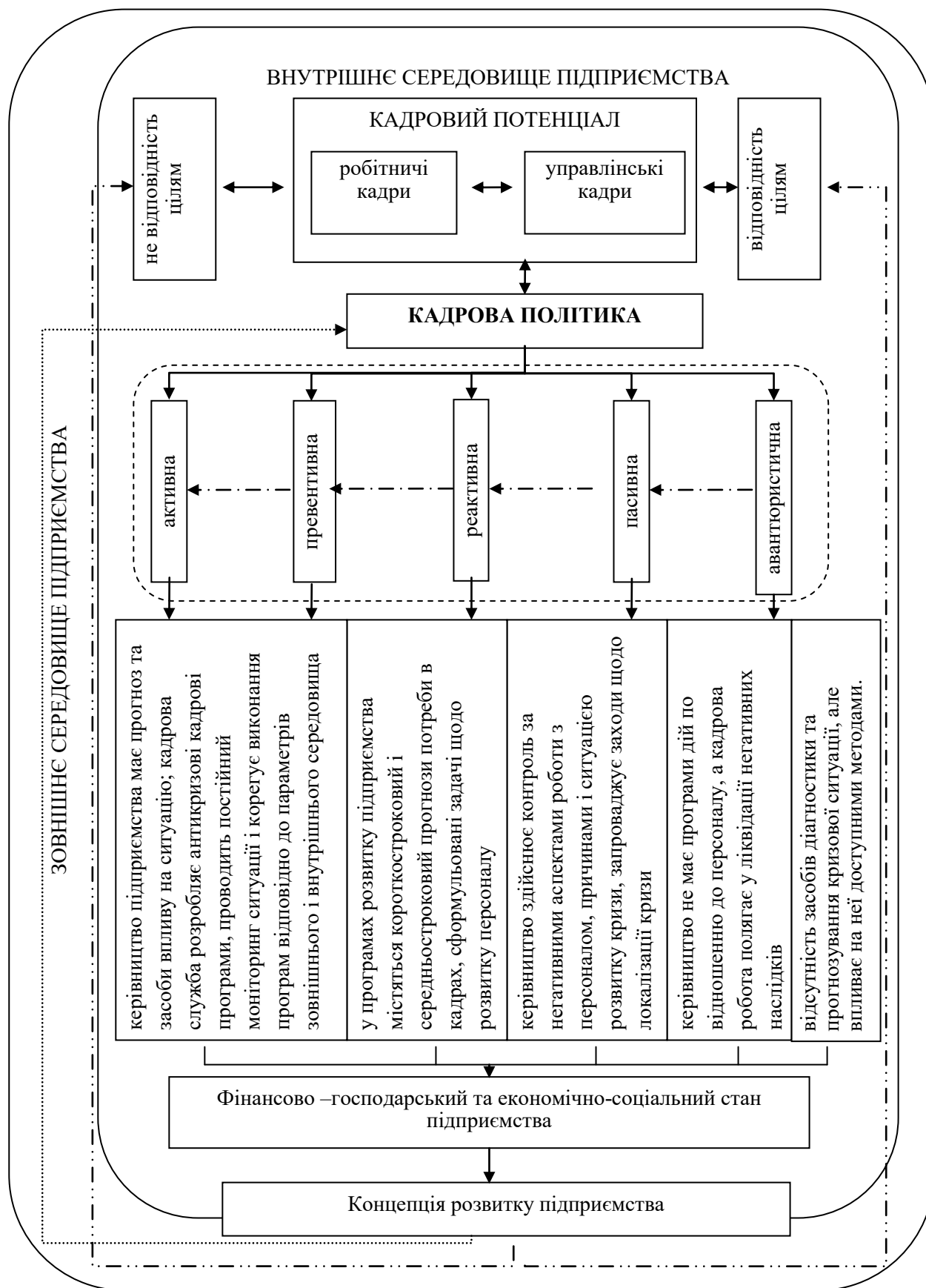


Рисунок 1 - Рекомендований алгоритм формування кадрової політики підприємства в умовах кризи

Побудовано на основі [5]

**Петрушенко М. М.**, д-р екон. наук, зав. відділу,  
**Хумарова Н. І.**, д-р екон. наук, г.н.с., **Шевченко Г. М.**, д-р екон. наук, с.н.с.  
 ІПРЕЕД НАН України, м. Одеса, Україна

## КОНЦЕПТУАЛЬНЕ HELIX-МОДЕЛЮВАННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ І ПРИРОДНИХ ПАРКІВ

*Анотація.* Запропоновано концептуальний підхід до обґрунтування економіко-екологічної інноваційної діяльності промислових і природних парків на основі Helix-моделювання. Розкрита роль регулювання в моделюванні інноваційної діяльності в контексті сталого розвитку. Спільним при формуванні економіко-екологічних інновацій у діяльності парків, передусім, експірієнс- та велнес-туризму, визначено інклюзивний підхід.

*Ключові слова:* Helix модель, регулювання, економіко-екологічна інновація, рекреація, туризм.

Сталий розвиток можливий за умови постійного вдосконалення економічної, соціальної та екологічної діяльності. Підтримкою покращень є інновації, що на практиці впроваджуються в рамках різних організаційних форм. Промислові (індустріальні) парки є об'єктами економічної та іншої діяльності, що спеціалізуються саме на інноваціях. В Україні мережа індустріальних парків, у яких є реальні учасники, представлена в таблиці 1. (Номінальна кількість зареєстрованих парків – 44) [1].

Таблиця 1 – Види діяльності учасників індустріальних парків (ІП) України

| Назва парку, область                                            | Основні види діяльності учасника                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ІП «Свема», Сумська                                             | Вирощування зернових культур, бобових культур і насіння олійних культур; післяурожайна діяльність; оптова торгівля зерном, насінням і кормами для тварин                                                                         |
| Вінницький ІП, Вінницька                                        | Виробництво олії та тваринних жирів; виробництво інших органічних хімічних речовин                                                                                                                                               |
| Ланнівський ІП, Полтавська                                      | Післяурожайна діяльність; оптова торгівля зерном, необробленим тютюном, насінням і кормами для тварин; складське господарство                                                                                                    |
| ІП «Коростень», Житомирська                                     | Лісопилне та стругальне виробництво; виготовлення виробів для плетіння                                                                                                                                                           |
| ІП «Новодністровський», Чернівецька                             | Виробництво готових текстильних виробів; виробництво нетканих текстильних матеріалів і виробів із них                                                                                                                            |
| ІП «Павлоград», Дніпропетровська                                | Виробництво інших основних органічних хімічних речовин; виробництво промислових газів; виробництво електроенергії; передача електроенергії; виробництво зброї та боєприпасів; оброблення металів; виробництво духових шаф, печей |
| ІП «Вінницький кластер холодильного машинобудування», Вінницька | Виробництво промислового холодильного та вентиляційного устаткування; виробництво керамічних виробів; оптова торгівля іншим устаткуванням; діяльність готелів                                                                    |

Природні парки в Україні представлені національними та регіональними ландшафтними парками, основне призначення яких полягає в забезпеченні

захисту природи, покращенні екології, рекреації тощо. Найбільш затребувана інноваційна діяльність природних парків пов'язана зі створенням додаткових фінансово-економічних можливостей їх самозабезпечення.

Еволюцію інноваційного моделювання, що додатково забезпечує реалізацію концепції сталого розвитку, можна представити як зміну етапів і відповідних моделей (рис. 1 – на основі [2; 3]):

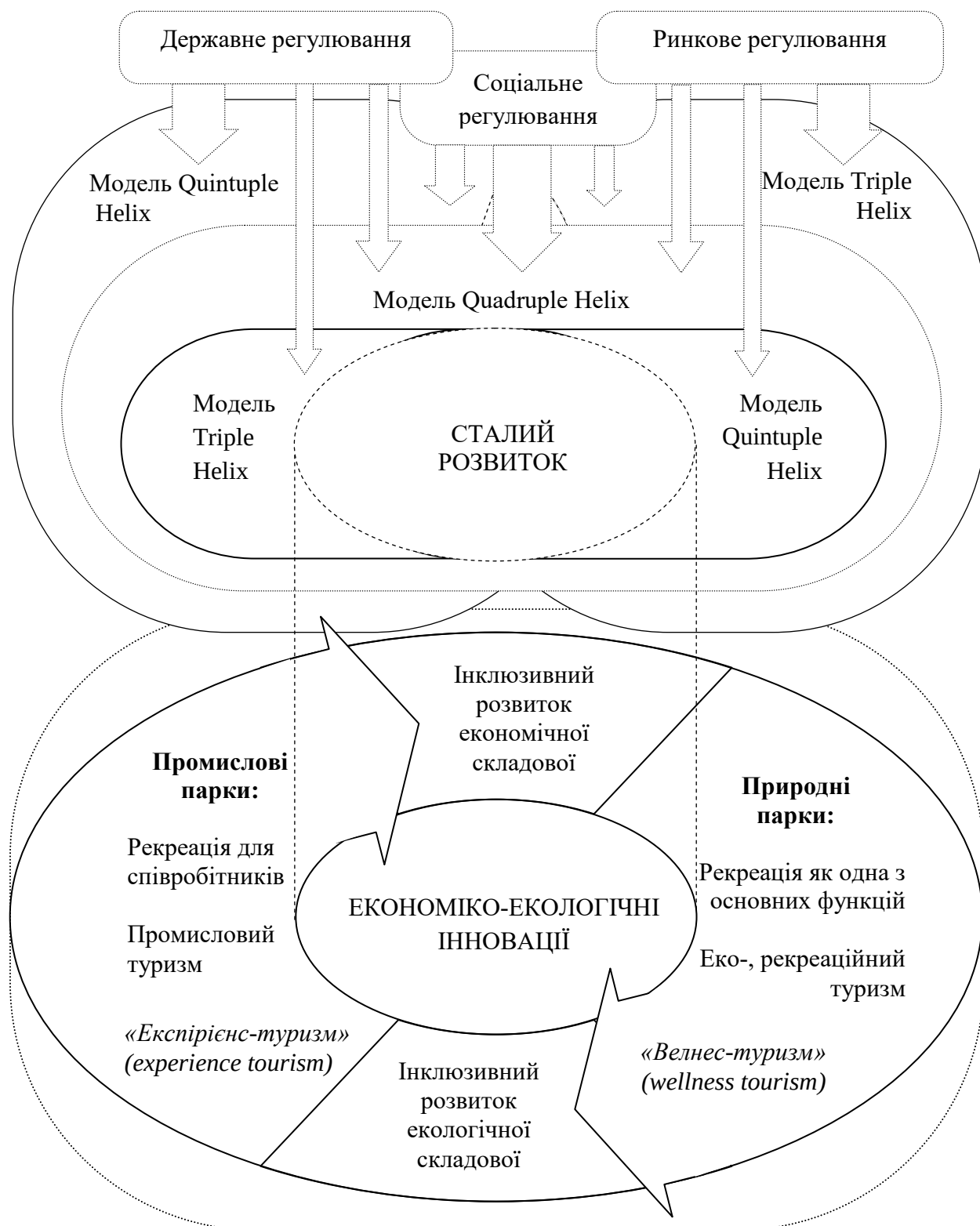


Рисунок 1 – Схема Helix-моделювання інноваційної діяльності промислових і природних парків

- Triplex Helix модель: інноваційне забезпечення економіки, науки та освіти, державної діяльності;
- Quadruple Helix модель: інноваційне забезпечення економіки, науки та освіти, державної діяльності, активного соціуму та демократії;
- Quintuple Helix модель: інноваційне забезпечення економіки, науки та освіти, державної діяльності, активного соціуму та демократії, природокористування та охорони довкілля.

На прикладі порівняльного аналізу інноваційної діяльності промислових і природних парків еволюція Helix-моделювання має прямий (для промислових парків) «Triplex Helix модель → Quadruple Helix модель → Quintuple Helix модель» (створення умов для рекреації співробітників і розвиток промислового туризму як різновиду так званого експірієнс-туризму) і зворотний (для природних парків) характер «Quintuple Helix модель → Quadruple Helix модель → Triplex Helix модель» (розвиток еко-рекреації та велнес-туризму як інноваційно-економічних напрямів діяльності).

При цьому обидва напрями еволюції Helix-моделювання пояснюють позитивний вплив нових знань та ідей як для екологізації діяльності промислових парків, так і для «економізації» парків природних. Сутність застосування вказаних моделей у їх еволюційному контексті полягає в тому, що успіх інноваційного розвитку залежить не тільки від знаннєвого забезпечення господарської та природоохоронної діяльності, а також і від «соціальних знань» (більш широко – інклюзивний підхід) і підтримки, відповідно, механізмів регулювання: ринкового, державного та соціального. При цьому роль того чи іншого виду регулювання розповсюджується на всі етапи еволюції Helix моделей; при цьому вага ролей наступна:

- Triplex Helix модель – переважно ринкове регулювання;
- Quadruple Helix модель – переважно соціальне регулювання;
- Quintuple Helix модель – переважно державне регулювання, а також соціальне регулювання.

Слід зазначити, що йдеться, передусім, про встановлення правил і стимулювання інноваційної діяльності. На практиці на будь-якому етапі досліджуваного інноваційного моделювання основна роль – за ринковою саморегуляцією.

#### *Список використаної літератури*

1. Реєстр індустріальних парків / Єдиний державний веб-портал відкритих даних. URL: <https://data.gov.ua/dataset/8206ed0c-5911-4b88-9c7f-56c6fcd08660/resource/2e670248-f3e2-49c8-a202-3595955af87a>.
2. Carayannis, E. G., and Campbell D. F. J. (2010). Triple Helix, Quadruple Helix and Quintuple Helix and how do knowledge, innovation and the environment relate to each other?: A proposed framework for a trans-disciplinary analysis of sustainable development and social ecology. *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development*, 1, (1), 41-69.
3. Carayannis, E. G., Barth, T. D. & Campbell, D. F. (2012). The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 1, 2. <https://doi.org/10.1186/2192-5372-1-2>.

**Polovin S.**, Senior Lecturer  
SHEE «Donetsk National Technical University», Pokrovsk, Ukraine.

## **YOUTUBE IS AN EFFECTIVE WAY OF HELPING MANAGERS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES TO LEARN FOREIGN LANGUAGES**

*Abstract.* YouTube is a great resource to help managers and engineers learn a new language.

*Key words:* content, video, foreign language, subtitles, jotting down.

The Internet, and YouTube in particular, offers a vast ocean of content, and if you don't want to get lost or waste time, you have to learn how to navigate it.

This is especially relevant for managers and engineers working at large industrial enterprises. Their workload is huge, they have to multi-task, and it is quite difficult for them to find time to learn foreign languages, which is getting to be a must in the present day world [1].

One way to help them is to use free online applications and resources, with YouTube being one of the most popular.

For starters, we need quality content.

For deliberate language learning, there are three criteria that are very good when it comes to choosing your content.

The first criterion is that you should abide by content that is interesting to you. If something is interesting, your main focus is not the language itself, but it is the message and, as a consequence, you will learn the language that is used to convey that meaning.

The second crucial factor or point is that this content should be comprehensible to you. So, you don't want to choose content that has just audio or in which the audio is too fast and is not good quality, but instead you want to focus on content that is very clear, that is possibly made for learners, but not necessarily, and that has subtitles in your target language. The third important point to keep in mind is for a video to be a maximum of five-six minutes. In fact, if the video is short, you can focus on it better and you can do a number of repetitions on it which are going to expand the amount of time you are going to spend on the video. And if the video is, say, ten minutes, then it will take you one hour to do that. So, keep it short, keep it sweet, and keep it effective.

One of the resources you can find on YouTube, which satisfies the aforementioned criteria, is Easy English [2].

One recommendation: you have the box of the video itself, but you also have to consider that there's this column on the right that shows you the other related videos. A very good recommendation for avoiding distractions is to put it in full-screen because what happens with YouTube is that you have a lot of other videos possibly that you can watch, but you have to pay attention because those are distracting. The moment you start watching the video, your eye falls on the other videos as well, and you want to change the video even before you finish it, so make sure that you have it on full screen.

If you watch EasyEnglish, you see presenters going round with a microphone, interviewing people on the street, which allows you to actively enjoy how people really talk.

So, the very first step that you do is very simple: you watch the video, you enjoy the video, and you look at the subtitles [3].

On each EasyEnglish video, you have subtitles which make this video comprehensible and very nice to look at, but the first thing that you do, a step number one, is to watch this video in English and with subtitles in English. Why should you do that? Well, because you focus on the video itself, on the content itself. It does not matter how much you understand. You are focusing more on the relationship between the spoken language and the written language.

Step number two is to rewind the video, and to watch it by focusing this time on the English subtitles.

After watching it a second time, but this time with the English subtitles, you will understand more and more of the content because this is content for intermediate-advanced learners, it really shows how people talk on the streets. These people were getting interviewed. They don't know that they are doing this content, creating content for learners, so they talk very fast and they use expressions that are commonly used. So, it is normal that you will miss a lot of what they are saying.

After step 2 you already get a better idea of the content, but you still miss a few things, so you want to do something else, and it is to watch it again, watching it with English subtitles. So, you are integrating the whole thing, and you are getting the whole picture.

So, you have watched it three times. Now, one more thing that you can do that does make a difference – jotting things down.

You know, the Romans used to say “*Verba volant sed scripta manent*”, which literally means “spoken words fly away, written words remain”, and I can't stress this enough, if you want things to stick, use a piece of paper or find somehow some way to save the words or the expressions or the information on a piece of paper.

So, watching the video for the fourth time, stop it here and there, and you jot down, and mark, and then look up the words that you find interesting related to this video.

Foreign language learners often dismiss the importance of sitting in a comfortable position while watching and jotting down interesting material. You should use your left hand to stop the video when you hear something interesting, and use your right hand to write it down. This method is really straightforward and it goes really fast.

Now, step number five. If you want, and some things are still not clear, the last thing you can do is just to relax now – now you get the content because you have seen it multiple times in different versions – you are adding variety to your brain and each step serves a specific purpose, now you just watch the video again. You can even choose to watch it without looking at the subtitles to see how much you understand, but the idea is that now you can relax and look at the full content and

focus on the message, and this is a very straightforward way to look and extract information from a very simple video.

It usually takes twenty-five – thirty minutes to complete it, and that's the reason why I was stressing the fact that the length should be five minutes or three minutes or four minutes, because if you decide to tackle a ten-minute video, then this exercise is going to become very long. You want to keep it smooth, efficient, and you want to keep it smart [4].

So, we have gone through these five steps. But that is not the end. There is one last point that makes a difference. Make sure that when your learning session is over, you put an entry into your logbook which is a Google Docs or online, and on top of that I also recommend that you save these pieces of paper into a folder. A folder is a physical entity that you can actually see and every time that you start learning or finish learning English or any other language for that matter, you are constantly reminded of the amazing amount of work that you have been putting every single day.

So, if you want to use YouTube as a fantastic learning tool to learn a foreign language, you want to keep in mind the following: first, you want to find content that is short, comprehensible and interesting to you [5].

Second, make sure that you break down your learning sessions into multiple steps in which each step serves a specific purpose and make sure that you jot things down and you have a good body configuration or body position so that you can do multiple things smoothly at the same time. And third, make sure that you store the information and every time you finish a learning session, you jot down the entry on your logbook and you keep a piece of paper and you accumulate pieces of paper into a physical folder that reminds you of the amount of work you put in every single day.

#### References

1. Learn English with YouTube: The 11 Best Channels. Retrieved from: <https://www.fluentu.com/blog/english/learn-english-esl-youtube/>
2. Using YouTube to learn English. Retrieved from: <https://uctlanguagecentre.com/blog/use-youtube-learn-english/>
3. How I use YouTube to learn foreign languages. Retrieved from: <https://www.lucalampariello.com/youtube-learn-foreign-languages/>
4. Can YouTube help us learn a foreign language? Retrieved from: <https://learnenglishteens.britishcouncil.org/magazine/entertainment/can-youtube-help-us-learn-foreign-language>
5. YouTube for educators. Retrieved from: <http://www.nea.org/tools/lessons/50803.htm>

**Рошкова В. О.**, студентка, **Грицук О. В.**, к. психолог. н., доц.  
Горлівський інститут іноземних мов ДВНЗ «ДДПУ», м. Бахмут, Україна

## **ПРОБЛЕМА ЕМОЦІЙНОГО СТАНУ РОБІТНИКІВ НА ВИРОБНИЦТВІ ПІД ЧАС ВИРІШЕННЯ СКЛАДНИХ СИТУАЦІЙ**

*Анотація. Емоційні стани – це переживання людиною свого відношення до навколишньої дійсності й до самого себе в певний момент часу. В. Дібилаг (1974) відмічає, що не можна допускати, щоб на виробництві виникали довготривалі складні ситуації, бо вони несуть за собою інші проблеми. Складна ситуація – це ситуація, яка характеризується напруженістю, яка виражається в конфліктних проявах.*

*Ключові слова: емоційний стан, робітники, складні ситуації, виробництво, методи дослідження.*

Актуальність теми дослідження обумовлена тим, що проблема розвитку емоцій і поведінки людини є однією з найважливіших і складних проблем у психологічній діагностиці, так як дає уявлення не тільки про загальні закономірності розвитку психіки людини, але і про особливості емоційних станів людини перебуває у стресі. Вчені відзначають збільшення числа діагностованих емоційних розладів, пов'язаних із загальним фоном професійної та особистої діяльності.

Наукова новизна даного дослідження полягає в новому та сучасному погляді на мало розглянуту проблему вивчення емоційного стану робітників на виробництві під час вирішення складних ситуацій. У цій роботі сформульовано нові результати з відомих раніше наукових тверджень. Здійснено обґрунтування положень щодо можливого підвищення продуктивності праці управлінців та їх підлеглих при вирішенні певних психологічних проблем та виробничих ситуацій. Психологи відзначають, що несприятливі емоційні стани є «пусковим механізмом для розвитку таких негативних новоутворень особистості, як консерватизм, формалізм, конфліктність, неадекватність соціальної поведінки та ін.». Кадровим питанням присвятили свої дослідження багато вітчизняних і зарубіжних вчених: О.А.Бугуцький, В.П.Галушко, О.Д.Гудзинський, Г.Десслер, П.Друкер, Д.Дункан, Г.Емерсон, М.Й.Малік, Г.В.Осовська, А.В.Попов, І.Ф.Степаненко, В.К.Тарасов, Ф.У.Тейлор, В.В.Травін, А.Файоль, А.В.Шегда, С.В.Шекшня, В.В.Юрчишин [1].

Марголіс виявив, що найбільшою спонукою негативного емоційного стану були такі фактори: незадоволеність роботою, низька мотивація до роботи, депресія і відсутність самоствердження. Виконання будь-якої роботи протягом тривалого часу супроводжується втомленістю організму, що проявляється в зниженні працездатності людини. Разом з фізичною і розумовою роботою значний вплив на втомленість організму людини має і навколишнє виробниче середовище, тобто умови, в яких протікає її робота. На сучасному етапі розвитку України спостерігається загострення проблем у сфері умов праці. Це зумовлено тим, що значна частина працівників працює або у шкідливих умовах,

або у важких. Широке впровадження гнучких виробничих систем, що працюють під контролем електронно-обчислювальних машин, дисплейної техніки, форми адаптації людини до яких не вивчені, супроводжується підвищенням інтенсивності та монотонності праці, захворюваннями м'язової, нервової, серцево-судинної систем, психічними розладами, лазерним опроміненням [2-3]. Тому проблема покращення емоційного стану робітників є особливо актуальною.

Емоційні стани – це переживання людиною свого відношення до навколишньої дійсності й до самого себе в певний момент часу. Кожна людина має свій емоційний стан, навіть якщо здається, що емоції в його поведінці відсутні. Емоції повністю керують людиною і від них залежить не тільки його життя, але і його оточення, самопочуття, та поведінка. Емоції, що виникають в одній ситуації, можуть призвести до загальної негативної емоційної атмосфери.

На емоційний стан робітників впливає багато факторів, основними з яких є соціально-економічні, техніко-організаційні та природні. Соціально-економічні фактори визначають характер умов праці. Техніко-організаційні фактори впливають на формування умов праці на робочих місцях, ділянках, у цехах. Дія природних факторів не тільки зумовлена особливостями природного середовища, а й передбачає додаткові вимоги до устаткування, технологій, організації виробництва і праці [2].

На виробництві емоції часто розглядаються як небажані, бо в деяких ситуаціях вони можуть лише заважати. Тому, емоційно розвинена компетентність робітника є його важливою якістю, він повинен вміти контролювати свої емоції. За даними американських авторів (Б. Марголіс та ін.), диспетчери залізничних доріг - представники відповідальної, а тому психічно напруженої професії, живуть в середньому на 16 років менше від інших робітників і частіше вмирають від хвороби серця. Загальним явищем для людини, що знаходиться у виробничій ситуації, є зниження точності рухів, які призводять до поломки інструменту, поломки крихких деталей, зіткненням і ударам з верстатами і близько розташованими предметами та ін. [3].

В. Дібшлаг (1974) відмічає, що не можна допускати, щоб на виробництві виникали довготривалі складні ситуації, бо вони несуть за собою інші проблеми [3].

Складна ситуація – це ситуація, яка характеризується напруженістю, яка виражається в конфліктних проявах. Сутність будь-якої складної ситуації має структуру суперечності, розвитку та вирішення. Ці ситуації вимагають від робітника швидкого прийняття рішення, але не завжди навіть досвідчений фахівець може швидко знайти вихід з такої ситуації. Зазвичай, такі ситуації не виникають спонтанно, а поступово зароджуються.

Складні ситуації можуть формуватися через такі конфліктогени: протилежні погляди (інтереси або думки), невдоволення, протистояння одне одному, неповага, відсутність бажання йти на компроміс, суперечки, зневажання або конкуренція. Як правило, через проблемну ситуацію на виробництві, робітники починають працювати гірше, бо мають негативні емоції. Будь-яка складна ситуація починається з конфлікту. Якщо конфлікт не

вдається вирішити вчасно, в нього можуть бути залучені нові учасники, що можуть лише ускладнити конфлікту ситуацію. Вирішення починається з розгляду ситуації: аналізу вчинків, дій, та стосунків людей, що мають відношення до цієї ситуації. Після чого відбувається усвідомлення мотивів вчинків та особливостей взаємин. Таким чином, вдало вирішений конфлікт сприяє покращенню психологічної атмосфери на виробництві.

Що стосується методів дослідження емоційної сфери робітників, то їх дуже багато, адже емоції у сучасному світі багато чого значать. Вибір методів в значній мірі залежить від віку особистості, оскільки з віком змінюється чутливість до різних груп методів. Всі основні методи діагностики можна поділити на 6 видів: методи діагностики на основі слухових критеріїв, діагностика на основі змін поведінки (рухи, міміка тощо), діагностика на основі вибору кольору, діагностика на основі відповідей на питання (тестові методи) [4]. Для дослідження емоційної сфери також використовуються спеціальні методи – анкетування, опитування, тестування, бесіда, спостереження та експеримент.

Таким чином, підсумовуючи все вище перераховане видно, що емоційний стан робітників на виробництві є найважливішим компонентом, що впливає на їх діяльність. Перспективою подальших робіт буде більш глибоке вивчення цієї проблеми.

#### *Список використаної літератури:*

1. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці: Підручник. 2-е вид. За ред. М. П. Гандзюка. – К: Каравела, 2004. – С. 66-76, 134-137.
2. Керб Л.П. Основи охорони праці: Навчальний посібник. – К.: КНЕУ, 2003. – 215с.
3. Виробничий стрес - професійна небезпека. [Електроний ресурс] Режим доступу: [https://studopedia.su/12\\_89270\\_virobnichiy-stres---profesiyna-nebezpeka.html](https://studopedia.su/12_89270_virobnichiy-stres---profesiyna-nebezpeka.html)
4. Кадровий потенціал організації проблеми формування та розвитку. [Електроний ресурс] Режим доступу: [https://uareferat.com/Кадровий\\_потенціал\\_організації\\_проблеми\\_формування\\_та\\_розвитку](https://uareferat.com/Кадровий_потенціал_організації_проблеми_формування_та_розвитку)

Сергієнко Л.Г., канд. пед. наук, доцент,  
Державний вищий навчальний заклад «ДонНТУ»,  
м. Покровськ, Україна

## ДИДАКТИЧНА СУТНІСТЬ ПРОБЛЕМНИХ СИТУАЦІЙ

*Анотація.* Сучасна дидактика вищої технічної школи поряд з традиційними методами підготовки потребує сучасних альтернативних, нетривіальних методів навчання для забезпечення якісної підготовки конкурентоспроможних фахівців. В даній статті наведена спроба використовувати в якості проблеми ті ситуації, які потребують дидактичного втручання та рішення.

*Ключові слова:* дидактика, фундаментальна підготовка, проблемне навчання, проблемна ситуація.

**Актуальність теми.** Відомо, що психолого-педагогічні основи проблемного навчання досить глибоко розроблені в науці і представлені у працях С. Л. Рубінштейна [1], А. М. Матюшкіна [2], М. І. Махмутова [3], І. Я. Лернера [4], Т. В. Кудрявцева [5] та інших. Що ж стосується конкретно-методичних розробок для викладачів різних дисциплін, то їх явно замало. Тому, обґрунтування та реалізація проблемного навчання на сьогоднішній день є актуальним питанням.

**Основний матеріал.** Багато методистів та дидактів у свій час задавалися питанням: що ж таке проблемне навчання – тип, система, метод або підхід до організації пізнавального процесу? Але справа, мабуть, тут не у термінах (хоча за ними повинні стояти досить істотні поняття), а в суті. Згадаємо, однак, про те, що в сучасній дидактиці взагалі немає однозначного тлумачення багатьох понять. Не даремно протягом багатьох років ведуться дискусії, наприклад, про те, як розуміти «метод навчання». Природно, що в рамках розглянутих у ній проблем повністю вирішити всі питання понятійного характеру не можна. Тому нам видається, що для розуміння сутності проблемного навчання корисніше звернутися до його витоків.

Правильно зазначається, що інтерес до проблемного навчання (а вірніше, мабуть, новий сплеск інтересу до нього) викликаний потребами сучасної соціальної політики та практики. В нашу епоху стрімкого науково-технічного та інформаційного прогресу потрібен новий тип фахівців, здатних до самостійності, творчої діяльності, прийняття нестандартних, нетривіальних і нетрадиційних виробничих та наукових рішень. Вчити студентів розв'язувати творчі завдання можна лише на матеріалі творчих завдань. Ось тому багато педагогів і психологів звернулися до психології мислення, в якій був накопичений вже чималий досвід вивчення процесу вирішення творчих завдань, відповідних даному напрямку підготовки. Узагальнюючи численні експериментальні дані і розуміючи під творчим завданням такий спосіб, вирішення якого суб'єкту апіорно невідомий, можна схематично зобразити процес її рішення у вигляді структурно-логічної схеми (рис. 1).

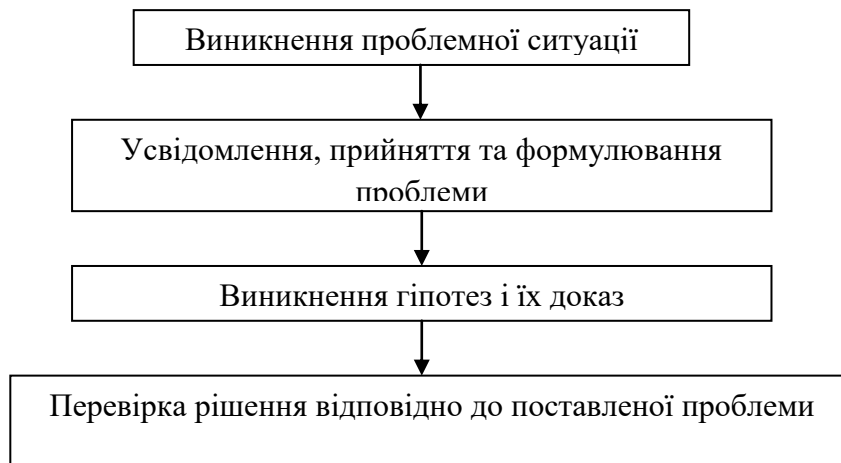


*Рисунок 1 – Структурно-логічна схема (СЛС) проблемної ситуації*

Таким чином, вихідним для побудови теорії проблемного навчання є поняття проблемної ситуації, потрапляючи в яку, людина відчуває протиріччя і потребує їх рішення, а в процесі цього дозволу набуває щось більше, ніж конкретне знання: він розвиває своє мислення та пізнавальні здібності, бо відомо, що розв'язання суперечностей – це рушійна сила будь-якого розвитку.

Отже, слідуючи логіці, дослідники та викладачі поставили перед собою наступне питання: чи можна процес вирішення творчих завдань як-то змодельовати в процесі навчання? Прямолінійно перенести в нього наведену вище схему, зрозуміло, не можна. Адже будь-яка діяльність людини складається з двох основних компонентів – творчої і виконавської. Але який з них повинен бути підлеглим? Думається, що будь-які виконавчі компоненти діяльності (у тому числі і навчальної) повинні служити вирішенням більш загальних проблем, бути засобом їх вирішення. Ось чому нам видається, що проблемне навчання має розглядатися як один з найважливіших принципів навчання, як психолого-дидактична позиція, на основі якої можуть удосконалюватися вже існуючі і знову виникаючі методи та прийоми навчання.

До числа вихідних, основних понять теорії проблемного навчання відноситься поняття проблемної ситуації: саме вона викликає активну діяльність суб'єкта. «Початковим моментом будь-якого розумового процесу, – справедливо стверджував видатний психолог С. Л. Рубінштейн, – є проблемна ситуація. Мислити людина починає, коли в неї виникає потреба щось зрозуміти. Мислення починається з проблеми або питання, з подиву чи нерозуміння, з протиріччя». Проблемна ситуація – це складний психічний стан, що включає в себе як пізнавальні, так і мотиваційно-потрібні компоненти діяльності. Найяскравіше вона виражається в пізнавальній скруті як суб'єктивному відображенні невизначеності цілей, умов і засобів (або способів) діяльності. Причому такого роду невизначеність, яка є наслідком суперечливості відносин суб'єкта з об'єктом, може стосуватися як окремих компонентів діяльності, так і їх комбінацій.

Слід розрізняти два види проблемних ситуацій – за їхньою динамікою. Первинна проблемна ситуація виникає тоді, коли суб'єкт лише «наштовхується» на протиріччя, але не усвідомлює його (принаймні, повністю), хоча й відчуває подив, здивування тощо. Вторинна ситуація виникає в тому випадку, якщо проблема усвідомлена і чітко сформульована, тобто тоді, коли суб'єкт бачить, у чому полягає суперечність. Очевидно, що поняття проблеми нерозривно пов'язана з поняттям протиріччя. Проблемність пізнання впливає із суперечливості, з одного боку, елементів буття (онтологічний аспект), а з іншого – елементів знання про буття (гносеологічний аспект). І хоча сама проблема є суб'єктивною реальністю, вона є відображенням у свідомості суб'єкта суперечностей, закладених у структурі будь-якого об'єкта.

**Висновки.** В якості резюме хотілося б відзначити, що проблемне навчання – справа не нова. Зазвичай посиляються на те, що його елементи завжди були присутні в лекціях і більш того – в висловлюваннях видатних вчених – Жан-Жака Руссо, А. Дістервега [6], Дж. Дьюї, К. Д. Ушинського [7], Н. Г. Чернишевського та ін. Все це так, але ж ми говоримо не про елементи, а про систему стрункої теорії, про структуру взаємопов'язаних понять. Такими поняттями в розвивальній теорії проблемного навчання ми вважаємо проблемну ситуацію, навчальну проблему та її тип, спосіб її вирішення, рівень проблемності в навчанні тощо, на що правильно звертають увагу багато методистів і дидактів. Здається, що обговорювати питання про те, нове або не нове проблемне навчання, просто неплототворно; зараз важливо звернутися до невирішених його завдань. Вірно й те, що в практику педагогіки вищої школи проблемне навчання пробиває собі дорогу з великими труднощами.

#### *Список використаної літератури*

1. Рубинштейн, С.Л. О мышлении и путях его исследования [Текст]/ С. Л.Рубинштейн. – М.: АН СССР, 1958. – 147 с.
2. Матюшкин, А.М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении [Текст]/ А.М.Матюшкин. - М.: Педагогика, 1972. - 208 с.
3. Махмутов, М.И. Проблемное обучение: Основные вопросы теории [Текст]/ М.И. Махмутов. - М.: Просвещение, 1975. - 367 с.
4. Лернер, И.Я. Дидактические основы методов обучения [Текст]/ И.Я.Лернер. – М.: Педагогика, 1981. – 186 с.
5. Кудрявцев, Т.В. Проблемное обучение- понятие и содержание [Текст]/ Т.В. Кудрявцев //Вестник высшей школы. - 1994. - № 4 - С. 24-32.
6. Дистервег, А. Избранные педагогические сочинения [Текст]/ А. Дистервег; сост. В.А. Ротенберг. - М.: Учпедгиз, 1956. - 374 с.
7. Ушинский К.Д. Педагогические сочинения: в 6 т./сост. С.Ф. Егоров. – М.: Педагогика, 1990. - 434 с.

**Шевченко А.С.**, магистр медицины, экономики и педагогики,  
**Гаврилов Э.В.**, канд. юр. наук, частный нотариус  
Харьковский Региональный Институт  
Проблем Общественного Здравоохранения,  
Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков, Украина

## **ВОПРОСЫ ИНФЕКЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИНСТРУКТАЖАХ И УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИНАХ ВАЛЕОЛОГИИ И ПЕДАГОГИКИ ЗДОРОВЬЯ НА ПРИМЕРЕ ТЕКУЩЕЙ ПАНДЕМИИ КОРОНАВИРУСА COVID-19**

*Аннотация.* При подготовке инженерных кадров одной из обязательных компетентностей наряду со специальными является универсальная валеологическая, которая сопряжена с ведением здорового образа жизни, индивидуальной и коллективной безопасностью, техникой безопасности и охраной труда. В условиях национального карантина 2020 года в связи с пандемией коронавируса COVID-19 на производственных предприятиях необходимы инструктажи для предотвращения заражения сотрудников, а в программу обучения студентов должна быть включена отдельная тема об инфекционной безопасности. Эта публикация посвящена представлениям авторов о структуре урока или инструктажа о коронавирусе, типичным ошибкам в противодействии эпидемии и мифам.

*Ключевые слова:* инфекционная безопасность, карантинные инфекции, педагогика здоровья, валеологическая компетентность, здоровьесберегающие технологии, пандемия COVID-19, производственные инструктажи.

В марте 2020 года в мире объявлена пандемия коронавируса COVID-19, высокозаразного инфекционного заболевания со смертностью 2-3%. Первые случаи заражения были зарегистрированы в декабре 2019 года в городе Ухань (Китай). Строгие карантинные мероприятия не остановили инфекцию в пределах Китая. В феврале 2020 года инфекция начала быстро распространяться в других странах. Пандемия угрожает здоровью всех людей на планете и уже стала причиной нового мирового финансового кризиса [1]. Мир мобилизует все ресурсы, чтобы противостоять пандемии. Благодаря развитым информационным технологиям врачи могут проводить медицинское просвещение в сети Интернет, однако необходимыми также являются инструктажи на предприятиях, которые не прекращают свою работу во время национального карантина. Например, предприятия энергетического сектора экономики. Инструктировать сотрудников предприятий должны прежде всего медицинские работники, руководители предприятий и их структурных подразделений. Построить инструктаж нужно так, чтобы в максимально доступной и сжатой форме предоставить информацию о карантинном заболевании, спланировать и осуществить противоэпидемические мероприятия на предприятии. Во время обучения будущих специалистов предприятий в университетах специальные знания о эпидемических (карантинных) инфекционных болезнях могут быть даны в рамках изучения учебных дисциплин «Валеология», «Основы безопасности жизнедеятельности», «Основы медицинских знаний» и «Педагогика здоровья» [2]. В любой из этих

курсов целесообразно включить вопросы инфекционной безопасности. Объявленный в Украине карантин заставляет рассмотреть тему коронавируса в первую очередь, детализировать те вопросы, которые позволят сотрудникам предприятий и студентам не заразиться, уменьшить стрессовую нагрузку в случае заражения, мобилизовать студентов для социальной (волонтерской) работы либо просто направить усилия студентов (традиционно наиболее социально активной части населения) в русло безопасности и взаимопомощи.

Во многих европейских странах общественность и волонтеры уже мобилизованы. Например, в Австрии молодые люди предлагают своим пожилым соседям сходить за покупками и помочь с другими ежедневными делами, чтобы те не рисковали заразиться (пожилые люди старше 60 лет – главная группа риска) [3;4]. Итальянские программисты бесплатно печатают на 3D-принтерах детали для аппаратов искусственной вентиляции легких, которых не хватает для поступивших в больницы зараженных [5]. Широко используется принцип медицинского просвещения по модели «равный-равному» [6]. Например, в Италии для детей по ТВ показывают образовательные фильмы, в которых дети рассказывают детям, как не заразиться коронавирусом [3;4]. Подобные случаи активно обсуждаются в социальных сетях, блогах и СМИ. Существует много официальных сайтов, на которых также подробно освещаются вопросы профилактики, оперативно обновляется статистика по заболевшим, умершим и выздоровевшим. Быстро накапливаются новые научные данные о возбудителе (его заразности, стойкости в окружающей среде и др.), эффективности различных противоэпидемических мероприятий. Все эти данные постоянно обобщаются и обновляются. Учебные дисциплины также необходимо оперативно обновлять, наиболее актуальные разделы редактировать. Для тех преподавателей и руководителей предприятий или их структурных подразделений, которые включили данную тему в своих учебных дисциплины и инструкции, мы предлагаем следующую актуальную информацию.

**1. Эпидемиология.** На 20 марта 2020 года в мире около 170 тысяч заболевших, погибших около 6,5 тысяч (смертность не превышает 4%), выздоровело более 77 тысяч человек [7;8]. Количество заболевших за пределами Китая (87 тысяч) превысило количество заболевших в Китае (81 тысяча). Однако в Китае и за его пределами примерно одинаковое количество смертей: приблизительно по 3200. Эпицентр пандемии на сегодня находится в Европе [9]. Более других стран пострадало население Италии [10;11]. По мнению украинского педиатра Е.О. Комаровского [3;4], который ведет на своем сайте и Youtube-канале просветительскую кампанию, это связано со следующими факторами:

- в Италии очень много пожилых людей (2-е место в мире после Японии [12]), которые при этом высоко активны социально: они постоянно находятся в общественных местах, активно общаются, поют, обнимаются, едят не дома, а в заведениях общественного питания;

- распространению вируса способствуют сложившиеся традиции общения: при встрече, даже кратковременной, даже при первом знакомстве, итальянцы

не только жмут руку, но также обнимаются и целуются, как минимум прижимаются друг к другу щекой.

11 марта в мире объявлена пандемия (эпидемия всемирного масштаба) [13;14]. Понимание локализации вспышек инфекции, количества зараженных, умерших и выздоровевших позволяет прогнозировать ситуацию при возникновении новых вспышек и более адекватно оценивать угрозу.

**2. Роль международных медицинских и медико-социальных организаций в борьбе с пандемией.** Закономерен вопрос большинства людей в карантине: а что же делают врачи, когда они остановят пандемию? Главными официальными организациями, которые организуют противостояние пандемии, являются Всемирная организация здравоохранения (далее – ВОЗ), Красный крест, Центр контроля заболеваний США (далее – ЦКЗ или CDC), американский университет им. Джонса Хопкинса, национальные органы здравоохранения (в Украине – Министерство здравоохранения и Центр общественного здоровья).

ВОЗ стандартизировала протоколы обследования на коронавирус [15], выдала рекомендации по лечению тяжелой острой респираторной вирусной инфекции (обновила существующие с учетом особенностей течения коронавирусной инфекции), разработала рекомендации по водоснабжению, санитарии, гигиене, обращению с отходами, направила в большинство стран мира средства индивидуальной защиты медицинских работников и тест-системы, мобилизовала благотворительные средства для их закупки, а также для разработки вакцин (на сегодня их разрабатывается 20). В рабочие группы оперативно приглашены лучшие специалисты [16]. ВОЗ разъясняет, как подготовиться к эпидемии странам, в которых инфекция еще не зафиксирована, или есть единичные случаи [17]. Свои рекомендации по противодействию коронавирусу публикует также авторитетный ЦКЗ [18]. Например, среди рекомендаций для предприятий и работодателей: 1) заболевшие ОРВИ сотрудники должны сообщить о болезни руководителю и оставаться дома; 2) если сотрудник с ОРВИ вышел на работу, его следует отделить от остальных работников и отправить домой; 3) следует регулярно очищать рабочие поверхности и дверные ручки дезинфицирующими растворами (эффективны средства с содержанием спирта более 65%); 4) сотрудникам необходимо как можно чаще мыть руки с мылом не менее 20 секунд; 5) при кашле и чихании необходимо соблюдать дыхательный этикет: кашлять в платок или локоть, чтобы влага изо рта осталась на платке или одежде.

6 марта 2020 года Международная федерация Красного Креста (IFRC) и ЮНИСЕФ опубликовали Руководство и план действий по уведомлению о рисках и привлечению общественности (RCCE) для COVID-19 [19].

**3. Информация о возбудителе.** Эти данные накапливаются очень быстро, будут дополняться каждый день и, возможно, изменяться. Поэтому при инструктажах сотрудников и проведении занятий со студентами желательно указывать дату, на которую актуальна информация. Так, на 20 марта 2020 года о COVID-19 известно [3;4]: выделение вируса максимальное в первые 3 дня от

начала болезни, но может начинаться за 2 суток до первых клинических проявлений. Жизнеспособность вируса сохраняется: в воздухе – 3 часа, на поверхностях из нержавеющей стали и пластика 2-3 дня, на картоне – 24 часа, на меди – 4 часа. Вирус выделили из кала заболевших, но нет надежных доказательств о фекально-оральном пути передачи. Доказаны воздушно-капельный (при чихании и кашле больного на расстоянии менее двух метров) и контактный (при непосредственном контакте с заболевшим) пути передачи. При легком и среднетяжелом течении заболевания выделение вируса от больного продолжается до 12 дней, в тяжелых случаях – более 2-х недель. Максимальная зафиксированная продолжительность выделения вируса – 37 дней.

Подавляющее большинство случаев (до 90%) заражения происходит во время контакта с больными, диагноз которых очевиден по клиническому течению (есть явные симптомы) и подтвержден лабораторно. 85% случаев передача вируса происходит в семьях, остальные 15% - на работе, в транспорте, в общественных местах (например, в магазинах). Нет доказанных случаев передачи коронавируса от детей взрослым, что очень часто происходит при гриппе. Беременные болеют легче, чем при гриппе: 90% переносят заболевание (коронавирусом) в легкой форме, в средней и тяжелой форме - 9%, в крайне тяжелой - 1%. В Сингапуре у 8 пациентов зафиксирована мутация вируса, благодаря которой в РНК вируса исчезает большой фрагмент, и это значительно ослабляет патоген. До этого открытия считалось, что COVID-19 значительно более стабилен, чем SARS и MERS. Сейчас есть надежда на уменьшение опасности вируса.

Несмотря на распространяемые в Интернете фейки, от заражения не предохраняет полоскание рта горячей водой теплее 26°C, хлорированная вода бассейнов, оксолиновая мазь, вьетнамский бальзам «Звездочка», прогревание синей лампой и чеснок. Не доказана передача коронавируса при половом контакте, нет данных о наличии вируса в грудном молоке. Самыми эффективными методами профилактики передачи вируса являются соблюдение карантина (отказ от посещения общественных мест без крайней необходимости молодыми людьми и всеми людьми старше 60 лет), мытье рук с мылом не менее 20 секунд, дезинфекция контактных поверхностей в общественных местах, самоизоляция и обычное лечение больных ОРВИ без признаков дыхательной недостаточности, соблюдение дыхательного этикета. На сегодня также нет данных про противопоказания использования ибупрофена в качестве жаропонижающего, несмотря на тиражируемый в Интернете миф. Понимание вопросов эпидемиологии позволит проводить качественные медицинские инструктажи на предприятиях, строить учебные программы с учетом принципов здоровьезбережения. Компетентностный подход в образовании требует не только информировать обучающегося, но и формировать умение решать задачи, которыми в данном случае являются вопросы профилактики заражения коронавирусом. Подготовленные в ВУЗах для производства специалисты будут более компетентными в противостоянии инфекциям, помогут коллегам в вопросах выживания и сохранения здоровья.

*Список использованной литературы \**

1. Калмыков А. Мир обеднеет из-за коронавируса. Кто и сколько за это заплатит? // Новости BBC, 15 марта 2020. URL: <https://www.bbc.com/russian/features-51878034>
2. Педагогіка здоров'я : Робоча програма навчальної дисципліни для студентів освітнього ступеня «бакалавр» денної та заочної форм навчання спеціальності 011 Освітні, педагогічні науки / Укр. інж.-пед. акад. ; упоряд.: Л. В. Штефан, О. С. Шевченко. – Харків : [УПА], 2019. – 17 с.
3. Коронавирус. Новости, мифы, комментарии // Сайт Евгения Олеговича Комаровского, 16 марта 2020. URL: <https://komarovskiy.net/video/koronavirus-novosti-mify-kommentarii.html>
4. COVID-19. Правда и фейки. Что наука говорит о коронавирусе (стенограмма образовательной программы доктора Е.О. Комаровского от 16 марта 2020 "Коронавирус. Новости, мифы, комментарии") // InfoResist. URL: <https://inforesist.org/pravda-i-fejki-cto-nauka-govorit-o-koronaviruse>
5. Коронавирус: итальянский стартап создал на 3D-принтере клапан для аппаратов вентиляции легких // Новости BBC. Русская служба, 18 марта 2020. URL: <https://www.bbc.com/russian/news-51951533>
6. Равный — равному (peer-to-peer education) // Википедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Равный\\_—\\_равному](https://ru.wikipedia.org/wiki/Равный_—_равному)
7. 2019 Novel Coronavirus COVID-19 (2019-nCoV) Data // Repository by Johns Hopkins CSSE. URL: <https://github.com/CSSEGISandData/COVID-19>
8. Пандемия COVID-19 // Википедия. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Пандемия\\_COVID-19](https://ru.wikipedia.org/wiki/Пандемия_COVID-19)
9. Ситуация с COVID-19 в Европейском регионе ВОЗ // Европейское бюро ВОЗ, 22 марта 2020 года. URL: <https://who.maps.arcgis.com>
10. Просвирина О. Коронавирус и карантин по-итальянски: в теории и на практике // Новости BBC. Русская служба, 10 марта 2020 года. URL: <https://www.bbc.com/russian/features-51808788>
11. Математическая модель: В Италии коронавирусом заражено в разы больше людей, чем зафиксировано // InfoResist, 18 марта 2020 года. URL: <https://inforesist.org/matematicheskaya-model-pokazala-cto-v-italii-koronavirusom-zarazhen-bolee-100-tys-chelovek>
12. Демографическое старение // Википедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Демографическое\\_старение](https://ru.wikipedia.org/wiki/Демографическое_старение)
13. Сообщение о начале пандемии во время брифинга ген. директора ВОЗ Т.А. Гебрейесуса 11 марта 2020 года // Твиттер ВОЗ. URL: <https://twitter.com/WHO/status/1237777021742338049>
14. ВОЗ объявила о начале пандемии COVID-19 // Европейское бюро ВОЗ, 12 марта 2020 года. URL: <http://www.euro.who.int/ru/health-topics/health-emergencies/coronavirus-covid-19/news/news/2020/3/who-announces-covid-19-outbreak-a-pandemic>
15. Coronavirus disease (COVID-19) technical guidance: Early investigations protocols // World Health Organization. URL: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/early-investigations>
16. Coronavirus disease (COVID-19) outbreak // World Health Organization, March 07, 2020. URL: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>
17. Critical preparedness, readiness and response actions for COVID-19. Interim guidance // World Health Organization, March 07, 2020. URL: <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/20200307-cccc-guidance-table-covid-19-final.pdf>
18. Coronavirus (COVID-19) // The U.S. Centers for Disease Control and Prevention. URL: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-nCoV/index.html>
19. Risk Communication and Community Engagement (RCCE) Action Plan Guidance COVID-19 Preparedness and Response // World Health Organization, 16 March 2020. URL: <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/covid19-rcce-guidance-final-brand.pdf>

\* Доступ ко всем ссылкам проверен 22 марта 2020 года.

#### **Секція 4. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ МОДЕЛЮВАННЯ, КОНСТРУЮВАННЯ ТА ДИЗАЙН ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ В НАУКОВО-ДОСЛІДНИХ І КОНСТРУКТОРСЬКИХ РОБОТАХ**

УДК 531.395

**Анциферов О.В.**, канд. техн. наук, доцент, **Дідович В.В.**, магістр  
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,  
м. Дніпро, Україна

### **РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗДРІБНЕННЯ У ВЕРТИКАЛЬНОМУ ВІБРАЦІЙНОМУ МЛИНІ**

*Анотація. Розроблена модель для дослідження процесу взаємодії технологічного завантаження з молотильною камерою вертикального вібраційного млина. При цьому пропонується удари завантаження з камерою характеризувати різними коефіцієнтами відновлення швидкості. Наводиться розрахунковий приклад.*

*Ключові слова: вібраційний млин, камера, завантаження, режимні параметри*

Конструктивно помольна камера вертикального вібраційного млина коливається вздовж своєї осі, що орієнтована вертикально. Основною перевагою таких млинів є можливість реалізації в них віброударного режиму подрібнення. Таким чином відбувається ефективне руйнування крихких матеріалів, а в деяких випадках і їх активація. Метою даної роботи є розробка інженерної методики розрахунку технологічних параметрів системи помольних камера – молотильні тіла, при яких реалізується віброударний режим подрібнення. При цьому пропонується підхід з використанням теорії віброударних систем [1].

Обґрунтування даного підходу впливає з роботи [2]. Як показали експериментальні дані співудар кульового завантаження з днищем і, відповідно, з кришкою камери не можна вважати абсолютно непружним. Досліди з вивчення взаємодії кулі об сталеву плиту через шар порошку різної товщини приводили до руйнування матеріалу і відскоку кулі.

Введемо наступні припущення. Технологічне завантаження приймаємо одиничної масою. Часом удару нехтуємо. Ударна взаємодія із завантаженням описується різними значеннями коефіцієнтів відновлення швидкості у днища  $R_d$  і у кришки  $R_k$  камери.

Розрахункова схема представлена на рисунку 1. Камера рухається за гармонійним законом з амплітудою коливань  $a$  і частотою  $\omega$ , який не залежить від взаємодії із завантаженням. Координати камери і маси  $Y$  та  $y$  відповідно. Відлік ведемо від середнього положення камери. Початок відліку часу приймаємо в точці 0, в момент зіткнення завантаження з днищем камери. Зазор між завантаженням і кришкою камери в статичному положенні  $2S$ .

Задачу вирішуємо в безрозмірних величинах [1].

$$y = \frac{\omega^2}{g} y^*, Y = \frac{\omega^2}{g} Y^*, \Gamma = \frac{a\omega^2}{g}, \tau = \omega t, \sigma = \frac{\omega^2}{g} S^*.$$

Зірочки при величинах показують те, що вони розмірні. Таким чином, рівняння руху камери має вигляд

$$Y = \Gamma \sin(\tau + \varphi), \quad (1)$$

де  $\varphi$  – фазовий кут зіткнення маси з днищем камери.

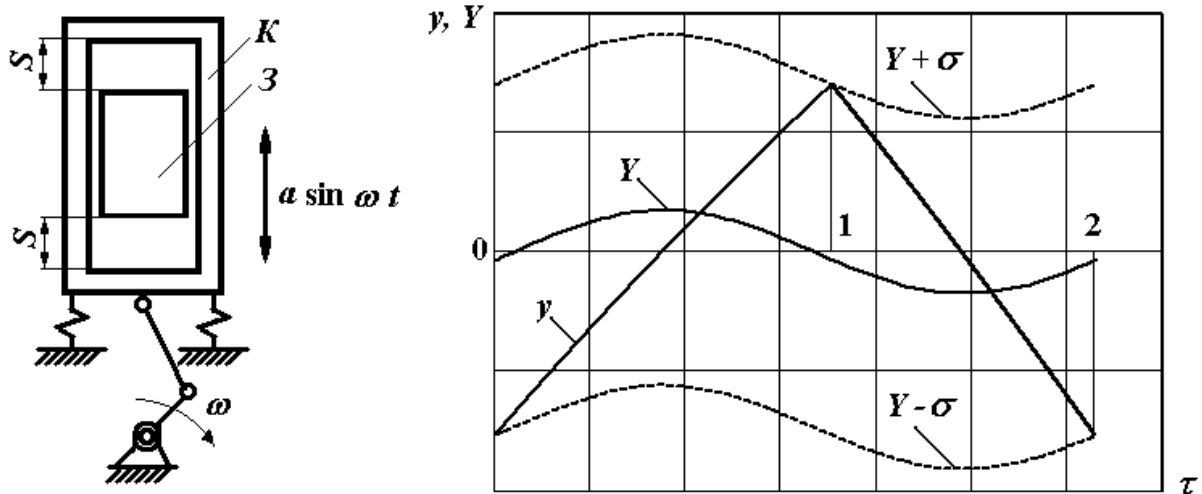


Рисунок 1 – Розрахункова схема

Рівняння руху маси на ділянці вільного польоту

$$y = -\frac{1}{2} \tau^2 + C_{1\pm} \tau + C_{2\pm} \quad (2)$$

Знаки плюс в індексах постійних рівняння (2) відповідають інтервалу руху маси з позитивною швидкістю вгору, знаки мінус – інтервалу руху маси вниз.

Згідно з розрахунковою схемою із (1) і (2) маємо

$$C_{2+} = \Gamma \sin \varphi - \sigma, \quad (3)$$

Приймаємо швидкість завантаження до удару  $u_0$ . Швидкість камери в цей момент з (1)  $\Gamma \cos \varphi$ . Швидкість відскоку завантаження від днища камери  $v_0$  отримаємо з рівняння удару [1]

$$v_0 = C_{1+} = -R_d (u_0 - \Gamma \cos \varphi) + \Gamma \cos \varphi. \quad (4)$$

Прирівнюючи координати завантаження і кришки камери в момент їх зустрічі в точці 1, отримаємо

$$C_{2-} = \sigma + \Gamma \sin(\varphi + \tau_1) + \frac{1}{2} \tau_1^2 - C_{1-} \tau_1 \quad (5)$$

При ударі об кришку в точці 1 в момент часу  $\tau = \tau_1$  швидкість до удару

$$u_1 = \Gamma \cos(\varphi + \tau_1), \quad u_1 = -\tau_1 + C_{1+}. \quad (6)$$

Записуємо рівняння удару для точки 1 з урахуванням (6) і коефіцієнту відновлення швидкості  $R_k$ . З цього рівняння отримуємо вираз для постійної  $C_1$

$$C_{1-} = \Gamma \cos(\varphi + \tau_1) + \tau_1 + R_k \{ \tau_1 - [\Gamma \cos(\varphi) + R_d (\Gamma \cos \varphi - u_0)] \} \quad (7)$$

Це рівняння підставляємо в (5) і отримаємо вираз для постійної  $C_2$ .

З рівняння (2) для ділянки 1 - 2 з урахуванням виразів для постійних (5) і (7) визначаємо координату завантаження в точці 2 при  $\tau = 2\pi$ . Прирівнюємо її координаті днища камери в точці 2

$$\Gamma \sin(\varphi) - \sigma = -2\pi^2 + 2C_{1-}\pi + C_{2-}. \quad (8)$$

Розкриваючи значення для постійних інтегрування у (8), отримаємо трансцендентне рівняння щодо  $\tau_1$ .

Диференціюючи (2) за часом і після підстановки в нього  $\tau = 2\pi$  отримаємо вираз для швидкості удару в точці 2. З умов періодичності

$$u_2(2\pi) = u_0(0). \quad (9)$$

Із (9) отримаємо остаточний вираз

$$u_0 = [\Gamma \cos(\varphi + \tau_1)(1 + R_k) - R_k \Gamma \cos \varphi (1 + R_d) + R_k \tau_1 - 2\pi] (1 - R_k R_d)^{-1} \quad (10)$$

Ефективність процесу подрібнення визначається результуючою швидкістю

$$v_{уд} = \Gamma \cos \varphi - u_0. \quad (11)$$

**Приклад розрахунку.** Розглянемо один період руху камери і маси при наступних параметрах:  $R_d = 0,6$ ;  $R_k = 0,35$ ;  $\Gamma = 7$ . Значення коефіцієнтів відновлення швидкості взяті з [2]. Для різних значень фазового кута  $\varphi$  визначалися значення  $\sigma$  і  $\tau_1$ , відповідні зламу траєкторії завантаження при контакті з кришкою (рисунок 1). Далі ці значення використовувалися для розрахунку швидкості зіткнення завантаження з днищем за виразами (10) і (11). Дані представлені на рисунку 2. Крива  $v_{уд}$  має екстремальний характер. За її максимуму повинен підбиратися параметр  $\sigma$ .

Представлена методика розрахунку технологічних параметрів режиму подрібнення має оцінний характер з урахуванням прийнятих нами припущень. Уточнення її потребують на першому етапі урахування часу співудару.

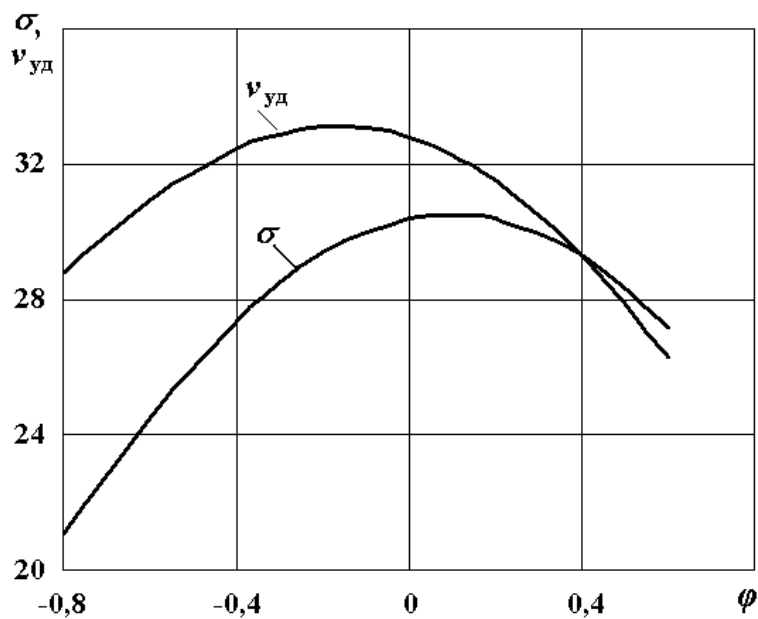


Рисунок 2 – Область існування віброударного режиму

*Список використаної літератури*

- 1 Кобринский А.Е., Кобринский А.А. Виброударные системы. – Москва, 1973. – 592 с.
2. Анциферов А.В., Комарова И.В. Экспериментальное исследование соударения тел через слой порошкового материала // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». 36. наук. праць. – Харків: НТУ "ХПІ", 2010. – № 66. – С.58 - 63.

УДК 539.3

**Багно О.М.**, д-р. фіз.-матем. наук, пров. наук. співробітник.,  
**Щурук Г.І.**, канд. фіз.-матем. наук, с.н.с.,  
 Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України, м. Київ, Україна

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХНЕВОЇ НЕСТІЙКОСТІ ПРУЖНОГО ПІВПРОСТОРУ

*Анотація. На основі тривимірних лінеаризованих рівнянь теорії пружності скінченних деформацій для нестисливого пружного півпростору побудовані криві залежностей фазових швидкостей поверхневої хвилі Релея від укорочення. Проаналізовано вплив скінченних початкових деформацій у нестисливому пружному півпросторі на фазові швидкості поверхневої хвилі Релея та поверхневу нестійкість.*

*Ключові слова: поверхнева хвиля Релея, нестисливий пружний півпростір, скінченні початкові деформації, поверхнева нестійкість.*

Як відомо наслідком землетрусу або потужного вибуху є виникнення поверхневих хвиль Релея та явища поверхневої нестійкості. Вказані фактори

призводять до значних руйнувань конструкцій, будівель та споруд. Тому дослідження цих явищ є актуальним і їм приділяється значна увага.

Далі розглянемо задачу про поширення акустичних хвиль у пружному нестисливому півпросторі, підданому великим (скінченним) початковим деформаціям. Розв'язок отримаємо із залученням тривимірних лінеаризованих рівнянь теорії пружності при скінченних деформаціях для пружного тіла [1–4]. У якості підходу обрані постановки задач і метод, засновані на застосуванні представлень загальних розв'язків рівнянь руху пружного тіла [1–4].

Далі розглянемо такі динамічні процеси в пружному тілі, при яких виникають додаткові деформації, тобто збурення деформацій, які значно менші початкових. Досліджуємо гармонічні хвильові процеси малої амплітуди. При цьому прийmemo, що пружне тіло знаходиться в початковому стані.

В рамках прийнятих моделей основні співвідношення для попередньо напруженого нестисливого пружного тіла приймають такий вигляд [1–4]:

$$\left( \kappa_{ij\alpha\beta}^0 \frac{\partial^2}{\partial z_i \partial z_\beta} - \delta_{j\alpha} \rho \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) u_\alpha + \vartheta_{ij}^0 \frac{\partial p}{\partial z_i} = 0, \quad z_k \in V_1; \quad (1)$$

$$\kappa_{ij\alpha\beta}^0 = \lambda_i \lambda_\beta \kappa_{ij\alpha\beta}; \quad \vartheta_{ij}^0 = \lambda_i q_{ij}; \quad \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 = 1; \quad \vartheta_{ij}^0 \frac{\partial u_j}{\partial z_i} = 0, \quad z_k \in V_1; \quad (2)$$

$$\mathcal{Q}_j^0 \equiv N_i^0 \left( \kappa_{ij\alpha\beta}^0 \frac{\partial u_\alpha}{\partial z_\beta} + \vartheta_{ij}^0 p \right), \quad z_k \in S; \quad (3)$$

Введені тут тензори  $\kappa_{ij\alpha\beta}^0$  и  $\vartheta_{ij}^0$  залежать від виду початкового стану і типу пружного потенціалу матеріалу твердого тіла. Вирази для обчислення складових цих тензорів наведені в роботі [2]. Там же запропоновані спрощення для різних варіантів теорії малих початкових деформацій.

Вище прийняті наступні позначення:  $u_i$  – компоненти вектору зміщень пружного тіла;  $\rho$  – щільність матеріалу пружного півпростору;  $\lambda_i$  – укорочення пружного півпростору в напрямках координатних осей;  $\mathcal{Q}_i^0$  – складові напружень у пружному тілі;  $V_1$  – об'єм, який займає пружне тіло;  $S$  – поверхня пружного тіла.

Зазначена задача зводиться до розв'язання системи рівнянь (1)–(3) при наступних граничних умовах:

$$\mathcal{Q}_1^0|_{z_2=0} = 0; \quad \mathcal{Q}_2^0|_{z_2=0} = 0. \quad (4)$$

Надалі будемо використовувати представлення загальних розв'язків, отриманих в роботах [1–4]. Будемо досліджувати хвильовий процес в попередньо деформованому нестисливому пружному півпросторі, початковий стан якого є однорідним. У разі однорідного напружено-деформованого стану для випадку плоскої задачі загальні розв'язки мають вигляд [1–4]

$$u_1 = -\frac{\partial^2 \chi}{\partial z_1 \partial z_2}; \quad u_2 = \lambda_1 q_1 \lambda_2^{-1} q_2^{-1} \frac{\partial^2 \chi}{\partial z_1^2};$$

$$p = \lambda_1^{-1} q_1^{-1} \left\{ \lambda_1^2 \left[ \lambda_1^2 a_{11} + s_{11}^0 - \lambda_1 \lambda_2 q_1 q_2^{-1} (a_{12} + \mu_{12}) \right] \frac{\partial^2}{\partial z_1^2} + \lambda_2^2 (\lambda_1^2 \mu_{12} + s_{22}^0) \frac{\partial^2}{\partial z_2^2} - \rho \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right\} \frac{\partial \chi}{\partial z_2},$$

де введена функція  $\chi$  є розв'язком наступного рівняння:

$$\left[ \frac{\partial^4}{\partial z_1^4} + \frac{\lambda_2^4 q_2^2 (\lambda_1^2 \mu_{12} + s_{22}^0)}{\lambda_1^4 q_1^2 (\lambda_2^2 \mu_{12} + s_{11}^0)} \frac{\partial^4}{\partial z_2^4} - \frac{\rho}{\lambda_1^2 (\lambda_2^2 \mu_{12} + s_{11}^0)} \frac{\partial^4}{\partial z_1^2 \partial t^2} + \right. \\ \left. + \frac{q_1 q_2^{-1} (\lambda_2^2 a_{22} + s_{22}^0) + q_1^{-1} q_2 (\lambda_1^2 a_{11} + s_{11}^0) - 2 \lambda_1 \lambda_2 (a_{12} + \mu_{12})}{\lambda_1^2 \lambda_2^{-2} (\lambda_2^2 \mu_{12} + s_{11}^0) q_1 q_2^{-1}} \frac{\partial^4}{\partial z_1^2 \partial z_2^2} - \right. \\ \left. - \frac{\lambda_2^2 q_2^2 \rho}{\lambda_1^4 q_1^2 (\lambda_2^2 \mu_{12} + s_{11}^0)} \frac{\partial^4}{\partial z_2^2 \partial t^2} \right] \chi = 0; \quad q_i = \lambda_i^{-1}; \quad \lambda_1 \lambda_2 = 1.$$

Тут введено такі позначення:  $a_{ij}$ ,  $\mu_{ij}$  – величини, що визначаються з рівнянь стану і залежать від виду пружного потенціалу [2];  $s_{ii}^0$  – початкові напруження.

Для аналізу поширення збурень, що гармонічно змінюються в часі, розв'язки системи рівнянь визначаємо в класі біжучих хвиль

$$\chi = X(z_2) \exp[i(kz_1 - \omega t)],$$

де  $k$  – хвильове число;  $\omega$  – кругова частота;  $i$  – уявна одиниця ( $i = \sqrt{-1}$ ).

Далі, застосовуючи метод Фур'є, приходимо до задачі про власні значення для рівняння руху пружного тіла. Розв'язуючи її, визначаємо відповідні власні функції. Після підстановки отриманих загальних розв'язків в граничні умови (4) отримуємо однорідну систему лінійних алгебраїчних рівнянь щодо довільних сталих. Виходячи з умови існування нетривіального розв'язку цієї системи, отримуємо дисперсійне рівняння

$$\det \| e_{lm}(\bar{c}, \rho, \mu, \lambda_i, a_{ij}, \mu_{ij}, s_{ii}^0) \| = 0 \quad (l, m = \overline{1, 2}), \quad (5)$$

де  $\bar{c}$  – фазова швидкість моди Релея в пружному півпросторі;  $c_s$  – швидкість хвилі зсуву в матеріалі пружного тіла ( $c_s^2 = \mu/\rho$ );  $\mu$  – модуль зсуву матеріалу пружного тіла.

У подальшому дисперсійне рівняння (5) розв'язувалося чисельно швидкозбіжним ітераційним методом. Отримано числову інформацію про вплив великих (скінченних) початкових деформацій на фазові швидкості мод

Релея та кінематичні характеристики хвильового процесу у пружному півпросторі.

Далі матеріалом для пружного півпростору вибираємо високоеластичну гуму, пружні властивості якої описуються пружним потенціалом Трелоара [1]. При цьому механічні параметри вибираємо наступними:  $\rho = 1200 \text{ кг/м}^3$ ,  $\mu = 1,2 \cdot 10^6 \text{ Па}$ . Цей хвилевод характеризується тим, що матеріал пружного півпростору (гума) є податливим, нестисливим і м'яким. Крім того, при розв'язанні припускаємо, що початковий напружений стан задовольняє співвідношенням  $s_{11}^0 \neq 0$ ,  $s_{22}^0 = 0$ . Як показано в роботі [2], при такому завантаженні немає аналогії між задачами в лінеаризованій і лінійній постановках. Тому результати для тіл з початковими напруженнями не можуть бути отримані з розв'язків відповідних лінійних задач.

Результати обчислень у вигляді графіків представлені на рисунках 1, 2.

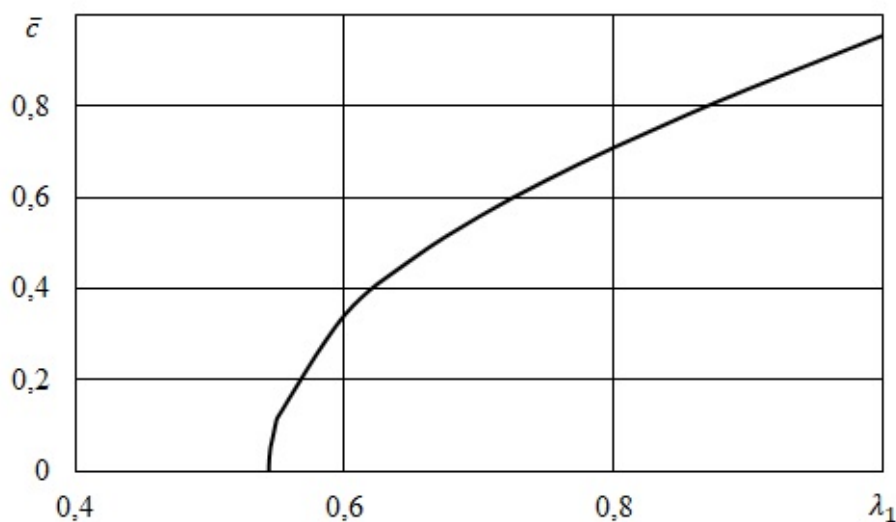


Рисунок 1 – Залежність безрозмірної величини фазової швидкості хвилі Релея від зміни величини укорочення  $\lambda_1$ .

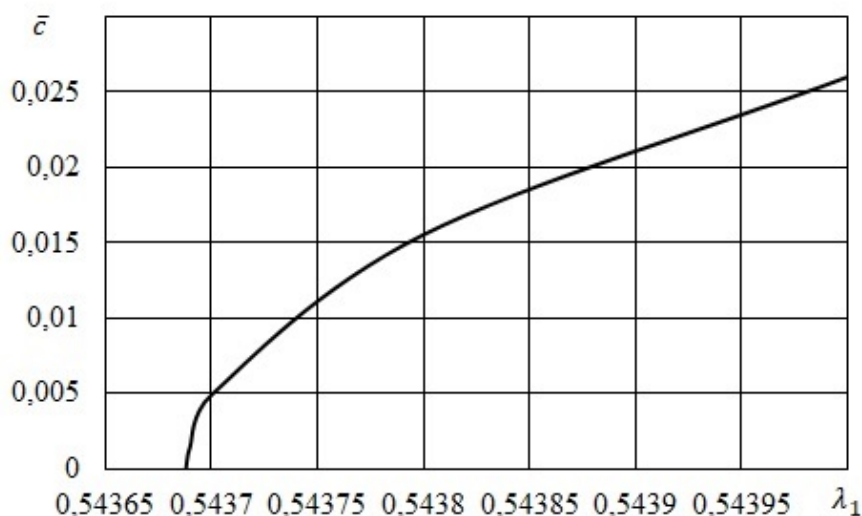


Рисунок 2 – Залежність безрозмірної величини фазової швидкості хвилі Релея  $\bar{c}$  від зміни величини укорочення  $\lambda_1$  для сильно стисненого пружного півпростору.

Характер впливу попереднього деформування пружного півпростору на швидкості хвиль Релея  $\bar{c}$  ілюструють графіки на рис. 1 і 2, де представлені залежності безрозмірних величин фазових швидкостей цих хвиль від зміни величини укорочення  $\lambda_1$ . На рис. 1 наведено результати обчислення для попередньо стисненого ( $0,4 \leq \lambda_1 \leq 1$ ) пружного півпростору. Рисунок 2 представляє значення фазових швидкостей поверхневої хвилі Релея для сильно стисненого пружного півпростору ( $0,54365 \leq \lambda_1 \leq 0,544$ ).

З проведених розрахунків і отриманих числових результатів випливає, що при стисненні і  $\lambda_1 \approx 0,54$  (більш точне значення  $\lambda_1 \approx 0,543688$ ), тобто при зменшенні довжини високоеластичного нестисливого тіла на 46 відсотків величина фазової швидкості поверхневої хвилі Релея  $\bar{c}$  стає рівною нулю. Це свідчить про те, що в умовах плоского напружено-деформованого початкового стану для високоеластичного нестисливого неогуківського тіла при  $\lambda_1 \approx 0,54$  виникає явище поверхневої нестійкості. Це значення збігається з раніше отриманим в теорії стійкості і відповідає значенню параметра критичного укорочення  $\lambda_{кр}$ . Таким чином, розвинена лінеаризована теорія хвиль стосовно високоеластичних нестисливих тіл дозволяє досліджувати не тільки хвильові процеси, але також можливість і умови виникнення явища поверхневої нестійкості пружного тіла.

*Список використаної літератури:*

1. Гузь А.Н. Упругие волны в телах с начальными напряжениями. 2 тома. Киев: Наук. думка, 1986.
2. Гузь А.Н. Упругие волны в телах с начальными (остаточными) напряжениями. Киев: А.С.К., 2004. 672 с.
3. Гузь А. Упругие волны в телах с начальными (остаточными) напряжениями: в 2-х частях. Ч. 1. Общие вопросы. Волны в бесконечных телах и поверхностные волны. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. – 501 с.
4. Гузь А. Упругие волны в телах с начальными (остаточными) напряжениями: в 2-х частях. Ч. 2. Волны в частичноограниченных телах. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. – 505 с.

**Bondarenko A.O.**, D.Sc. (Tech.), Professor, **Skrypnichenko M.O.**, student  
National TU Dnipro Polytechnic, Dnipro, Ukraine

## FEATURES OF SIMULATION OF THE KMG-10 BRIDGE CRANE LIFTING WINCH IN SOLIDWORKS

*Annotation.* The description and design of the kmg-10 bridge crane and its main elements have been completed. The parameters of the truck are substantiated, namely the design dimensions of the winch drum, the standard drive elements are selected, the design dimensions of non-standard equipment are determined. Solidworks model of the bridge crane kmg-10 and its main structural elements is developed.

*Keywords.* Bridge crane, truck, drive, solid model.

The KMG-10 bridge crane is intended for performance of loading and unloading works on warehouses of bulk materials of the enterprises of cement, metallurgical, mining, chemical, coal industry etc. Structural bridge cranes KMG-10 (Fig. 1) usually consist of the main unified units: crane bridge 1, welded transverse and longitudinal beams, which are made of metal trusses, or have welded sheet construction, which increases the service life, as well as reliability; a cargo trolley 2 equipped with mechanisms for lowering and lifting the jaws of the clamshell 4 and moving along the beams of the bridge; mechanism for moving the crane 3 along the crane tracks mounted on the building structures of the shop; driver's cab 5. For works on maintenance of the crane mechanisms and safe movement of personnel in the construction of the crane service platforms with handrails, ladders and ladders, an additional cradle are provided.

The working cycle of the KMG-10 bridge crane consists of the following technological operations: movement of the crane along the shop crane tracks to the

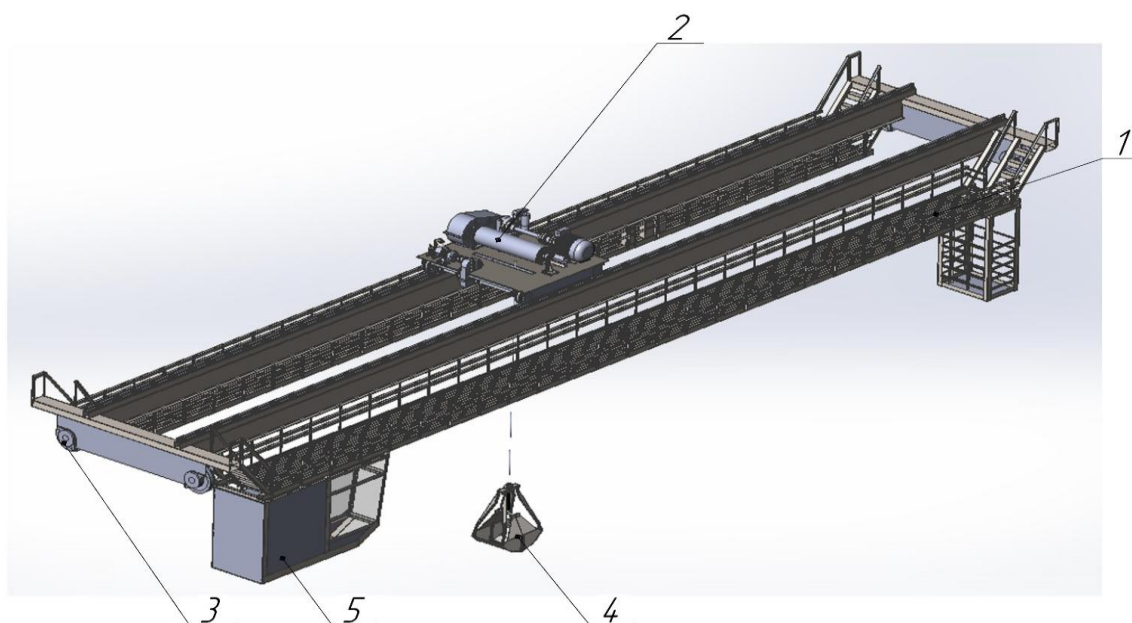


Fig. 1. SolidWorks model of the bridge crane KMG-10

work platform by means of a movement mechanism 3, movement of the trolley 2 along the bridge of the crane to the location of granular material; lowering the grapple 4 to the level of bulk cargo arrangement; scraping the granular raw material by closing the buckets of the bucket 4; lifting and moving of cargo; lowering the ladle with cargo; unloading bulk material by opening the bucket jaws; lifting the grapple to the transport position.

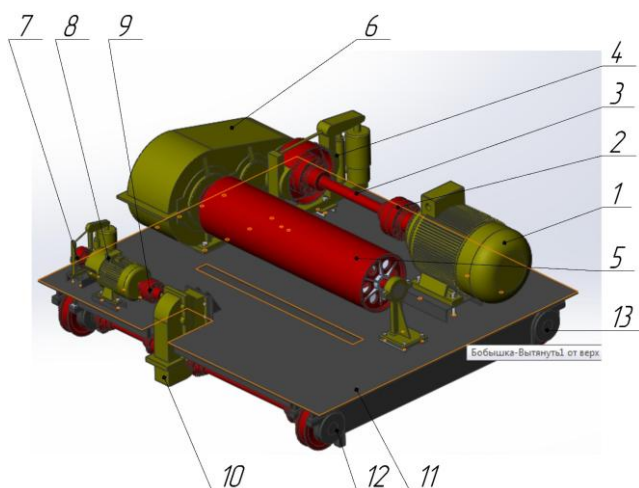


Fig. 2. SolidWorks model of the cargo trolley

One of the main structural elements of the KMG-10 bridge crane is a cargo trolley (Fig. 2). The trolley consists of an electric motor of the drive of the lifting hoist 1; sleeve-finger couplings 2, 9; intermediate shaft 3; drive winch brakes and brake pads 4; drum 5; reducer winch 6; the drive of the mechanism of movement of the cart and the brake pads 7; the electric motor drive of the mechanism of movement of the cart 8; gear reducer cart 10; welded metal construction of a cargo trolley 11; the drive wheels of the travel mechanism 12; driven wheels

13. The design of the trolley and the location of actuators and other auxiliary equipment provides for a uniform distribution of loads on the track and crane beam as a whole. The brake system of mechanisms of movement of the crane and the trolley is additionally equipped with bumpers for safe stop of movement in case of failure of the basic brakes.

To develop the solid-state model of the crane KMG-10 and its main structural elements in the SolidWorks program, preliminary calculations were made of the design dimensions of the trigger-lifting drum according to its load capacity, standard drive elements, motors, selected from the catalog, bearing housings, fasteners. Design dimensions of non-standard equipment - drive shafts are defined separately. According to the sizes of standard and non-standard elements of actuators and metal structures, their models were developed in the form of separate parts, with their further integration into assembly units. The formalized structural solid-state assembly model of the KMG-10 bridge crane integrates the assembly models of separate main components: the crane bridge with the frame and the mechanism of movement; the winch trolley, which in turn consists of the trolley frame, winch drive and movement mechanism; clamshell.

In general, the development of the solid-state model SolidWorks bridge crane KMG-10 and its main structural elements revealed a number of shortcomings of the standard crane design, which is the mismatch of the drive elements with the mounting holes of the crane bridge and the frame of the trolley. Discrepancies detected during the work were corrected when developing the solid state model.

**Васильчук Д.П.**, ст. викл. каф. ЕМКС  
**Хуторненко С.В.**, канд. тех. наук, доц.  
Навчально-науковий професійно-педагогічний інститут  
Української інженерно-педагогічної академії, м. Бахмут, Україна

## **ДВОВИМІРНА МОДЕЛЬ КВАРЦЕВОГО РЕЗОНАТОРА НА ОСНОВІ МАТРИЧНО-ОПЕРАТОРНОГО МЕТОДУ**

*Анотація. Розглянута математична модель електромеханічних товщинно-зсувних коливань пластинів обмежених розмірів поверненого  $Y$  - зрізу кварцу на основі рішення рівнянь стану, руху і електростатики матрично-операторним методом. Отримані аналітичні вирази для механічної напруги, механічного зміщення, потенціалу і резонансної частоти електромеханічних коливань, що враховують вплив геометричних розмірів пластинів  $n'$  єзрезонансних коливальних систем в прибудовах контролю зв'язку, контрольний-вимірювальних приладах та інших мехатронних системах. Приведені результати чисельного аналізу для випадку  $AT$  - зрізу кварцу, врахована залежність резонансної частоти як від товщини, так і від ширини пластини, наведені залежності відносної частоти коливань від співвідношення геометричних розмірів пластини для різних мод коливань. Показано, що у разі збудження коливань  $n'$  єзоелемента на більш високих гармоніках відбувається зміна залежності відносної частоти від ширини пластини, що є важливим чинником при проектуванні  $n'$  єзрезонансних пристроїв.*

*Ключові слова: товщинно-зсувні коливання,  $n'$  єзрезонансна коливальна система,  $Y$  і  $AT$ - зріз кварцу, матрично-операторний метод.*

Основними методами зниження температурної чутливості кварцових генераторів до дестабілізуючих чинників є конструктивно-технологічні, такі, що ґрунтуються на пошуку нових типів зрізів  $p'$ єзоелементів, удосконалення конструкції кварцових резонаторів, і функціональні, в основу яких покладені принципи термостатування і термокомпенсації [1]. Перші вимагають значних матеріальних витрат і істотно ускладнюють боротьбу з виробничою багатопараметровою чутливістю, а основним недоліком других є принципово неусувне просторове рознесення датчика температури з активною зоною  $p'$ єзоелементів, обумовлюючи появу істотних помилок при визначенні реальної температури КР.

Завданням створення моделей кварцового резонатора займаються досить давно, при цьому класичним підходом є використання тривимірної системи стану  $p'$ єзоелектрика з подальшим зниженням геометричної розмірності частото визначальних координат до однієї або двох [2, 3].

Недоліком одновимірних моделей є неможливість обліку геометричних розмірів резонатора в площині резонатора, враховується тільки товщина останнього.

Двовимірні моделі засновані на заміні точної системи тривимірних рівнянь стану  $p'$ єзоелектрика на наближену двовимірну, засновану на суперпозиції акустичних стоячих хвиль в площині пластини резонатора з підгонкою коефіцієнтів рівнянь до відомого еталонного значення частоти в деяких точках, наприклад для першої гармоніки основної частоти, що утрудняє використання

таких моделей в широкому частотному діапазоні при багаточастотному збудженні резонатора на гармоніках основної частоти.

У роботі [4] запропонований підхід до створення моделей кварцового резонатора, заснований на матрично-операторному методі представлення рівнянь стану п'єзоелектрика, як розвиток матрично-операторного методу [5].

Метою цієї роботи є поширення матрично-операторного методу на випадок двовимірного просторового опису резонатора, що враховує основний частото визначальний розмір - товщину кристалічного елементу резонатора і один (найменший) з геометричних розмірів кристалічного елементу в площині резонатора з отриманням математичної моделі в аналітичній формі двовимірного кварцового резонатора.

У роботі [4] приведена повна система диференціальних рівнянь стану, руху і електростатики поверненого Y- зрізу кварцу що описує товщинно-зсувні TSh типи коливань п'єзоелектричних пластин. Ґрунтуючись на матрично-операторному методі розв'язання рівнянь коливань п'єзoeлементу в роботі [13] для п'єзоелектричної пластини, зображеної на рисунку 1, була отримана математична модель TSh коливань що враховує геометричні розміри пластини від координати  $x_3$ :

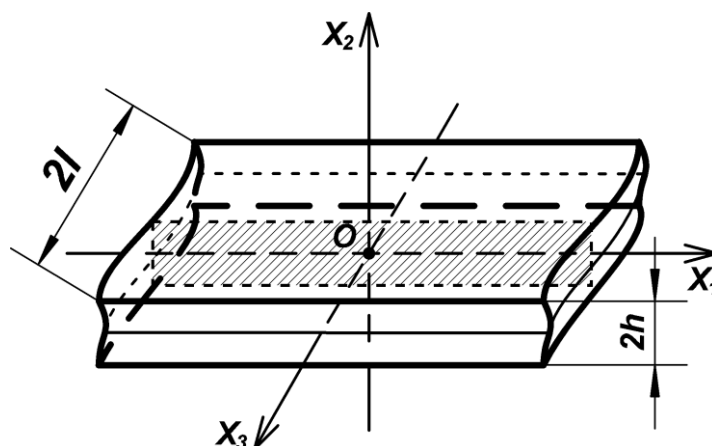


Рисунок 1 - Прийнята орієнтація осей координат п'єзоелектричної пластини

$$\begin{cases} U_1 = \left[ E_2 + M_{11}x_3 + (M_{11}^2 + M_{12}M_{21})\frac{x_3^2}{2} \right] U_{10} + \left[ M_{12}x_3 + (M_{11}M_{12} + M_{12}M_{22})\frac{x_3^2}{2} \right] U_{20} \\ U_2 = \left[ M_{21}x_3 + (M_{21}M_{11} + M_{22}M_{21})\frac{x_3^2}{2} \right] U_{10} + \left[ E_2 + M_{22}x_3 + (M_{21}M_{12} + M_{22}^2)\frac{x_3^2}{2} \right] U_{20}, \end{cases} \quad (1)$$

де вектори  $U_1 = \begin{bmatrix} u_1 \\ \varphi \end{bmatrix}$ ,  $U_2 = \begin{bmatrix} T_{31} \\ D_3 \end{bmatrix}$ ,  $E_2$  - одинична матриця  $2 \times 2$ ;  $U_{10}, U_{20}$  - значення векторів  $U_1, U_2$  в серединній площині шару при  $x_3 = 0$ ;  $u_1(x_2, x_3), D_3(x_2, x_3), T_{31}(x_2, x_3), \varphi(x_2, x_3)$  - механічне і електричне зміщення, механічна напруга і потенціал відповідно;  $M_{11}, M_{12}, M_{21}, M_{22}$  - матриці-оператори, що не містять операцію диференціювання по  $x_3$ .

Вирішуючи систему рівнянь (1), враховуючи електричні і механічні граничні умови, отримаємо частоту  $\omega$  TSh коливань поверненого Y- зрізу кварцу:

$$\omega = \frac{1}{hl} \sqrt{\frac{9}{\rho} \sqrt{l^4 \mu_2 + h^2 l^2 \mu_1 + h^4 \mu_3 + l^2 \mu_4 + h^2 \mu_5}}, \quad (1)$$

$$\text{де } \mu_1 = 8,3 \cdot 10^{17} \frac{\kappa \varepsilon^2}{m^2 \cdot c^4}, \mu_2 = 1,9 \cdot 10^{13} \frac{\kappa \varepsilon^2}{m^2 \cdot c^4}, \mu_3 = 5,9 \cdot 10^{17} \frac{\kappa \varepsilon^2}{m^2 \cdot c^4}, \mu_4 = 7,16 \cdot 10^{10} \frac{\kappa \varepsilon}{m \cdot c^2},$$

$$\mu_5 = 6,8 \cdot 10^{10} \frac{\kappa \varepsilon}{m \cdot c^2}.$$

Для чисельного аналізу розглянемо кварц АТ - зрізу, пружньодіелектрична матриця якого приведена в [1], а інші параметри узяті з [16]: резонансна частота коливань  $f_0 = 10 \text{ МГц}$ , частотний коефіцієнт  $N = 1661 \text{ кГц} \cdot \text{мм}$ ; товщина п'єзoeлементa, з урахуванням виразу  $2h = nN / f_0$ ,  $h \leq 8,3 \cdot 10^{-5} \text{ м}$ .

На рисунку 1 представлений тривимірний графік залежності фундаментальної резонансної частоти коливань  $f$ , при  $n=1$ , АТ - зрізу кварцу від геометричних розмірів пластини  $l$  і  $h$ . При побудові залежностей необхідно враховувати той факт, що на основі [16]  $l/h \geq 30$ .

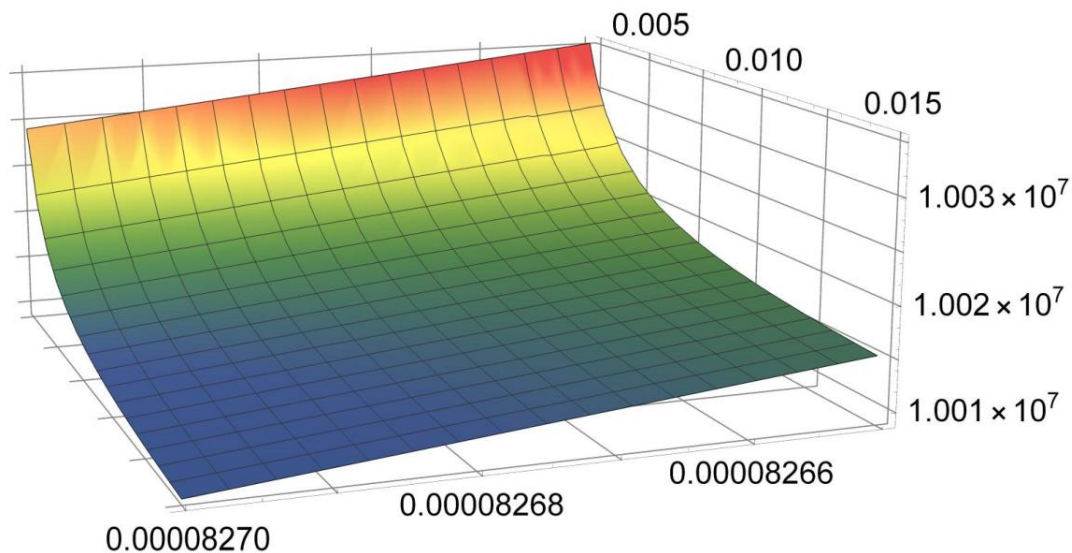


Рисунок 1 - Залежність резонансної частоти коливань  $f$  від геометричних розмірів пластини

На рисунку 2 представлені криві залежності фундаментальної резонансної частоти коливань  $f$  від геометричного розміру пластини  $l$ , АТ - зрізу кварцу, при деяких фіксованих значеннях товщини  $h$ .

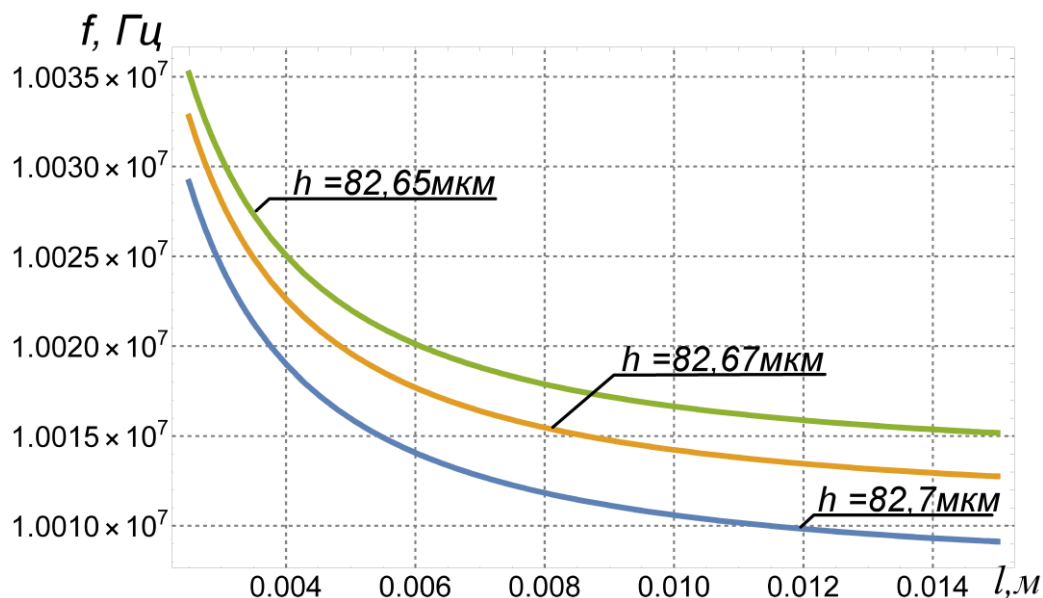


Рисунок 2 – Залежність резонансної частоти коливань  $f$  від геометричного розміру пластини  $l$ , при деяких фіксованих значення  $h$ .

Виходячи з характеристик, представлених на рисунках 1 і 2, можна судити про міру впливу геометричних розмірів  $l$  і  $h$  на фундаментальну резонансну частоту  $f$ . Так при фіксованому значенні  $l = 15 \text{ мм}$  і зміні  $h$  у діапазоні  $82.65 \div 82.70 \text{ мкм}$  зміна по частоті складають  $\Delta f = 6,054 \text{ кГц}$ . У випадку якщо фіксованим значенням є товщина  $h = 82,70 \text{ мкм}$ , а геометричний розмір  $l$  змінюється у діапазоні  $2,5 \div 15 \text{ мм}$ , то зміни по частоті складуть  $\Delta f = 20,027 \text{ кГц}$ .

На рисунку 3 представлені криві залежності відносної частоти  $f / f_0$  від співвідношення геометричних розмірів пластини, для різних мод коливань АТ - зріз кварцу.

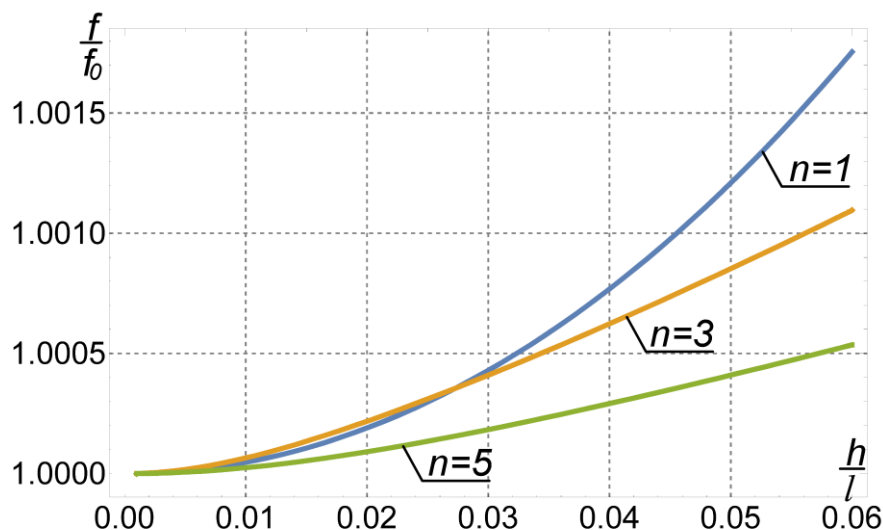


Рисунок 3 – Залежність відносної частоти коливань  $f / f_0$  від співвідношення геометричних розмірів пластини  $h / l$ .

Аналізуючи характеристики п'єзоелемента, приведені на рисунку 3, можна зробити висновок про те, що у разі збудження коливань п'єзоелемента на більш

високих гармоніках відбувається зниження залежності відносної частоти  $f / f_0$  від параметра  $l$ , що є важливим чинником при проектуванні п'єзореzonансних пристроїв.

У роботі отримано рішення системи диференціальних рівнянь, яке описує поведінку механічного зміщення  $u_0(x_2)$  і електричного потенціалу  $\varphi_0(x_2)$  в серединній площині  $x_3 = 0$ . Розв'язання цієї системи рівнянь залежать від вибору зрізу кварцової пластини і від граничних умов на головних поверхнях пластини. З урахуванням граничних умов були отримані приватні рішення системи рівнянь (1), на підставі яких була отримана формула для розрахунку резонансної частоти коливань поверненого Y- зрізу кварцу (26). Отримана математична модель коливань уздовж товщини п'єзоелектричної пластини, яка на відмінність від існуючих враховує геометричні розміри пластини як від координати  $x_2$ , що характеризує товщину, так і від координати  $x_3$ . Ця модель дозволить надалі врахувати вплив на резонансну частоту коливань  $\omega_0$  п'єзоелектричних пластин поверненого кварцу Y- зрізу різних граничних умов, таких як масоновантаження, повітряний зазор між п'єзоелементом і площиною електроду збудження.

*Список використаної літератури:*

1. S. Pidchenko, "Dual-frequency temperature-compensated Quartz Crystal Oscillator", CriMiCo-2013 [Proceedings of IEEE 23th Int. Crimean Conf. Microwave and Telecommunication Technology], September 8-14, Sevastopol, Crimea, Ukraine, 2013, pp. 669-670 (in Russian).
2. Yang J. The mechanics of piezoelectric structures: World Scientific, Singapore, 2006, 312 p. J. S. Yang, H. G. Zhou and W. P. Zhang. "Thickness-shear vibration of rotated Y-cut quartz plates with relatively thick electrodes of unequal thickness", IEEE Trans, on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, 52, 918-922, 2005.
3. Yang J. Special Topics in the Theory of Piezoelectricity: Springer Science + Business Media, 2009, 329 p.
4. Khutornenko S. V., Osadchuk A. V., Vasilchuk D. P., Semenets D. A., Abramova V. V. TSh Vibrations of Limited Size Plates of Rotated Y-cut Quartz with Development of Matrix-operation Method for Solving Equations // IEEE 17th International Conference on Mathematical Methods in Electromagnetic Theory (MMET). – 2018. – PP.346-349.
5. Партон В.З., Кудрявцев Б.А. Электромагнитоупругость пьезоэлектрических и электропроводных тел. Москва: Наука. Гл. ред. Физ.-мат. лит., 1988. 472 с.

Головня С. Б., канд. техн. наук, доц.  
Національна академія Державної прикордонної служби України  
«НАДПСУ», м. Хмельницький, Україна

## ПІДХІД ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІЧНОЇ ГОТОВНОСТІ ТЕХНІКИ ПРИКОРДОННОГО ЗАГОНУ

*Анотація.* Існування недоліків у існуючій системі оцінки рівня технічної готовності техніки прикордонного загону обумовлює потребу у проведенні дослідження щодо розробки рекомендацій з питань покращення процесу оцінки технічної готовності транспортних засобів.

*Ключові слова:* технічна готовність, техніка, прикордонний загін, технічна готовність, коефіцієнт технічного використання.

На сьогодні в Державній прикордонній службі оцінка стану техніки регламентується наказом [1], який був розроблений для умов підрозділів і частин Збройних Сил України. За даним наказом основним показником технічного стану машин підрозділу, частини є коефіцієнт технічної готовності, який визначається відношенням кількості справних і працездатних машин до облікового рухомого складу машин. Представлений коефіцієнт призначений для оцінки стану техніки військової частини тільки на момент перевірки і не придатний для вимірювання рівня технічної готовності машин за звітний період, наприклад, за рік. Коефіцієнт технічної готовності не містить складові (показники), які б характеризували ефективність роботи ремонтного підрозділу прикордонного загону (або всієї системи технічного обслуговування і ремонту в цілому), що не дозволяє відстежувати взаємозв'язок між організацією роботи персоналу автомобільної служби та технічним станом техніки.

На технічну готовність техніки впливають безвідмовність та ремонтпридатність техніки, а також здатність системи технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) підтримувати значення безвідмовності техніки на заданому рівні. Безвідмовність – це властивість, яка закладається на етапі розробки та виготовлення транспортного засобу, підтримується в процесі експлуатації і характеризує здатність виробу виконувати потрібні функції в певних умовах протягом заданого інтервалу часу чи наробітку ( $t_{np}$ ) [2]. Під поняттям ремонтпридатності розглядається пристосованість транспортного засобу до виконання робіт з ТО і Р. Така властивість як ремонтпридатність визначає тривалість проведення робіт з ТО і Р ( $t_{mo}$  і  $t_p$ ). Крім ремонтпридатності техніки, на тривалість часу виконання робіт з ТО і Р ( $t_{mo}$  і  $t_p$ ) впливає також ефективність організації і функціонування системи ТО і Р техніки. Чим ефективніше організована діяльність ремонтного підрозділу, тим менше часу потрібно знаходитись транспортним засобам в черзі та на виконанні ремонтних робіт. Тому для оцінки технічної готовності транспортних засобів прикордонного загону необхідно використовувати показник, який би одночасно

враховував як безвідмовність з ремонтпридатністю техніки, так і ефективність самої системи ТО і Р. Таким показником є комплексний показник надійності – коефіцієнт технічного використання [3], який представляє собою відношення математичного сподівання сумарного часу перебування техніки в працездатному стані ( $t_{np}$ ) за деякий період експлуатації до математичного сподівання сумарного часу знаходження техніки в працездатному стані ( $t_{np}$ ) та у простоях, зумовлених технічним обслуговуванням ( $t_{mo}$ ) і ремонтом ( $t_p$ ) за той самий період. Коефіцієнт технічного використання дозволяє встановити взаємозв'язок між рівнем технічної готовності техніки і ефективністю функціонування ремонтного підрозділу прикордонного загону. Але для того, щоб зробити цей зв'язок більш явним пропонується удосконалити коефіцієнт технічного використання (КТВ) та представити його у наступному вигляді:

$$K_{тв} = \frac{t_{np}}{t_{np} + t_{чerp} + t_{перем} + t_{mo,p}},$$

де  $t_{чerp}$  – математичне очікування часу знаходження транспортного засобу в черзі на виконання робіт з ТО і Р, діб;

$t_{перем}$  – математичне очікування часу на переміщення транспортного засобу до місця виконання робіт з ТО і Р та назад до місця дислокації, діб;

$t_{mo,p}$  – математичне очікування часу на виконання робіт з ТО і Р, діб.

В удосконаленому коефіцієнті технічного використання введення складових  $t_{чerp}$  і  $t_{перем}$  дозволяє оцінювати ефективність системи ТО і Р на основі таких складових як  $t_{чerp}$  і  $t_{перем}$ , а також разом із  $t_{mo,p}$  визначати сумарний вплив на значення технічної готовності техніки прикордонного загону. Час  $t_{чerp}$  дозволяє з'ясувати, наскільки ефективно організована робота в ремонтному підрозділі. Час  $t_{перем}$  визначає доцільність розміщення ремонтного підрозділу по відношенню до техніки, що обслуговується. Розглянутий час  $t_{перем}$  дозволяє врахувати специфіку розміщення техніки прикордонного загону, яка полягає у значному віддаленні прикордонних підрозділів від управління прикордонного загону, при якому зазвичай розташований ремонтний підрозділ. Врахування часу  $t_{перем}$  у  $K_{тв}$  надає змогу визначати шляхи покращення технічної готовності за рахунок оптимізації розміщення сил та засобів ремонтного підрозділу прикордонного загону.

Рівень технічної готовності техніки прикордонного загону (ПРИКЗ) безпосередньо залежить від видатків на забезпечення діяльності ремонтного підрозділу. Тому окрім такого показника як  $K_{тв}$ , важливо використовувати показники витрат, які будуть характеризувати видатки на досягнення заданого рівня технічної готовності. Розглянемо другий вид показників ефективності – витрати на забезпечення технічної готовності техніки силами і засобами

ремонтного підрозділу ( $C_{заг}$ ). Даний показник ( $C_{заг}$ ) включає наступні види витрат (формула (1)):

- витрати на утримання ремонтного підрозділу ( $C_{РП}$ );
- витрати на оплату вартості матеріалів і запчастин для робіт ТО-1, ТО-2, СО, ПР ( $C_{ТО,ПР}^{заг}$ );
- витрати, отримані від простою автотранспортного засобу при проведенні робіт з технічного обслуговування (ТО) і поточного ремонту (ПР) ( $C_{очік}$ );
- витрати на переміщення техніки до місць проведення обслуговування і назад ( $C_{перем}$ ).

Витрати на забезпечення технічної готовності техніки силами і засобами ремонтного підрозділу розраховуються за залежністю:

$$C_{заг} = C_{РП} + C_{ТО,ПР}^{заг} + C_{очік} + C_{перем}.$$

Витрати на утримання ремонтного підрозділу ( $C_{РП}$ ) включають витрати, пов'язані як з простоєм і експлуатацією постів (каналів) обслуговування, так і з вартістю використовуваних засобів обслуговування.

Витрати від простою автотранспортних засобів в черзі ( $C_{очік}$ ) є витратами, що викликані неможливістю використовувати техніку за призначенням внаслідок простою техніки у черзі, а також при проведенні робіт з ТО і ПР. Визначаються дані витрати ( $C_{очік}$ ) за формулою:

$$C_{очік} = C_{пр} \cdot I \cdot (t_{обсл} + t_{черг}),$$

де  $C_{пр}$  – витрати від простою автотранспортного засобу в системі обслуговування за розглядаємий проміжок часу, грн;

$I$  – інтенсивність потоку заявок на проведення робіт по ТО і ПР за розглядаємий проміжок часу;

$t_{обсл}$  – математичне очікування часу проведення робіт;

$t_{черг}$  – математичне очікування часу знаходження в черзі.

Витрати на переміщення техніки до місця проведення обслуговування і назад ( $C_{перем}$ ) є витратами, пов'язаними з необхідністю доставки необслужаного автотранспортного засобу до місця проведення робіт з ТО і ПР і назад до місця дислокації або ж витрати на переміщення рухомих ремонтних майстерень до необслуженої техніки і назад до місць свого розташування. Витрати на ( $C_{перем}$ ) розраховуються за формулою:

$$C_{перем} = \left( W_{ср}^{авт} \cdot C_{ср}^{бенз} + A_{ср}^{авт} \right) \cdot \frac{2S_{ср}}{100} \cdot Z,$$

де  $W_{ср}^{авт}$  – середня витрата палива техніки, що здійснює переміщення для проведення обслуговування, на 100 км. пробігу, літр;

$C_{ср}^{бенз}$  – середня вартість одного літра палива для марок автомобілів, що здійснюють переміщення для проведення робіт по ТО і ПР в досліджуваному ПРИКЗ, грн;

$A_{ср}^{авт}$  – середня величина амортизаційних витрат, що виникають при переміщенні автотранспортного засобу на відстань 100 км., грн;

$2S_{ср}$  – середня відстань в досліджуваному ПРИКЗ, необхідна для переміщення техніки до місць проведення обслуговування і назад, км.;

$Z$  – кількість необхідних переміщень для проведення робіт по ТО і ПР за розглядаємий період часу в досліджуваному ПРИКЗ.

Критерієм оцінки відповідності рівня технічної готовності техніки оперативно-службовим потребам конкретного ПРИКЗ можна обрати вимогу забезпечення технічної готовності на рівні не менш заданих ( $K_{ТВ} \geq K_{ТВ}^{зд}$ ) та при витратах не більше заданих ( $C_{заг} \leq C_{заг}^{зд}$ ).

Таким чином, у результаті проведеного дослідження було запропоновано удосконалити існуючі підходи щодо оцінки рівня технічної готовності за рахунок використання комплексного показника надійності коефіцієнта технічного використання. Коефіцієнт технічного використання пропонується використовувати у «розгорнутому» (удосконаленому) вигляді, що дозволить врахувати як специфіку експлуатації техніки, так і особливості функціонування ремонтного підрозділу кожного окремого ПРИКЗ. Для забезпечення зворотнього зв'язку між рівнем технічної готовності та видатками на його забезпечення запропонований перелік вартісних показників, що безпосередньо пов'язані з із складовими коефіцієнта технічного використання. Крім того, на основі розглянутих показників у дослідженні запропонований критерій оцінки відповідності рівня технічної готовності техніки оперативно-службовим потребам конкретного ПРИКЗ. Отримані результати призначені для подальшого використання у процедурі оцінки рівня технічної готовності техніки прикордонного загону.

#### *Список використаної літератури:*

1. Наказ № 577 МВС України від 09.07.2018 р. «Інструкція з автомобільного та бронетанкового забезпечення в ДПСУ». К.: НАПВУ, 1995. 120 с.
2. Експлуатація та ремонт військової техніки. Терміни та визначення : ДСТУ 3576-97. – [Чинний від 01.01.1997]. К.: Держспоживстандарт України, 1998. 36 с.
3. Надійність техніки. Терміни та визначення : ДСТУ 2860-94. [Чинний від 01.01.1994]. К. : Держспоживстандарт України, 1994. 94 с.

**Дмитрієва О.А.**, д.техн.н., проф., **Лефтеров М.М.**, магістр  
Донецький національний технічний університет, м. Покровськ, Україна

## **РОЗРОБКА ФІЗИЧНОГО РУШІЯ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ ТВЕРДИХ ЧАСТОК**

*Анотація. Розроблено програмну систему симуляції фізичних процесів з використанням принципів об'єктно-орієнтованого програмування та шаблонів проектування. Систему орієнтовано на моделювання взаємодії поведінки твердих часток та розробку фізичного рушія для тренажерів.*

*Ключові слова: фізичний рушій, взаємодія, тверда частка, тестування, візуалізація*

З кожним роком зростає кількість комп'ютерних тренажерів та їх технологічний рівень. Сучасні комп'ютерні тренажери все досконаліше симулюють дії та процеси з реального життя (наприклад, рух автомобіля, управління літальним апаратом, конвеєрну обробку та ін.), і чим природніше будуть візуально відтворені ці процеси, чим досконалішим буде фізичний рушій, тим більш успішним буде тренажер, що позитивно відобразиться на прибутку компанії-розробника. В роботі під фізичним рушієм розуміється комп'ютерна програма, що виконує симуляцію фізичних процесів [1]. Основна проблема полягає в тому, що симуляція фізичної взаємодії є складною задачею, і комп'ютери типових користувачів не можуть у повній мірі виконувати цю симуляцію на великих масивах даних [2], тому виникає необхідність в високопродуктивних алгоритмах, що орієнтовані на моделювання взаємодії поведінки твердих часток та розробку фізичного рушія для тренажерів.

Для реалізації процесу моделювання було розроблено та обґрунтовано математичні моделі твердих часток, зіткнення, руху, взаємодії, виведено співвідношення для обчислення числових показників дії сил. На основі моделей руху та взаємодії було модифіковано алгоритми числового інтегрування. У результаті модифікації було визнано недоцільним використання багатостадійних методів, оскільки у моделі фізичного рушія інтегрування виконується на кожному кроці, та відсутні вимоги щодо жорсткості, тому доцільніше використовувати одностадійні методи, трудомісткість обчислення яких на кроці набагато нижча, ніж у решти методів. Також було розроблено модель реєстрації та обробки пружних та непружних зіткнень.

Розробка програмного продукту проводилася для платформ веб (HTML5) та Nodejs мовою програмування Javascript стандарту ECMAScript [3] у середовищі розробки WebStorm [4]. Компіляція в один модуль зі зворотною сумісністю ранніх форматів виконувалася за допомогою статичного пакувальника модулів Webpack та компілятора Babel [5]. Стандарт ECMAScript на відміну від попередніх стандартів, підтримує класи, інкапсуляцію та наслідування [3], тому він добре підходить для реалізації об'єктно-орієнтованої системи. Комбінація Webpack та Babel поширена у веб-сфері через те, що вона

дозволяє зменшити розміри вихідних файлів та запустити проект на застарілих браузерях, використовуючи сучасні технології [6].

Об'єктно-орієнтована модель системи.

Проектування об'єктно-орієнтованої моделі системи виконувалося з використанням основних принципів об'єктно-орієнтованого програмування – наслідування, інкапсуляції та поліморфізму. Під час проектування були використані такі шаблони проектування, як «Стратегія», «Декоратор», «Компонувальник», «Адаптер», «Стан» та «Команда». Під час проектування було створено необхідний набір UML-діаграм та блок-схем для подальшої програмної реалізації розробленої системи. Також було обрано доцільну платформу для побудови фізичного рушія та інструменти для розробки

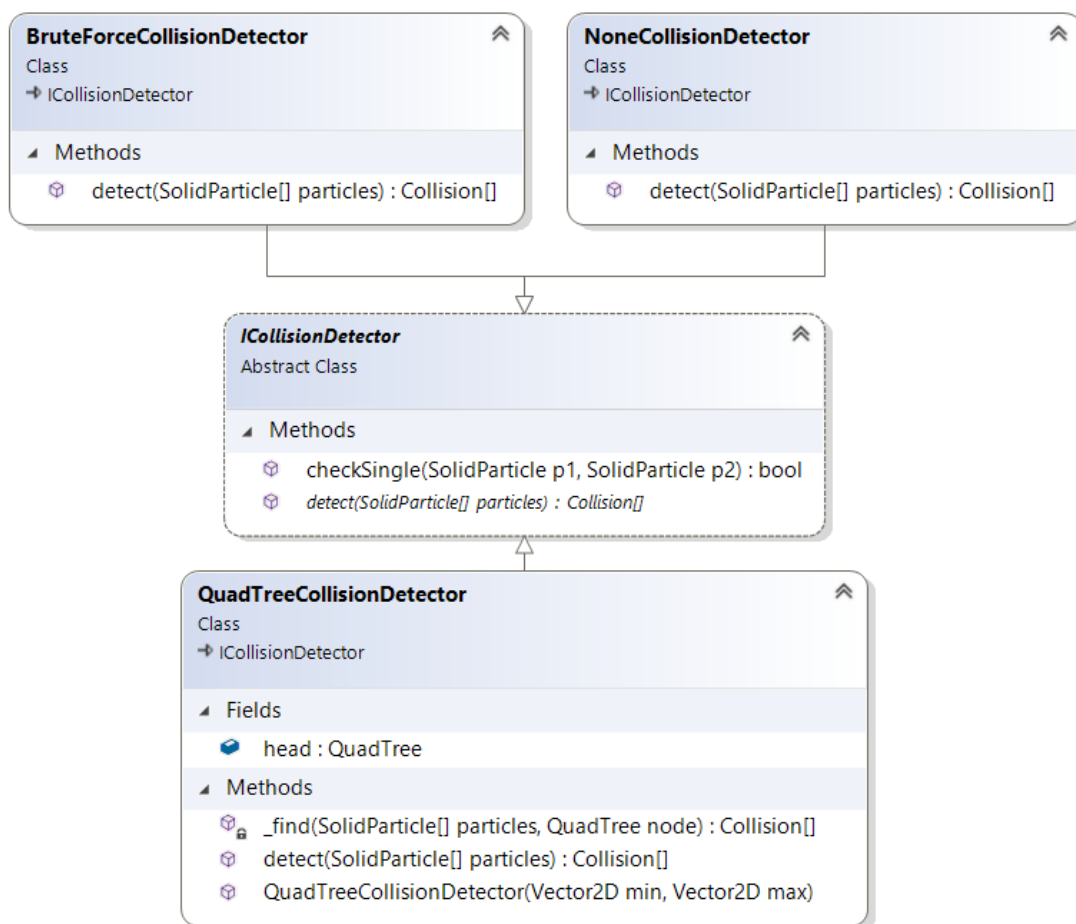


Рисунок 1 – UML-діаграма групи алгоритмів пошуку зіткнень

Основний діючий об'єкт системи – SolidParticle (тверда частка), містить наступні поля: *a* – прискорення, *v* – швидкість, *pos* – позиція, *r* – радіус, *m* – маса, *constraints* – обмеження, *forces* – сили. Методи, які притаманні цьому об'єкту, дозволяють виконати операції *destroy* – видалення частки із системи, *impulse* – обчислення вектору імпульсу тіла, *resetAcc* – обнуління прискорення.

Ще декілька класів, розроблених в моделі системи, орієнтовані на виконання векторних операцій (клас Vector2D), збереження даних про зіткнення та передачі цих даних у алгоритм обробки зіткнень (клас Collision). Алгоритми, що використовуються для пошуку зіткнень, є нащадками

абстрактного класу `ICollisionDetector` (рис. 1), який реалізовує метод перевірки на зіткнення між двома тілами (рис. 2). Нащадки повинні реалізувати метод `detect`, у якому використовується фільтрація пар, що завідомо не перебувають у зіткненні, та перевірити кандидатів на зіткнення.

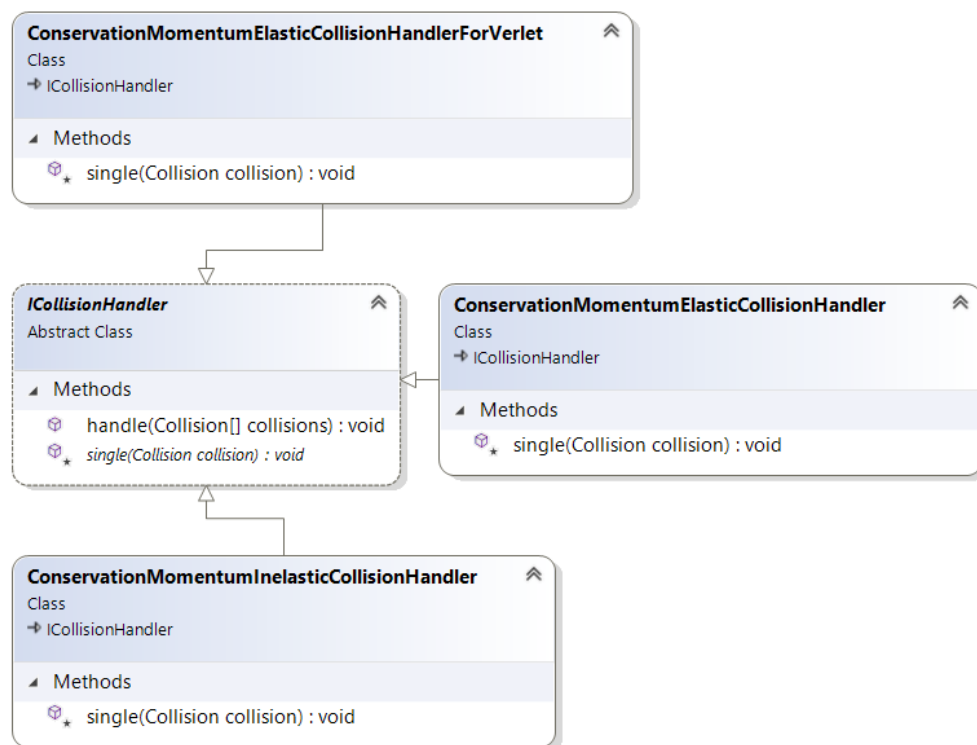


Рисунок 2 – UML-діаграма групи алгоритмів обробки зіткнень

### Тестування та аналіз результатів.

Для оцінки швидкості кожного алгоритму було використано всі можливі їх комбінації та проводилися заміри часу на кожному етапі обчислення динамічної взаємодії. Порівняння проводилося для алгоритмів, що використовувалися на одному етапі: інтегрування, пошук зіткнень та обробка зіткнень. Для алгоритмів силової взаємодії та обмежень вимірювався лише час виконання шляхом «вмикання-вимикання» сили чи обмеження. Головним фактором порівняння була кількість часток, які взаємодіяли.

Для тестування був розроблений статичний клас `Tester`. Забезпечення однакових початкових умов тестування відбувалося за допомогою генерації твердих часток на один етап тестування та подальшого копіювання всього набору для тестування різними алгоритмами. Для генерації використовувався метод класу `Tester`, в якому була можливість генерування випадкових позицій, мас і радіусів часток.

Для заміру часу було написано тестові процедури, які розраховували середній час виконання на крок обчислення для кожної групи алгоритмів: інтегрування, пошуку зіткнень, обробки зіткнень, силової взаємодії та розв'язування обмежень. Використовувався високоточний таймер модуля `performance`, який дозволяє вимірювати час з точністю до мікросекунди [7].

З діаграми залежності середнього часу виконання від кількості тіл (рис. 3) можна побачити, що час обробки зіткнень корелює з кількістю часток, але чіткої залежності немає. Це впливає з того факту, що кількість зіткнень є змінною величиною, та залежить від поведінки всієї системи твердих часток. Кореляція пояснюється тим, що при збільшенні кількості часток збільшується ймовірність їх зіткнення. Завеликий час виконання алгоритму без зіткнень пояснюється тим, що у абстрактному предку цього класу вже реалізована частина логіки обробки зіткнень.

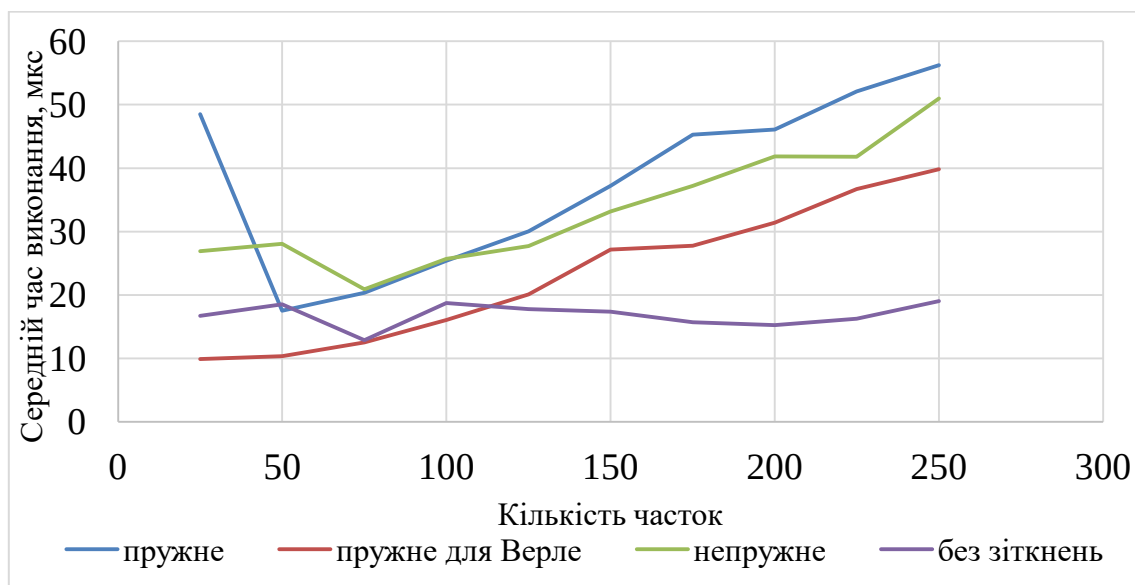


Рисунок 3 – Діаграма залежності середнього часу виконання від кількості тіл у системі алгоритмів обробки зіткнень

Серед усіх протестованих методів найбільший внесок у час виконання вносять алгоритми пошуку зіткнень та силової взаємодії, що мають квадратичну та логарифмічну складність:

Візуальна оцінка якості роботи алгоритмів.

Для візуальної оцінки був розроблений візуалізатор DrawEngine, що використовував можливості HTML5 Canvas [8]. На рис. 4-5 зображено кадри із відлагоджувальною інформацією, на основі якої було отримано оцінки візуальної реалістичності фізичної симуляції та видалені невдалі комбінації алгоритмів, при яких неможливо оцінити якість фізичного рушія.

На рис. 5 тверді частинки відображаються у вигляді синіх кіл, векторні об'єкти – червоних квадратів, комірки дерева квадрантів у вигляді зелених квадратів, зіткнення фарбує частинку у жовтий колір. Під час тестування швидкості виконання алгоритмів за допомогою візуалізатора робився кадр тисячного кроку.



Рисунок 4 – Початкова конфігурація з випадковими частинками

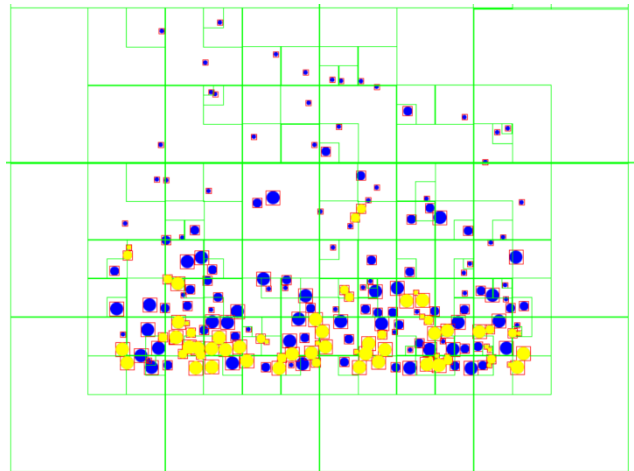


Рисунок 5 – Кадр візуалізатора із зневажувальною інформацією

Висновки. Розроблену програмну систему орієнтовано на використання в якості компоненти тренажеру для пришвидшення процесу симуляції. При розробці програмної системи було запропоновано математичну модель взаємодії твердих часток, реалізовано алгоритми зіткнення, руху, взаємодії, реєстрації та обробки пружних та непружних зіткнень. На основі моделей руху та взаємодії було модифіковано алгоритми чисельного інтегрування. У результаті модифікації визнано недоцільним використання багатостадійних методів, оскільки у моделі фізичного руху інтегрування виконується на кожному кроці, і відсутні вимоги до жорсткості. Програмну систему розроблено з використанням принципів об'єктно-орієнтованого програмування та шаблонів проектування. На основі розробленої програмної системи було проведено тестування усіх можливих комбінацій алгоритмів. Обрахована часова складність та визначено алгоритми, найпродуктивніші за часом обчислення. Проведено оцінювання візуальної реалістичності фізичної симуляції.

#### Список використаної літератури:

1. GameWorks PhysX Overview [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://developer.nvidia.com/gameworks-physx-overview> – Назва з екрану.
2. Шаши ІІІ. Основы пространственных баз данных / Шекхар Шаши, Чаула Санжей. — Москва: Кулиц-образ, 2014. — 336 с.
3. ECMAScript® Language Specification [Електронний ресурс]. – Режим доступу.: <https://www.ecma-international.org/ecma-262/6.0/> – Назва з екрану.
4. Concepts [Електронний ресурс]. – Режим доступу.: <https://webpack.js.org/concepts/> – Назва з екрану.
5. Babel is a JavaScript compiler. [Електронний ресурс]. – Режим доступу.: <https://babeljs.io/> – Назва з екрану.
6. GameWorks PhysX Overview [Електронний ресурс]. – Режим доступу.: <https://developer.nvidia.com/gameworks-physx-overview> – Назва з екрану.
7. Node.js v10.3.0 Documentation. Performance Timing API [Електронний ресурс]. – Режим доступу.: [https://nodejs.org/api/perf\\_hooks.html](https://nodejs.org/api/perf_hooks.html) – Назва з екрану.
8. Canvas API [Електронний ресурс]. – Режим доступу.: [https://developer.mozilla.org/uk/docs/Web/API/Canvas\\_API](https://developer.mozilla.org/uk/docs/Web/API/Canvas_API) – Назва з екрану.

<sup>1</sup>Дьомічев К.Е., канд. техн. наук, професор, <sup>2</sup>Стеблянко П.О., д.-р. фіз.-мат. наук, професор, <sup>3</sup>Петров О.Д., Ph.D., м.н.с.,

<sup>1</sup>Київський міжнародний університет, м. Київ, Україна,

<sup>2</sup>Університет митної справи та фінансів, м. Дніпро, Україна,

<sup>3</sup>Дніпровський національний університет ім. О.Гончара, м. Дніпро, Україна

## **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ ТІЛ ІЗ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СТРУКТУРНО НЕОДНОРІДНИХ МАТЕРІАЛІВ ПІД ДІЄЮ НЕСТАЦІОНАРНОГО НАВАНТАЖЕННЯ**

*Анотація.* В роботі розглянута проблема математичного моделювання поведінки тіл із функціональних структурно неоднорідних матеріалів під дією нестационарного навантаження. В загальному сформована основна задача нестационарної теорії термопластичності.

*Ключові слова:* математичне та комп'ютерне моделювання, функціонально-неоднорідні матеріали, геометрична не лінійність.

Сучасні деталі і елементи машинобудівних та інших конструкцій і пристроїв виготовляються з функціонально-неоднорідних матеріалів, які мають властивість пам'яті форми і ведуть себе псевдо-пружно-пластично. В процесі виготовлення вони можуть отримувати великі пластичні деформації, перебувати під впливом складного нестационарного силового і температурного навантаження. До складних процесів деформування може призводити і їх нерівномірний нагрів у поєднанні з силовими чинниками. Для моделювання поведінки таких елементів конструкцій потрібно визначати нестационарний термомеханічний стан не тільки на псевдо-пружній стадії деформування, а й за межею пружності. Існуючі чисельні методи розв'язання таких нестационарних задач призводять, як правило, до значних обчислювальних труднощів і не завжди бувають ефективні. Тому розробка методів розв'язання нестационарних задач термомеханіки для просторових тіл з пам'яттю форми та псевдо-пружно-пластичністю є актуальною задачею.

Основною задачею нестационарної теорії термо-пластичності є визначення швидкостей переміщень і компонент тензорів напруг і деформацій, що виникають в тривимірному тілі в процесі його навантаження та нагріву, коли деякі елементи тіла працюють за межею пружності матеріалу. Процес навантаження будемо розглядати таким, який змінюється в часі, що може викликати рух окремих частин тіла.

Спочатку ізотропне і однорідне тривимірне тіло  $V$ , обмежена поверхнею  $S$ , в початковий момент часу  $t = 0$  знаходиться в природному ненапруженому стані при температурі  $T_0(\theta_i)$ ,  $i = 1, 2, 3$ . Потім тіло піддається нагріву і навантаженню зовнішніми силами. Це можуть бути об'ємні сили, що впливають на кожен елемент тіла. Поверхневі сили, що діють на одній частині поверхні тіла. На другій частині поверхні тіла, яка може бути певним чином закріплена, задаються швидкості переміщень як функції координат і часу. Припустимо, що нагрів і навантаження тіла протікають так, що виникають деформації які

можуть суттєво впливати на зміну температури цього елемента. Будемо розглядати такі процеси навантаження і рівні температур, при яких реологічні властивості матеріалу не виявляються. Конфігурація тіла задається рівнянням поверхні, яка обмежує його. Крім цього, потрібно задати теплофізичні і механічні характеристики матеріалу тіла і умови його теплообміну з навколишнім середовищем.

Теплофізичні властивості матеріалу характеризуються коефіцієнтами теплопровідності і температуропровідності, які можуть залежати від температури. Умови теплообміну задаються у вигляді відповідних граничних умов, а механічні характеристики матеріалу при дослідженні процесів деформування по прямолінійних траєкторіях і траєкторія малої кривизни задаються у вигляді миттєвих діаграм розтягування зразків, отриманих при різних фіксованих температурах. Крім цього, задаються значення коефіцієнтів Пуассона  $\nu$  і лінійного теплового розширення.

Виходячи з перерахованих даних, необхідно визначити температуру, три складові вектора швидкості переміщень, шість компонент тензора напружень і шість компонент тензора деформацій. Отже, треба визначити шістнадцять невідомих функцій часу і трьох координат. Для цього необхідно скористатися рівняннями руху, геометричними і фізичними рівняннями, а також рівнянням теплопровідності. Температурне поле в довільній точці тіла при наявності в ньому джерел тепла і в разі обліку тепла, яке виділяється в процесі його деформування, визначається шляхом розв'язання рівняння теплопровідності при певних початкових і граничних умовах [2].

В даний час відомий цілий ряд моделей для опису термомеханічної поведінки сплавів з пам'яттю форми. Більшість з них будуються на підставі класичних уявлень, тобто ставлять собі за мету безпосереднє описати експериментальні дані, отримані на різних макрозразках при простому і складному навантаженні. Однак, як встановлено в експериментальних дослідженнях поведінка матеріалу в точці тіла в загальному випадку відрізняється від поведінки зразка в цілому.

Для моделювання поведінки таких матеріалів авторами запропонована математична та феноменологічна модель [1,3]. Отримані чисельні та експериментальні результати.

#### *Список використаної літератури:*

1. Steblyanko P. Phenomenological Model of Pseudo-Elastic-Plastic Material Under Nonstationary Combining Loading / P.Steblyanko, Y.Chernyakov, A.Petrov, V.Loboda // Structural Integrity, Volume 8, Theoretical, Applied and Experimental Mechanics, Springer Verlag, 2019.- P. 205-208.
2. Petrov A. Development of the method with enhanced accuracy for solving problems from the theory of thermo-pseudoeelastic-plasticity / A.Petrov, Yu.Chernyakov, P.Steblyanko, K.Demichev, V.Haydurov // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 4/7 (94). P. 25–33.
3. Демичев К.Э. Экспериментальное обоснование варианта модели поведения материала с памятью формы и псевдоупругостью / К.Э. Демичев, П.А.Стеблянко, Ю.А.Черняков // Моделювання та інформаційні технології : зб. наук. пр. Інституту проблем моделювання в енергетиці ім Г.С. Пухова НАН України, №80. –2017. – С. 81-87.

**Козбур Г.В., ст. викл., Козбур І.Р., ст. викл.**  
Тернопільський національний технічний університет ім.І.Пулюя,  
м. Тернопіль, Україна

## ВАЛІДАЦІЯ МОДЕЛІ УЗАГАЛЬНЕНОЇ КРИВОЇ ЗМІЦНЕННЯ ДЛЯ ВУГЛЕЦЕВИХ СТАЛЕЙ

*Анотація.* Зростання вимог до матеріаломісткості та надійності конструкцій з металевих матеріалів залишають актуальним питання удосконалення математичного апарату для комп'ютерного моделювання їх поведінки під навантаженням. В публікації перевіряється придатність нової моделі узагальненої кривої деформування для прогнозування ділянки великих пластичних деформацій конструкційних елементів з середньовуглецевих сталей.

*Ключові слова:* узагальнена крива деформування, металеві матеріали, зміцнення.

Розробка нових конструкційних матеріалів та зростання вимог до їх експлуатаційних властивостей та, з іншого боку, неможливість практичної реалізації в лабораторних умовах всіх видів напружено-деформованих станів спонукають до удосконалення існуючих теоретичних підходів. Опірність матеріалу пластичному деформуванню та руйнуванню визначають із найпростіших дослідів та будують криву в напруженнях та відносних видовженнях (деформаціях). За гіпотезою Людвіка можна побудувати таку узагальнену деформаційну криву, яка буде інваріантною щодо типу прикладеного навантаження. Класичним є введення «еквівалентних» напружень та деформацій. Згідно з таким підходом криву будують або в інтенсивностях напружень та деформацій ( $\sigma_i - \varepsilon_i$ ), або в максимальних дотичних напруженнях та кутових деформаціях ( $\tau_{\max} - \gamma_{\max}$ ), залежно від типу прикладеного навантаження. Проте обидва підходи показують деякі розбіжності з експериментом [1]. В роботі [2] було запропоновано описувати єдину криву деформування, усереднюючи напруження і деформації, обчислених згідно з класичними методиками.

Авторами в [3] запропоновано новий підхід до знаходження єдиної кривої деформування. Аналітична форма опису єдиної кривої в еквівалентних напруженнях  $\sigma_{екв}$  та еквівалентних деформаціях  $\varepsilon_{екв}$  запропонована у вигляді (1)-(2):

$$\sigma_{екв} = \frac{p}{2} \left[ \frac{|\sigma_1 - \sigma_2|^p + |\sigma_2 - \sigma_3|^p + |\sigma_1 - \sigma_3|^p}{2} \right]^{\frac{1}{p}}, \quad (1)$$

$$\varepsilon_{екв} = \frac{p}{2(p+1)} \left[ \frac{|\varepsilon_1 - \varepsilon_2|^p + |\varepsilon_2 - \varepsilon_3|^p + |\varepsilon_1 - \varepsilon_3|^p}{1/2} \right]^{\frac{1}{p}}. \quad (2)$$

При  $p=1$  отримуються формули для визначення найбільших дотичних напружень та кутових деформацій  $\tau_{\max} - \gamma_{\max}$ , при  $p=2$  – інтенсивності

напружень і деформацій. При  $1 < p < 2$  отримується низка кривих, що займають проміжне положення. Параметр  $p$  виступає як ваговий коефіцієнт, що відображає ступінь відхилення властивостей реального конструкційного матеріалу від ідеалізованого та підлягає визначенню.

З метою визначення параметра  $p$  за експериментальними даними, наведеними в [4], було розроблено комп'ютерну програму мовою програмування Python з використанням вбудованих бібліотек pandas, scipy, numpy, seaborn. З використанням даного програмного забезпечення побудовано діаграми деформування металевих пластичних матеріалів у координатах  $\tau_{\max} - \gamma_{\max}$  (при  $p=1$ ), в координатах  $\sigma_i - \varepsilon_i$  (при  $p=2$ ) та для проміжних значень  $p$  ( $1 < p < 2$ ). Розглядалась ділянка зміцнення деформаційної кривої для великих пластичних деформацій. Критерієм оптимальності  $p$  було найменше розсіювання експериментальних точок в системі еквівалентних координат  $\sigma_{\text{екв}} - \varepsilon_{\text{екв}}$ . Залежності коефіцієнта кореляції Пірсона від значень параметра  $p$  (а), середнього зваженого значення внутрішньо групових дисперсій, отриманих при розбитті інтервалу деформування на рівні проміжки від значення параметра  $p$  (б) та поля розсіювання експериментальних точок для середньовуглецевих сталей 0,37%С [4] та Сталі 45 [5] при різних значеннях  $p$  (в) показано на рис. 1. Ваговими коефіцієнтами слугували відношення кількості експериментальних точок з часткового інтервалу до загальної кількості експериментальних точок. На графіках середньозваженої внутрішньо групових дисперсій червоним кольором виділено точку, що відповідає максимальному значенню коефіцієнта кореляції Пірсона.

Графіки залежностей коефіцієнта кореляції Пірсона та одночасний дисперсний аналіз показали, що може існувати таке значення параметра  $p$ , при якому щільність прилягання експериментальних точок до єдиної узагальненої кривої є найвищою. Це підтверджує справедливність гіпотези Людвіка про існування єдиної кривої деформування щодо даного типу матеріалів. Максимальні значення параметра  $p$  та відповідні показники середнього зваженого значення внутрішньогрупових дисперсій наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні показники якості моделі

| Марка сталі              | Оптимальне значення $p$ | Середня зважена внутрішньогрупових дисперсій (значення, відповідне оптимальному $p$ ) | Максимальне значення коефіцієнта кореляції Пірсона |
|--------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Вуглецева сталь (0,37%С) | $p=1,48$                | 37,6                                                                                  | 0,96                                               |
| Сталь 45                 | $p=1,30$                | 10,3                                                                                  | 0,97                                               |

Розрахунки, проведені для конструкційних середньовуглецевих сталей, дві з яких показано в публікації, показали, що можна знайти таке розрахункове значення параметра  $p$ , при якому поле розсіювання дослідних даних,

отриманих при різних видах складного напруженого стану, буде найменшим. Для діаграм розсіювання, побудованих в координатах  $\sigma_{екв} - \varepsilon_{екв}$  при оптимальних значеннях параметра  $p$ , можна отримати рівняння регресії для єдиної кривої деформування з найкращими показниками якості. З допомогою узагальненої кривої можна спрогнозувати механічну поведінку зразків матеріалів при різних видах напруженого стану. Для знаходження параметра  $p$  та отримання аналітичного опису узагальненої кривої необхідно мати результати кількох найпростіших експериментів.

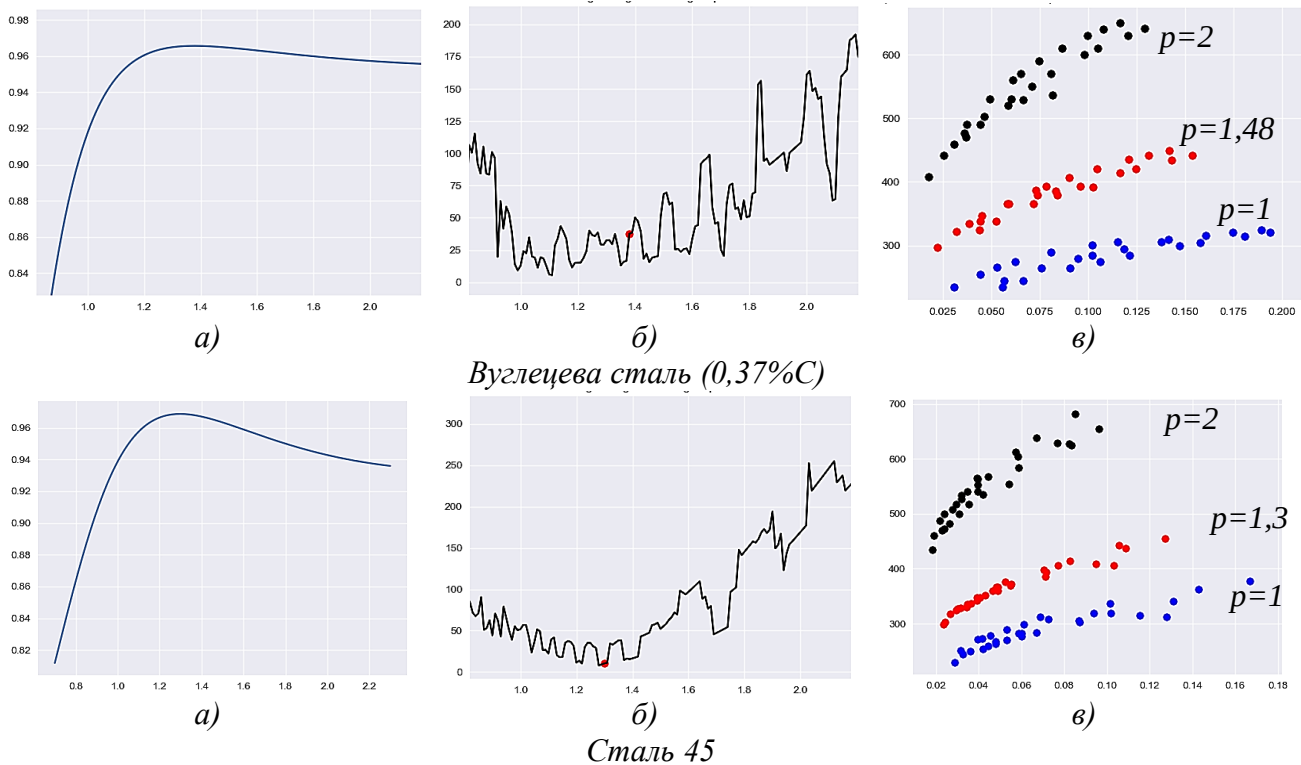


Рисунок 1 – а) залежність коефіцієнта кореляції Пірсона від значення параметра  $p$ ; б) залежність середньої зваженої для внутрішньо групових дисперсій від значення параметра  $p$ ; в) кореляційні поля розсіювання експериментальних точок, побудованих для різних значень  $p$  (по горизонталі відкладені залишкові пластичні деформації в долях цілого, по вертикалі – напруження в МПа).

#### Список використаної літератури:

1. Потапова Л.Б. П64 Механика материалов при сложном напряженном состоянии. Как прогнозируют предельные напряжения? / Л.Б. Потапова, В.П. Ярцев. – М.: «Издательство Машиностроение-1», 2005. – 244 с. Взято з <https://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2005/potapova.pdf>.
2. Zhu, X.-K., & Leis, B. N. (2006). Average shear stress yield criterion and its application to plastic collapse analysis of pipelines. *International Journal of Pressure Vessels and Piping*, 83(9), 663–671. doi:10.1016/j.ijpvp.2006.06.001
3. Шкодзінський, О. К., Козбур, Г. В., & Костишин, С. О. (2004). Методика узагальнення діаграми деформування ізотропних матеріалів для складного напруженого стану. *Вісник Тернопільського державного технічного університету*, 10(1), 25-30.
4. Писаренко Г.С., Лебедев А.А., Ломашевский В.П. Экспериментальное исследование закономерностей деформирования углеродистой стали в условиях сложного напряженного состояния при низких температурах // *Проблемы прочности*. 1968. - № 5. - С. 42-47.
5. Механические свойства конструкционных материалов при сложном напряженном состоянии: Под ред. А. А. Лебедева / К.: Изд. Дом «Ин Юре», 2003. – 540 с.

**Максимюк В. А.**, д-р фіз.-матем. наук, пров.н.с.,  
Інститут механіки ім. С.П.Тимошенка НАН України, м. Київ, Україна

## **ПРО ВПЛИВ НАВАНТАЖЕННЯ В ОБОЛОНКАХ НА ЗБІЖНІСТЬ В ЧИСЕЛЬНИХ МЕТОДАХ**

*Анотація. На числовому прикладі показано, що збіжність розрахунків може залежати від навантаження. Сформульовано два класи взаємно обернених методологічних задач щодо наявності чи відсутності явища замикання в чисельних методах теорії оболонок.*

*Ключові слова: замикання (locking), еліптичний циліндр, сферичний сегмент.*

Сіткові обчислювальні методи механіки оболонок [1] в лінійній постановці після дискретизації зводяться, як правило, до системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Очевидно, алгебраїчна сторона такого процесу була причиною усталеної думки, що збіжність чисельних методів визначається виключно обумовленістю сформованої матриці і не залежить від правих частин. Тобто збіжність залежить від геометрії та властивостей матеріалу оболонки, але не залежить від навантаження. Зазвичай це дійсно так. Проте сповільнення збіжності внаслідок відомого явища мембранного замикання (locking) може відбуватися ще й за певних особливостей деформування оболонок [1], які визначаються не тільки конструкцією оболонки, а і її навантаженням.

Найпростішим прикладом залежності збіжності чисельних розрахунків від навантаження є деформування циліндричної оболонки під внутрішнім тиском або під дією зосереджених діаметрально протилежних сил [2]. В першому випадку задача має простий аналітичний розв'язок і, звісно, не є проблемою для чисельних методів. У другому випадку задача внаслідок малих розтягів в порівнянні зі згинами може привести до мембранного замикання в класичних чисельних методах, через що вона стала популярною тестовою задачею. Але, очевидно через те, що в першому випадку задача є віссиметричною і розв'язується практично усно, а в другому випадку задача є двовимірною та й складною, то таке порівняння щодо збіжності не привертало увагу.

Очевидно вперше [3], вплив навантаження на збіжність було показано на прикладах задач однакової мірності про деформування довгої циліндричної оболонки еліптичного перерізу під дією в першому випадку внутрішнього тиску, а в другому під дією таких поверхневих сил, що викликають розтяги за відсутності згинів. В першому випадку для досягнення збіжності максимальних угинів до двох значущих цифр потрібно було чверть еліпса (з невеликим, на перший погляд, співвідношенням півосей, рівним 0,9) розбити на 2561 вузлових точок.

В другому випадку в оболонці має виникнути практично безмоментний напружено-деформований стан (НДС). Належні поверхневі сили можна легко знайти з рівнянь рівноваги, в яких задати відсутність дотичного переміщення та сталий, нехай рівний товщині, угин, тобто:

$$u = 0, w = h. \quad (1)$$

Очевидно, тоді компоненти навантаження змінюватимуться вздовж дуги еліпса, тобто залежатимуть від координати. За такого навантаження, яке викликає переміщення (1), для досягнення збіжності достатньо було всього 11 вузлових точок. Отже, розглянутий випадок має важливе методологічне значення.

Такий спосіб пошуку поверхневих сил, що викликають у оболонці наперед задане й бажане деформування з певним співвідношенням розтягів, згинів та зсувів, можна використати також для формулювання подібних задач методологічного характеру щодо інших видів, наприклад зсувного, замикання.

Вище було розглянуто циліндричну оболонку еліптичного перерізу, деформування якої зазвичай (сталий тиск) стає причиною замикання, а також методологічний прийом знаходження такого спеціального виду навантаження, за якого замикання не буде проявлятися. Логічним, можна сказати оберненим, продовженням розглянутої ситуації буде формулювання тестових задач на знаходження навантажень, які б, навпаки, викликали б замикання в чисельних методах розрахунку таких конструкцій, де замикання зазвичай не очікується.

Практичне значення матиме тестова задача на мембранне замикання в оболонках обертання двоякої кривини, в яких воно рідко проявляється завдяки, очевидно, притаманному їм самопідкріплювальному ефекту. В цьому випадку необхідно знайти такі поверхневі сили, які заздалегідь забезпечать перевагу згинів над розтягами.

Так, у розрахунках НДС у тонкій оболонці з отвором у вигляді сферичного сегмента за вісесиметричного деформування під дією сталого тиску мембранне замикання зазвичай не проявляється [1]. Але, якщо в оболонці виникли б переміщення

$$u = h \cos \varphi, w = -h \cos^2 \varphi / \sin \varphi, \quad (2)$$

записані в географічній системі координат, то колові деформації стануть нульовими за значних згинів. Тоді в розрахунках під дією поверхневих сил, які можна знайти з рівнянь рівноваги на основі (2), може виникнути замикання.

Також цікавою буде методологічна задача пошуку таких навантажень в тонкій оболонці, коли не проявиться зсувне замикання за застосування зсувних моделей в чисельному методі. Можна очікувати, що аналогічні обчислювальні ефекти щодо навантаження і збіжності, будуть спостерігатись в задачах механіки в тривимірній постановці за прояву об'ємного (volumetric, dilatational), товщинного (thickness, Poisson's thickness), трапеціодального (trapezoidal, curvature thickness) та інших типів замикання.

#### *Список використаної літератури*

1. Maksimyyuk V.A., Storozhuk E.A., Chernyshenko I.S. Using mesh-based methods to solve nonlinear problems of statics for thin shells // Int. Appl. Mech.–2009.– 45, N 1.–P. 32–56.
2. Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. Пластины и оболочки. – М.:Наука, 1966. – 636 с.
3. Максимюк В.А. Про причини явища замикання в чисельних методах теорії оболонок // Тези доп. 8-ї міжн. наук. конф. «Сучасні проблеми математичного моделювання, прогнозування та оптимізації». – Кам'янець-Подільський: КПНУ, 2018. – С. 68 – 69.

**Максимюк В. А.**, д-р фіз.-матем. наук, п.н.с., **Сторожук Є.А.**, д-р фіз.-матем. наук, п.н.с., **Сущенко Є.О.**, канд. техн. наук, с.н.с.,  
Інститут механіки ім. С.П.Тимошенка НАН України, м. Київ, Україна

## **ПРО ВЕРИФІКАЦІЮ ТЕНЗОМЕТРИЧНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ НА РЕЄСТРАТОРІ LMS SCADAS MOBILE**

*Анотація.* Наведено основні характеристики й можливості використання реєстратора LMS SCADAS Mobile. Описано проблеми верифікації експериментів на реєстраторі. Модернізовано наявний тарувальний столик для створення заданої деформації шляхом розтягу металевої смуги. Ефективність і достовірність процедури верифікації показано на узгоджених експериментальних й теоретичних даних.

*Ключові слова:* верифікація, деформація, експеримент, калібрування, тензорезистор, тензостанція.

Впродовж десятиліття в Інституті механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України у центрі колективного користування «Аналізатор динамічних процесів» [1] успішно використовується портативний 8-канальний реєстратор (рис.1) вібраційних, акустичних і тензосигналів LMS SCADAS Mobile (Бельгія) з програмним забезпеченням (ПЗ) LMS Test.Xpress.



*Рисунок 1 – Аналізатор LMS SCADAS Mobile*

Реєстратор комплектується двома змінними блоками, один з яких налаштований на різні мостові схеми тензовимірювання, а другий – на вимірювання заряду. Реєстратор дозволяє вимірювати, записувати й аналізувати квазістатичні та динамічні процеси за допомогою різного типу датчиків: тензорезисторів, акселерометрів, мікрофонів та ін. ПЗ дозволяє виконувати математичну обробку сигналів, включаючи спектральний аналіз, в режимі реального часу та перегляд і пост-обробку сигналів в режимі офф-лайн. З використанням реєстратора було виконано ряд експериментальних досліджень динамічних процесів деформування елементів конструкцій під дією ударних хвиль, які генеруються за допомогою діафрагменної ударної труби [2]. В гуманітарному аспекті на основі тензометричних досліджень часових та амплітудних характеристик виконання музичних творів на ударних інструментах було виявлено нові амплітудно-часові закономірності ритмів в

українській танцювальній народній музиці [3]. Реєстратор LMS SCADAS Mobile разом з програмним забезпеченням LMS Test.Xpress має влаштовану процедуру калібрування вимірювального моста з тензорезисторами. Проте для перевірки підсилювачів, перетворювачів та іншої електроніки реєстратора необхідне додаткове ПЗ, точні вимірювальні прилади та регламентована методика. Такі роботи може виконувати або постачальник приладу або користувач за наявності методики від метрологічної служби. З аналізу відгуків на продукцію фірми-виробника LMS International, що славилась високою надійністю, Інститут відмовився від додаткових недешевих послуг постачальника щодо поточної перевірки реєстратора. Впродовж десятилітньої експлуатації реєстратора верифікація експериментів ґрунтувалась на відтворюваності раніше отриманих даних. Наразі назріла потреба виконати комплексну верифікацію реєстратора в режимі тензостанції шляхом вимірювання заздалегідь відомих деформацій.

Зазвичай в тензометрії для створення заданих деформацій використовують: консольні балки змінного перерізу і рівного опору згину; двоопорні балки сталого перерізу і сталого моменту; стрижні сталого перерізу, що розтягуються [4]. Оскільки раніше в 70-х роках в Інституті був виготовлений тарувальний столик для калібрування пневмодатчиків переміщень [5], то для створення заданої деформації було вибрано спосіб розтягу смуги.

З метою верифікації тензометричних експериментів на реєстраторі LMS SCADAS Mobile було модернізовано наявний тарувальний столик. Це була достатньо масивна конструкція масою біля 13 кг. Столик мав нерухливу та рухливу платформи. Переміщення рухливої платформи здійснювалося двома мікрометричними гвинтами: «грубо» і «точно». Гвинт «грубо» за повний оберт переміщував рухливу платформу на 50 мкм, а гвинт «точно» – на 5 мкм.

Конструкцію тарувального столика було доповнено: оснасткою для закріплення і розтягу тонкої смуги, вимірювальною головкою з ціною поділки 1 мкм, платою з вимірювальним мостом. Для імітації заздалегідь відомої деформації стиску передбачено підключення до тензорезистора шунтів за допомогою герконів. Модернізована конструкція стала автономним мобільним пристроєм, що підключається до реєстратора.

Тонка смуга товщиною 0,25 мм та шириною 7 мм з дуралюмінію була закріплена між затискачами на відстані  $l = 160$  мм. На неї був наклеєний тензорезистор типу КФ 5П1–5–120–А–12 з базою 5 мм і опором 120 Ом. Після попереднього видовження смуги на 25 мкм вимірювальний міст балансувався. Поворотом гвинта смуга покроково розтягувалась на величину  $\Delta l = 100$  мкм на кожному кроці  $i$ . На четвертому кроці деформація досягала теоретичного значення  $\varepsilon_4 = 4\Delta l/l = 2500$  мкє ( $1 \text{ мкє} = 10^{-6}$ ).

На рис. 2 показана осцилограма деформування смуги за такого ступеневого розтягу з подальшим швидким розвантаженням нижче умовного нуля вимірювальної головки та виведенням на її нульову відмітку. Курсорами 1–6 позначені значення деформацій  $\varepsilon_i$ . Так,  $\varepsilon_2 = 1220$  мкє, а  $\varepsilon_4 = 2405$  мкє, що

на 2,4% та 3,8% відповідно менше від розрахункових значень. Повернення деформації після розвантаження ( $\varepsilon_6 = 23$  мкє) практично до нульового значення свідчить про відсутність проковзування смуги в затискачах. Експериментальні ж вимірювання імітованих шунтами деформацій відхилялися від заданих в межах 1%.

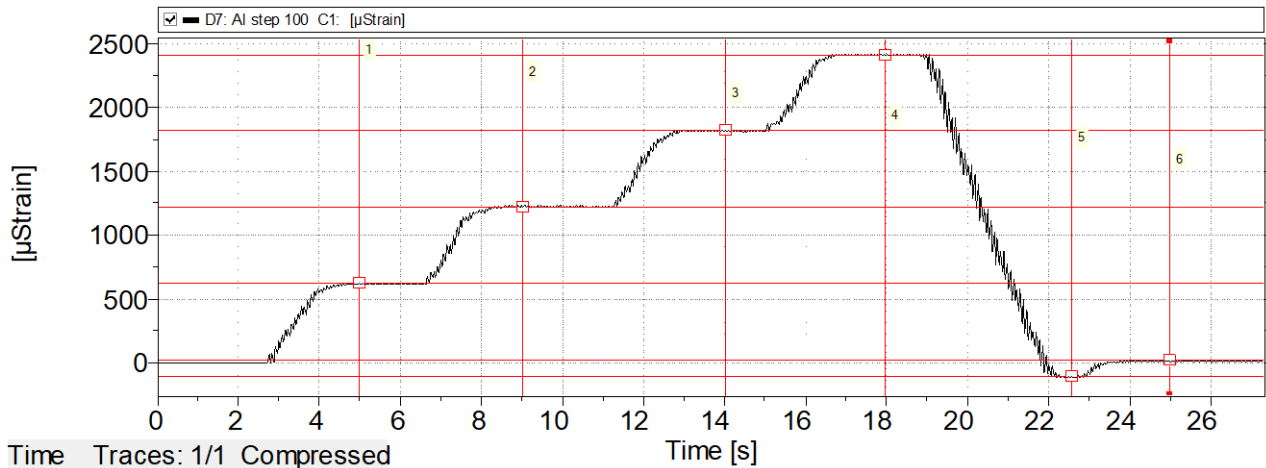


Рисунок 2 – Осцилограма деформування смуги

Наведені дані свідчать про працездатність модернізованого тарувального столика. Його можна використовувати для комплексної перевірки реєстратора та калібрування тензорезисторів. Модернізований тарувальний столик використовується у Центрі колективного користування «Аналізатор динамічних процесів» Інституту механіки ім. С.П.Тимошенка НАН України.

Наразі аналізатор впроваджується в підприємства автомобільної, авіаційної, суднобудівельної, атомної галузей. З досвіду вивчення й використання аналізатора й програмного забезпечення, які хоч і комплектуються детальною документацією, можна зробити висновок, що неможливо освоїти такі сучасні засоби тільки теоретично. Успішне оволодіння аналізатором й програмою можливе за безпосередньої участі в експериментальній роботі з приладом та під керівництвом досвідчених наставників. Центр колективного користування «Аналізатор динамічних процесів» може надати таку можливість бюджетним установам безоплатно.

#### Список використаної літератури

1. [www.inmech.kiev.ua/rus/center2.html](http://www.inmech.kiev.ua/rus/center2.html).
2. Anik'ev I.I., Maksimyyuk V.A., Mikhailova M.I., Sushchenko E.A. Incidence of a Shock-Wave on a Cantilever Plate Coupled with an Elastic Rod // Int. Appl. Mech. – 2013.–49, N 4.–Р. 482–487.
3. Анік'єв І.І., Максимюк В.А., Сущенко Є.О., Фетисов І.Б. Про вимірювання часових характеристик виконання музичних творів на ударних за допомогою аналізатора LMS SCADAS Mobile // Матеріали XVI Міжн. наук.-техн. конф. «Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об'єктів».–Вид-во: КрНУ, 2017. –С. 7–9.
4. Тензометрия в машиностроении: Справочное пособие / Под ред. Р.А. Макарова. – М: Машиностроение, 1975.–288 с.
5. Дадамухамедов Э.У, Дышель М.Ш., Чекин О.Н., Чернышенко И.С. Пневматические тензометры для измерения больших деформаций // Прикл. механика.–1978.–14, №4.–С. 79–84.

<sup>1</sup>Мейш В.Ф., доктор физ.-мат. н., проф., г.н.с.,<sup>2</sup>Мейш Ю.А., доктор техн. н., проф.<sup>1</sup>Институт механики им. С.П. Тимошенко НАН Украины, г. Киев, Украина<sup>2</sup>Национальный транспортный университет, г. Киев, Украина

## ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТЕОРИИ ДИСКРЕТНО ПОДКРЕПЛЕННЫХ ОБОЛОЧЕК ВРАЩЕНИЯ В НЕОРТОГОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ

*Аннотация.* В работе приведена постановка динамических задач подкрепленных оболочек вращения при распределенных нагрузках. Представлены уравнения колебаний подкрепленных оболочек вращения в неортогональной системе координат. Используется вариант теории оболочек и стержней С.П. Тимошенко.

*Ключевые слова:* оболочка вращения, теория оболочек и стержней С.П. Тимошенко, нестационарная нагрузка.

Рассматривается постановка задач динамического деформирования дискретно подкрепленных оболочек вращения при распределенных, внутренних, нестационарных нагрузках. Уравнения срединной поверхности оболочки задаются в параметрическом виде и определяют коэффициенты ее первой и второй квадратичной формы [1, 2]:

$$a_{ij} = \frac{\partial X}{\partial x^i} \frac{\partial X}{\partial x^j} + \frac{\partial Y}{\partial x^i} \frac{\partial Y}{\partial x^j} + \frac{\partial Z}{\partial x^i} \frac{\partial Z}{\partial x^j}, \quad (i, j = 1, 2); \quad (1)$$

$$b_{ij} = \frac{1}{\sqrt{g}} \left[ \left( \frac{\partial Y}{\partial x^i} \frac{\partial Z}{\partial x^j} - \frac{\partial Z}{\partial x^i} \frac{\partial Y}{\partial x^j} \right) \frac{\partial^2 X}{\partial x^i \partial x^j} + \right. \\ \left. + \left( \frac{\partial Z}{\partial x^i} \frac{\partial X}{\partial x^j} - \frac{\partial X}{\partial x^i} \frac{\partial Z}{\partial x^j} \right) \frac{\partial^2 Y}{\partial x^i \partial x^j} + \right. \\ \left. + \left( \frac{\partial X}{\partial x^i} \frac{\partial Y}{\partial x^j} - \frac{\partial Y}{\partial x^i} \frac{\partial X}{\partial x^j} \right) \frac{\partial^2 Z}{\partial x^i \partial x^j} \right],$$

где  $X, Y, Z$  – декартова система координат;  $x^1, x^2$  – координаты на срединной поверхности оболочки,  $g$  – фундаментальный определитель метрического тензора, определяющийся согласно формулы  $g = a_{11}a_{22} - a_{12}^2$ .

Для описания динамического поведения оболочек принимается линейный вариант уточненной теории тонких оболочек в рамках модели С.П. Тимошенко [1, 2]. Закон распределения перемещений по толщине оболочки принимается в виде

$$u_1^z = u_1(x^1, x^2, t) + z\varphi_1(x^1, x^2, t), \quad (2)$$

$$u_2^z = u_2(x^1, x^2, t) + z\varphi_2(x^1, x^2, t),$$

$$u_3^z = u_3(x^1, x^2, t);$$

$$u^{1z} = u^1(x^1, x^2, t) + z\varphi^1(x^1, x^2, t) \quad (3)$$

$$u^{2z} = u^2(x^1, x^2, t) + z\varphi^2(x^1, x^2, t).$$

У соотношениях (2), (3) величины с нижними индексами соответствуют ковариантным компонентам обобщенного вектора перемещений срединной поверхности оболочки  $\bar{U}_1 = (u_1, u_2, u_3, \varphi_1, \varphi_2)$ , а величины с верхними индексами – контрвариантным компонентам обобщенного вектора перемещений  $\bar{U}^1 = (u^1, u^2, u^3, \varphi^1, \varphi^2)$  [2].

Продольное  $i$ -ое ребро рассматривается как одномерная система, характеризующаяся линией центра тяжести поперечного сечения ребра. Уравнения линии центра тяжести поперечного сечения  $i$ -го продольного ребра в параметрическом виде задаются как частный случай соотношений для срединной поверхности оболочки при фиксированном значении переменной  $x^2$ . Для описания динамического поведения  $i$ -го продольного ребра принимается линейный вариант теории стержней в рамках модели С.П. Тимошенко [1]. То есть, линия центра тяжести поперечного сечения  $i$ -го ребра характеризуется двумя векторами:

$$\bar{U}_{1i} = (u_{1i}, u_{2i}, u_{3i}, \varphi_{1i}, \varphi_{2i}) \quad \text{и} \quad \bar{U}_i^1 = (u_i^1, u_i^2, u_i^3, \varphi_i^1, \varphi_i^2).$$

Поперечное  $j$ -ое ребро также рассматривается как одномерная система, характеризующаяся линией центра тяжести поперечного сечения ребра. Уравнения линии центра тяжести поперечного сечения  $j$ -го поперечного ребра в параметрическом виде задаются как частный случай соотношений для срединной поверхности оболочки при фиксированном значении переменной  $x^1$ . Для описания динамического поведения  $j$ -го поперечного ребра принимается линейный вариант теории стержней в рамках модели С.П. Тимошенко [1]. То есть, линия центра тяжести поперечного сечения  $j$ -го ребра характеризуется двумя векторами:

$$\bar{U}_{1j} = (u_{1j}, u_{2j}, u_{3j}, \varphi_{1j}, \varphi_{2j}) \quad \text{и} \quad \bar{U}_j^1 = (u_j^1, u_j^2, u_j^3, \varphi_j^1, \varphi_j^2).$$

В дальнейшем полагается, что ребра жестко соединены с оболочкой. При этом, условия контакта  $i$ -ое ребро – оболочка и  $j$ -ое ребро – оболочка принимаются согласно [1].

Для вывода уравнений колебаний оболочек вращения применяется вариационный принцип Гамильтона – Остроградского

$$\int_{t_1}^{t_2} (\delta K - \delta \Pi + \delta A) dt = 0, \quad (4)$$

$$\Pi = \Pi_0 + \sum_{i=1}^I \Pi_i + \sum_{j=1}^J \Pi_j,$$

$$K = K_0 + \sum_{i=1}^I K_i + \sum_{j=1}^J K_j,$$

где  $\Pi_0, \Pi_i, \Pi_j$  – потенциальная энергия гладкой оболочки  $i$ -го и  $j$ -го ребер;

$K_0, K_i, K_j$  – соответствующие кинетические энергии;  $A$  – работа внешних сил.

Выражения для величин потенциальной и кинетической энергий задаются формулами

$$\begin{aligned} \Pi_0 &= \frac{1}{2} \iint_{\sigma} (T^{11} \varepsilon_{11} + T^{22} \varepsilon_{22} + 2T^{12} \varepsilon_{12} + \\ &+ 2T^{13} \varepsilon_{13} + 2T^{23} \varepsilon_{23} + M^{11} \kappa_{11} + M^{22} \kappa_{22} + 2M^{12} \kappa_{12}) d\Omega, \\ \Pi_i &= \frac{1}{2} \int_{L_i} (T_i^{11} \varepsilon_{11i} + T_i^{12} \varepsilon_{12i} + T_i^{13} \varepsilon_{13i} + M_i^{11} \kappa_{11i} + M_i^{12} \kappa_{12i}) dL_i, \\ \Pi_j &= \frac{1}{2} \int_{L_j} (T_j^{22} \varepsilon_{22j} + T_j^{21} \varepsilon_{21j} + T_j^{13} \varepsilon_{13j} + M_j^{22} \kappa_{22j} + M_j^{21} \kappa_{21j}) dL_j, \\ K &= \frac{\rho h}{2} \iint_{\Omega} \left( \frac{\partial u_1}{\partial t} \frac{\partial u^1}{\partial t} + \frac{\partial u_2}{\partial t} \frac{\partial u^2}{\partial t} + \frac{\partial u_3}{\partial t} \frac{\partial u^3}{\partial t} + \frac{h^2}{12} \frac{\partial \varphi_1}{\partial t} \frac{\partial \varphi^1}{\partial t} + \frac{h^2}{12} \frac{\partial \varphi_2}{\partial t} \frac{\partial \varphi^2}{\partial t} \right) d\Omega, \\ K_i &= \frac{\rho_i}{2} \int_{L_i} \left[ F_i \left( \frac{\partial u_{1i}}{\partial t} \frac{\partial u^i_1}{\partial t} + \frac{\partial u_{2i}}{\partial t} \frac{\partial u^i_2}{\partial t} + \frac{\partial u_{3i}}{\partial t} \frac{\partial u^i_3}{\partial t} \right) + \right. \\ &\quad \left. + I_{1i} \frac{\partial \varphi_{1i}}{\partial t} \frac{\partial \varphi^1_i}{\partial t} + I_{2i} \frac{\partial \varphi_{2i}}{\partial t} \frac{\partial \varphi^2_i}{\partial t} \right] dL_i, \\ K_j &= \frac{\rho_j}{2} \int_{L_j} \left[ F_j \left( \frac{\partial u_{1j}}{\partial t} \frac{\partial u^j_1}{\partial t} + \frac{\partial u_{2j}}{\partial t} \frac{\partial u^j_2}{\partial t} + \frac{\partial u_{3j}}{\partial t} \frac{\partial u^j_3}{\partial t} \right) + \right. \\ &\quad \left. + I_{1j} \frac{\partial \varphi_{1j}}{\partial t} \frac{\partial \varphi^1_j}{\partial t} + I_{2j} \frac{\partial \varphi_{2j}}{\partial t} \frac{\partial \varphi^2_j}{\partial t} \right] dL_j, \\ d\Omega &= \sqrt{g} dx^1 dx^2, \quad dL_i = a_{1i} dx^1, \quad dL_j = a_{22j} dx^2. \end{aligned}$$

После стандартных преобразований в функционале (4) получим три группы уравнений колебаний исходной неоднородной конструкции в общем виде:

– уравнения колебаний собственно гладкой оболочки

$$\begin{aligned} \rho h \frac{\partial^2 u^i}{\partial t^2} &= \nabla_i T^{ij} - b_i^j T^{i3} + P^i, \quad (i, j = 1, 2); \\ \rho h \frac{\partial^2 u_3}{\partial t^2} &= \nabla_i T^{i3} + b_{ij} T^{ij} + P_3; \quad \rho I \frac{\partial^2 \varphi^i}{\partial t^2} = \nabla_i M^{ij} - T^{i3} + m^i \end{aligned} \quad (5)$$

– уравнения колебаний  $i$ -го подкрепляющего ребра

$$\begin{aligned} \frac{\partial T_i^{1j}}{\partial x^1} + [T^{2j}]_i &= \rho_i F_i \frac{\partial^2 u_i^j}{\partial t^2}, \quad (j = \overline{1, 3}), \\ \frac{\partial M_i^{1j}}{\partial x^1} + [M^{2j}]_i - T_i^{13} \delta_{1j} &= \rho_i I_i \frac{\partial^2 \varphi_i^j}{\partial t^2}; \quad (j = 1, 2) \end{aligned} \quad (6)$$

– уравнения колебаний  $j$ -го подкрепляющего ребра

$$\frac{\partial T_j^{2i}}{\partial x^2} + [T^{2i}]_j = \rho_j F_j \frac{\partial^2 u_j^i}{\partial t^2}, \quad (i=1,2), \quad (7)$$

$$\frac{\partial T_j^{23}}{\partial x^2} - [b_{23} T^{22}]_j = \rho_j F_j \frac{\partial^2 u_j^3}{\partial t^2},$$

$$\frac{\partial M_j^{2i}}{\partial x^2} + [M^{2i}]_j - T_j^{23} \delta_{2i} = \rho_j I_j \frac{\partial^2 \varphi_j^i}{\partial t^2}, \quad (i=1, 2).$$

В формулах (5) - (7) индексами 1, 2 обозначены переменные по координатам  $x^1, x^2$ :  $u^1, u^2, u_3, \varphi^1, \varphi^2$  – контрвариантные компоненты обобщенного вектора перемещений срединной поверхности оболочки;  $T^{ij}, T^{i3}, M^{ij}$  – контрвариантные компоненты тензоров усилий и моментов;  $P^i, P_3, m^i$  – компоненты усилий на поверхности оболочки;  $\nabla_i$  – контрвариантная производная;  $\rho$  – плотность материала оболочки;  $h$  – толщина оболочки;  $I = h^3/12$ ;  $\delta_{ij}$  – символ Кронекера.

В формулах (5) - (7)  $u_i^1, u_i^2, u_i^3, \varphi_i^1, \varphi_i^2, u_j^1, u_j^2, u_j^3, \varphi_j^1, \varphi_j^2$  – контравариантные компоненты обобщенных векторов перемещений линии центра тяжести поперечного сечения  $i$ -го и  $j$ -го ребер;  $T_i^{1j}, M_i^{1j}, T_j^{1i}, M_j^{1i}$  – контравариантные компоненты тензоров усилий – моментов для ребер;  $\rho_i, \rho_j$  – плотности материалов ребер;  $F_i, I_i, F_j, I_j$  – соответствующие геометрические параметры. В формулах (5) - (7) обозначения типа  $[T^{2j}]_i, [M^{2j}]_i$  соответствуют суммарному действию величин усилий – моментов гладкой оболочки на  $i$ -й и  $j$ -й дискретные элементы.

#### Список используемой литературы

1. Гуляев В.Н., Баженов В.А., Гоцуляк Е.А. Устойчивость нелинейных механических систем. – Львов: Вища школа, 1982. – 255 с.
2. Кильчевский Н.А. Основы тензорного исчисления с приложениями в механике. – К.: «Наук. думка», 1972. – 148 с.
3. Головкин К.Г., Луговой П.З., Мейш В.Ф. Динамика неоднородных оболочек при нестационарных нагрузках / под ред. Акад. НАН Украины А.Н. Гузя. – К.: Изд. – полиграф. центр «Киевский ун-т», 2012. – 541 с.
4. Теория оболочек с учетом поперечного сдвига / под. ред. К.З. Галимова. – Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1977. – 212 с.

**Назарова І. А.**, канд. техн. наук, доц., доцент кафедри ПМІ,  
**Костін В. І.**, ст. викладач кафедри ПМІ  
 ДВНЗ «ДонНТУ», м. Покровськ, Україна

## ПАРАЛЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЖОРСТКИХ ЗАДАЧ КОШІ НА ОСНОВІ НЕЯВНИХ СХЕМ

*Анотація.* Стаття містить результати досліджень, що направлені на підвищення ефективності паралельних обчислень при моделюванні складних динамічних об'єктів із зосередженими параметрами, що описуються жорсткими задачами Коші

*Ключові слова:* моделювання, жорсткі задачі Коші, паралельні методи, неявні схеми, багатостадійні та блокові методи, прискорення, ефективність.

Сучасний період у моделюванні реальних технічних, економічних та інших складних динамічних процесів, що описуються багатовимірними задачами Коші, характеризується широким застосуванням паралельної високопродуктивної обчислювальної техніки. З іншого боку, багато цікавих начальних задач або відповідних їм систем звичайних диференціальних рівнянь (СЗДР), володіють тим чи іншим ступенем жорсткості. Як показала практика, стандартні явні методи інтегрування не є придатними для вирішення таких систем, тому можливість та ефективність застосування багатостадійних та блокових неявних чисельних схем і обумовлює інтерес до теми дослідження. Таким чином, метою даного дослідження є розробка та аналіз якості паралельних чисельних методів розв'язання жорстких задач Коші або задач із особливостями [1-2].

У даній роботі проведена розробка та порівняння паралельних чисельних методів розв'язання жорстких систем звичайних диференціальних рівнянь: на базі повністю неявних методів типу Рунге-Кути (ПНМРК) та блокових/багатоточкових методів однакових порядків точності. Порівняння виконано на основі рішення тестових завдань, для оцінки роботи методів обраний набір тестів, що володіють різним ступенем жорсткості [3].

Нехай розв'язується  $m$  –мірна задача Коші для СЗДР:

$$\frac{d\bar{y}(x)}{dx} = F(x, \bar{y}(x)), \bar{y}(x_0) = \bar{y}_0, y: R \rightarrow R^m, F: R \times R^m \rightarrow R^m. \quad (1)$$

Рівняння однокрокових блокових різницевого методу у вживанні до ЗДР для блоку з  $k$  точок можуть бути записані таким чином:

$$\bar{y}_{n,i} = \bar{y}_{n,0} + ih \cdot [b_i F_{n,0} + \sum_{j=1}^k a_{ij} F_{n,j}]; i = \overline{1, k}; n = \overline{1, N}, \quad (2)$$

$h$  – крок інтегрування,  $k$  – кількість точок блоку,  $N$  – кількість блоків в сітці інтегрування,  $i$  – номер точки в блоці,  $n$  – номер блоку,  $\bar{y}_{n,i}$  – є наближене значення розв'язку задачі Коші в  $i$ -тій точці  $n$ -того блоку:  $x_{n,i}$ ,  $a_{ij}$ ,  $b_i$  – унікальні коефіцієнти блокового методу. Розкладом в ряд Тейлора функцій, що входять у нев'язку можна показати, що однокроковий  $k$ -точковий блоковий метод має найбільший порядок апроксимації, рівний  $k + 1$ , отже, локальна похибка у вузлах блоку має порядок  $O(h^{k+2})$  [1-4].

Блокові паралельні методи відносяться до класу неявних, тому для обчислення наближеного розв'язку задачі Коші необхідно вирішити систему алгебраїчних, у загальному випадку нелінійних, рівнянь (СНАР).

Одним із засобів одержання розв'язку є метод простої функціональної ітерації:

$$\begin{cases} \bar{y}_{n,i,o} = \bar{y}_{n,o} + ihF_{n,o}, i = \overline{1, k}, n = \overline{1, N}, \\ \bar{y}_{n,i,l+1} = \bar{y}_{n,o} + ih(b_i F_{n,o} + \sum_{j=1}^k a_{ij} F_{n,j,l}), l = \overline{0, L-1}, \end{cases} \quad (3)$$

де  $l$  – номер поточної ітерації,  $L$  – максимальне число ненульових ітерацій.

Чисельне розв'язання систем звичайних диференціальних рівнянь повністю неявним  $s$ -стадійним методом типа Рунге-Кутти (ПНМРК) можна отримати послідовно по кроках за допомогою наступної обчислювальної схеми:

$$\begin{cases} \bar{y}_{n+1} = \bar{y}_n + h \sum_{i=1}^s \hat{b}_i \bar{k}_i, \\ \bar{k}_i = F[x_n + c_i h, \bar{y}_n + h \sum_{j=1}^s \hat{a}_{ij} \bar{k}_j], i = \overline{1, s}, \end{cases} \quad (4)$$

де  $s$ -розмірні вектори  $c = (c_1, \dots, c_s)^T$ ,  $\hat{b} = (\hat{b}_1, \dots, \hat{b}_s)^T$  та повністю заповнена матриця  $\hat{A} = \|\hat{a}_{ij}\|, i, j = \overline{1, s}$  описують унікальний варіант методу й вибираються з міркувань точності. При знаходженні розв'язку СЗДР із використанням повністю неявних методів  $ms$  невідомих стадійних коефіцієнтів можуть бути отримані на основі наступної ітераційної схеми:

$$\begin{cases} \bar{k}_{i,o} = F[x_n + c_i h, \bar{y}_n], i = \overline{1, s} \\ \bar{k}_{i,l+1} = F\left[x_n + c_i h, \bar{y}_n + h \sum_{j=1}^s \hat{a}_{ij} \bar{k}_{j,l}\right], l = \overline{1, \hat{L}}, \end{cases}$$

де  $l$  – номер поточної ітерації,  $\hat{L}$  – максимальне число ненульових ітерацій.

Розробка та детальний аналіз ефективності паралельних алгоритмів на базі блокових неявних схем та ПНМРК наведено в роботах авторів [4-5]. Для оцінки якості паралельного виконання використовувалися стандартні динамічні характеристики, як то прискорення та ефективність, оцінка міжпроцесорного зв'язку проводилася на базі моделі Хокні [4-5].

Проведемо порівняння двох класів неявних методів при послідовній і паралельній реалізаціях на основі найбільш ефективного способу оцінки локальної похибки, а, саме, вкладених форм. Основними параметрами, що характеризують ПНМРК, є порядок методу:  $r$  і число стадій:  $s$ , причому ці величини є взаємопов'язаними. Крім того, при вирішенні систем нелінійних алгебраїчних рівнянь (СНАР) для визначення стадійних коефіцієнтів з'являється такий параметр, як необхідна кількість ітерацій:  $L$ . Відповідно, обчислювальна складність блокових методів, в свою чергу, залежить від порядку методу, числа точок в блоці  $k$  і також числа ітерацій для отримання рішення СНАР необхідної точності:  $\hat{L}$ .

Для того, щоб порівняння чисельних методів на базі неявних однокрокових схем було коректним, необхідно:

- а) забезпечити один і той же порядок точності,  $r$ ;
- б) отримати рішення в однаковому числі нових точок,  $k$ ;

в) породжувані ітераційні процеси повинні реалізовувати граничне число ітерацій, передбачене кожним з розглянутих методів:  $L = 2s$  і  $\hat{L} = k$ .

Для широко застосовуваних ПНМРК за теоремою Батчера число стадій пов'язано з порядком методу одним з наступних співвідношень [4]: метод Гауса  $r = 2s$ ; методи Радо  $r = 2s - 1$ ; методи Лобатто  $r = 2s - 2$ . Візьмемо співвідношення Гауса  $r = 2s$ , тим самим навмисно вибираючи кращий варіант для ПНМРК. У той же час для блокових однокрокових методів порядок може бути визначений через число точок одного блоку: Гауса  $r = k + 1$ . Тоді, число стадій ПНМРК і число точок в блоці многоточечного методу пов'язані наступним співвідношенням: Гауса  $k = 2s - 1$ . Використовуючи отримані співвідношення, наведемо все тимчасові характеристики до одного параметру, нехай це буде число стадій  $s$ . Зауважимо, що серед множини неявних методів по типу Рунге-Кутти для порівняння обрано саме повністю неявні методи, оскільки вони володіють ідентичними характеристиками стійкості, що й блокові однокрокові методи, а також за рахунок оптимального співвідношення між порядком і числом стадій методів.

Проведемо аналіз динамічних характеристики послідовних та паралельних алгоритмів розглянутих методів на основі аналітики та експериментальних даних (рис. 1-2). При домінуванні в обчисленнях часу звернення до правої частини ЗДР над флопом:  $T_F \gg t_{op}$  обсяг обчислень для ПНМРК в  $s$  раз більше, ніж для блокових методів для однопроцесорного варіанту:  $\frac{T_1^{ПНМРК}}{T_1^{БМ}} \approx s$ , і аналогічно, для паралельного виконання алгоритмів маємо:  $\frac{T_p^{ПНМРК}}{T_p^{БМ}} \approx 2s$ .

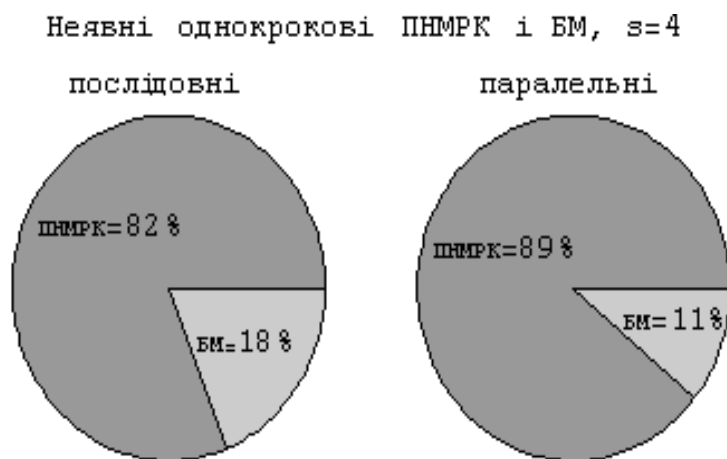


Рисунок 1 — Співвідношення часу виконання  $s$ -стадійних ПНМРК і  $k$ -точкових блокових вкладених однокрокових методів

Для тривіальної правої частини виходить аналогічний результат, послідовна і паралельна реалізації обчислення рішення в нових точках сітки інтегрування вимагають більших накладних витрат для неявних методів Рунге-Кутти у порівнянні з блоковими методами. Зауважимо, що для паралельних алгоритмів ця різниця збільшується майже в 2 рази, що підтверджується проведеним експериментом на тестових завданнях.

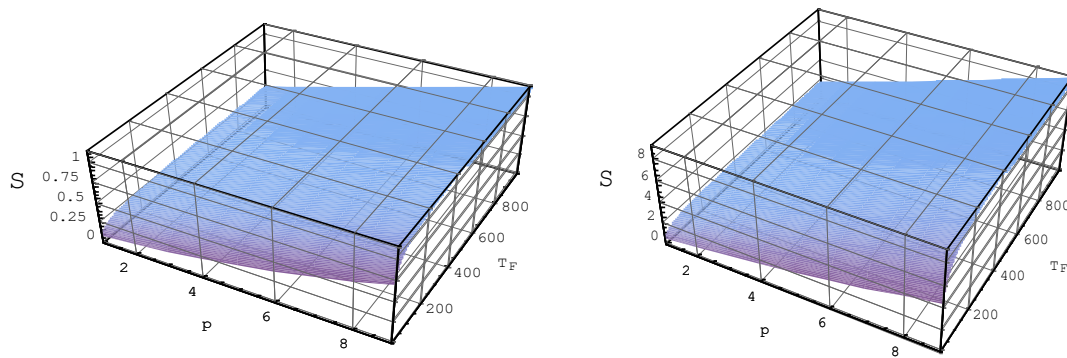


Рисунок 2 – Графіки залежності прискорення  $S$  паралельних  $s$ -стадійних ПНМРК і  $k$ -точкових блокових вкладених однокрокових методів від числа процесорів,  $p$  та складності правої частини,  $T_F$

На основі теоретичного аналізу виконання та аналогічних емпіричних досліджень можна зробити висновок, що для будь-яких засобів оцінки локальної похибки блокові багатоточкові однокрокові методи є найбільш ефективними з точки зору обчислювальних витрат у порівнянні з повністю неявними методами Рунге-Кутти того ж порядку точності

Таким чином, в даній роботі наведено результати дослідження ефективності застосування неявних чисельних схем для моделювання жорстких задач Коші великої розмірності. Проведено порівняльний аналіз ефективності неявних однокрокових методів на основі блокових  $k$ -точкових методів і  $s$ -стадійних ПНМРК одного і того ж порядку точності для послідовної і паралельної реалізацій. Встановлено, що динамічні характеристики якості блокових багатоточкових методів перевершують відповідні характеристики багатостадійних однокрокових методів практично в  $s$  раз для послідовної і в  $2s$  раз для паралельної реалізацій. Досліджена ефективність отриманих обчислювальних схем відображення паралельних алгоритмів на структури ОС залежно від розмірності СЗДР, кількості процесорів, типу паралельної ОС (SIMD, MIMD і кластерні системи), латентності і часу передачі даних в мережах різних топологій.

Перспективним напрямом досліджень може бути розв'язання задач балансування навантаження та оцінки масштабованості даних методів при відображенні їх на паралельні архітектури з розподіленою пам'яттю.

#### Список використаної літератури

1. Хайрер Э., Нёрсетт С., Ваннер Г. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Нежесткие задачи: Пер. с англ. – Мир, 1990. – 512с.
2. Хайрер Э., Ваннер Г. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Жесткие и дифференциально-алгебраические задачи. – Мир, 1999. – 685с.
3. Арушунян О.Б., Залеткин С.Ф., Калиткин Н.Н. Тесты для вычислительного практикума по обыкновенным дифференциальным уравнениям // Вычислительные методы и программирование, 2002, т.3, С.11-19.
4. Фельдман Л.П., Назарова И.А. Современные параллельные методы численного решения задачи Коши. – Донецк: ГВУЗ «ДонНТУ», 2013. – 206с.
5. Паралельні однокрокові методи чисельного розв'язання задачі Коші: монографія / Л.П. Фельдман, І.А. Назарова. – Донецьк: «ДВНЗ» ДонНТУ, 2011. – 185 с.: іл.

**Сторожук Є.А.**, д-р фіз.-матем. наук, п.н.с.,  
Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України, м. Київ, Україна

## ДО АНАЛІТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЦИЛІНДРИЧНОГО ЗГИНУ ГНУЧКОЇ ПЛАСТИНИ З ВРАХУВАННЯМ ДЕФОРМАЦІЙ ПОПЕРЕЧНОГО ЗСУВУ

*Анотація.* Дано постановку та отримано точний розв'язок геометрично нелінійної задачі для податливої на поперечний зсув довгої прямокутної пластини при дії статичного навантаження. Основні рівняння записані згідно геометрично нелінійної теорії пластин в квадратичному наближенні, гіпотези Тимошенка і закону Гука. Конкретні результати наведені для пластини з шарнірно закріпленими довгими краями і навантаженої рівномірним тиском.

*Ключові слова:* довга прямокутна пластина, геометрична нелінійність, поперечний зсув, точний розв'язок.

Тонкі пластини, виготовлені з металевих і композитних матеріалів, знаходять широке застосування в сучасній інженерній практиці як елементи машин і приладів. При значних рівнях діючих навантажень в тонкостінних композитних елементах конструкцій виникають деформації поперечного зсуву і великі (скінченні) прогини. Особливий інтерес представляє одержання аналітичних (точних) розв'язків крайових задач для пластин даного класу в геометрично нелінійній постановці. Зауважимо, що точний розв'язок задачі про нелінійне деформування довгої прямокутної пластини отримано лише у випадку моделі Кірхгофа–Лява [1, 2].

**Постановка задачі.** Розглянемо нескінченно довгу прямокутну пластину постійної товщини  $h$  і ширини  $2b$ , виготовлену з трансверсально-ізотропного матеріалу і навантаженої рівномірним нормальним тиском  $q$ . Серединну площину пластини віднесемо до декартової системи координат  $(x, y)$ , вісь  $x$  якої паралельна повздовжнім (довгим) краям пластини. Деформації і напруження в кожному перерізі, перпендикулярному до осі  $x$ , будуть однаковими, а всі шукані величини будуть залежати тільки від змінної  $y$  ( $-b \leq y \leq b$ ).

Вихідними при дослідженні напружено-деформованого стану (НДС) даного класу гнучких пластин є рівняння геометрично нелінійної теорії пластин в квадратичному наближенні, яка базується на гіпотезі прямої лінії (враховуються деформації поперечного зсуву). В цьому випадку для геометричних співвідношень маємо вирази [3]:

$$\varepsilon = \frac{du}{dy} + \frac{1}{2} \left( \frac{dw}{dy} \right)^2; \quad \gamma = \vartheta + \frac{dw}{dy}; \quad \mu = \frac{d\vartheta}{dy}, \quad (1)$$

де  $\varepsilon, \gamma, \mu$  – компоненти деформації пластини;  $u, w$  – тангенціальне переміщення і прогин точок серединної площини пластини;  $\vartheta$  – кут повороту нормалі.

Зв'язок внутрішніх зусиль і моменту з компонентами деформації пластини записуємо відповідно до закону Гука у вигляді:

$$\begin{aligned} N &= D_N \varepsilon; \quad D_N = \frac{Eh}{1-\nu^2}; \quad Q = D_Q \gamma; \quad D_Q = kG_{yz}h; \\ M &= D_M \mu; \quad D_M = D_N h^2 / 12. \end{aligned} \quad (2)$$

У співвідношеннях (2) позначено:  $N, Q$  – тангенціальне і перерізувальне зусилля;  $M$  – згинний момент;  $D_N, D_M, D_Q$  – жорсткісні характеристики пластини;  $E, \nu$  – модуль пружності та коефіцієнт Пуассона матеріалу пластини в площині ізотропії;  $G_{yz}$  – модуль зсуву в площині перерізу  $(y, z)$ ;  $k$  – коефіцієнт, який залежить від характеру розподілу зсуву по товщині і способу визначення середнього значення зсуву.

Рівняння рівноваги мають такий вигляд:

$$\frac{dN}{dy} = 0; \quad \frac{dQ^*}{dy} + q = 0; \quad \frac{dM}{dy} - Q = 0, \quad (3)$$

де  $Q^* = Q + N \frac{dw}{dy}$ .

При розв'язанні конкретних крайових задач до системи рівнянь (1) – (3) потрібно приєднати відповідні граничні умови.

Наприклад, у випадку шарнірного закріплення поздовжніх країв пластини граничні умови на цих краях записуються у вигляді

$$w(\pm b) = 0; \quad \left. \frac{d\vartheta}{dy} \right|_{y=\pm b} = 0; \quad u(\pm b) = 0. \quad (4)$$

Останню з умов (4) на одному краї зручно замінити еквівалентною умовою

$$\Delta = \int_{-b}^b \frac{du}{dy} dy = 0, \quad (5)$$

яка означає, що зближення між краями відсутнє.

**Аналітичний (точний) розв'язок геометрично нелінійної задачі.** З першого рівняння рівноваги (3) випливає, що  $N = \text{const}$ , тобто тангенціальне зусилля не залежить від координати  $y$ .

Приймаючи, що  $N > 0$  і використовуючи залежності (1) – (3), отримаємо таке рівняння відносно прогину:

$$\frac{d^4 w}{dy^4} - \lambda^2 \frac{d^2 w}{dy^2} = \frac{q}{\beta}. \quad (6)$$

Тут  $\beta = D_M (1 + N / D_Q)$ ;  $\lambda^2 = N / \beta$ .

Рівняння (6) за виглядом є лінійним диференціальним рівнянням з постійним коефіцієнтом  $\lambda^2$ . Проте, залежність прогину від навантаження є нелінійною, оскільки тангенціальне зусилля  $N$  є нелінійною функцією навантаження  $q$ .

Загальний розв'язок рівняння (6) має вигляд

$$w = C_1 ch \lambda y + C_2 sh \lambda y + C_3 y + C_4 + 0,5 m y^2. \quad (7)$$

Для кута повороту нормалі отримано такий вираз:

$$\vartheta = -\frac{\beta}{D_Q} \frac{d^3 w}{dy^3} - \frac{dw}{dy} = -\lambda n (C_1 \sin \lambda y - C_2 \cos \lambda y) - C_3 - m y. \quad (8)$$

У формулах (7) і (8) позначено:  $m = \frac{q}{\beta \lambda^2} = \frac{q}{N}$ ;  $n = 1 + \frac{\beta \lambda^2}{D_Q} = 1 + \frac{N}{D_Q}$ .

З крайових умов  $w(\pm b) = 0$  і  $\left. \frac{d\vartheta}{dy} \right|_{y=\pm b} = 0$  знаходимо сталі інтегрування:

$$C_1 = -\frac{m}{n \lambda^2 ch \lambda b}; \quad C_2 = 0; \quad C_3 = 0; \quad C_4 = \frac{m}{n \lambda^2} - \frac{m b^2}{2}. \quad (9)$$

Для отримання залежності між  $q$  і  $N$  скористаємося крайовою умовою (5):

$$\begin{aligned} \Delta &= \int_{-b}^b \left[ \frac{N}{D_N} - \frac{1}{2} \left( \frac{dw}{dy} \right)^2 \right] dy = \int_{-b}^b \left[ \frac{N}{D_N} - \frac{1}{2} \left( -\frac{m sh \lambda y}{n \lambda ch \lambda b} + m y \right)^2 \right] dy = \\ &= \frac{2bN}{D_N} - \frac{m^2}{2} \left[ \frac{1}{n^2 \lambda^2 ch^2 \lambda b} \left( \frac{sh \lambda b ch \lambda b}{\lambda} - b \right) + \frac{2b^3}{3} - \frac{4}{n \lambda^2 ch \lambda b} \left( b ch \lambda b - \frac{sh \lambda b}{\lambda} \right) \right] = 0. \end{aligned} \quad (10)$$

Враховуючи вираз для  $m = q / N$  і виконуючи ряд перетворень, остаточно одержимо:

$$q^2 \left[ \frac{b th^2 \lambda b}{2 n^2 \lambda^2} + \frac{1 + 4n}{2 n^2 \lambda^2} \left( \frac{th \lambda b}{\lambda} - b \right) + \frac{b^3}{3} \right] = \frac{2bN^3}{D_N}. \quad (11)$$

Рівняння (11) є трансцендентним і не може бути розв'язане аналітично відносно тангенціального зусилля  $N$ . Таким чином, аналітичний (точний) розв'язок нелінійної крайової задачі (1) – (5) отримано у параметричному

вигляді з величиною  $N$  в якості параметра. Залежність  $w(q)$  при фіксованому значенні координати  $y$  отримується шляхом виключення  $N$  з виразу (7) для  $w$  за допомогою рівняння (11).

Прогин і напруження досягають максимальних значень в перерізі  $y = 0$ :

$$w(0) = \frac{q}{N} \left( \frac{ch\lambda b - 1}{n\lambda^2 ch\lambda b} - \frac{b}{2} \right); \quad \sigma^{\pm}(0) = \frac{N}{h} \pm \frac{Eh q(1 - ch\lambda b)}{2N(1 - \nu^2)ch\lambda b}. \quad (12)$$

**Висновок.** Побудований аналітичний розв'язок дозволяє обчислити точні значення внутрішніх силових факторів і узагальнених переміщень податливої на поперечний зсув довгої прямокутної пластини, оцінити її міцність і жорсткість при дії статичних навантажень, а також може бути еталонним для наближених і чисельних методів.

*Список використаної літератури*

1. Бубнов И.Г. Труды по теории пластин. – М.: ГИТТЛ, 1953. – 424 с.
2. Корнишин М.С., Исанбаева Ф.С. Гибкие пластины и панели. – М.: Наука, 1964. – 260 с.
3. Галимов К.З., Паймушин В.Н., Тергулов И.Г. Основания нелинейной теории оболочек. – Казань: Изд-во Акад. наук Татарстана «Фэн», 1996. – 215 с.

УДК 519.876.5

**Цибульник С.О.,** канд. техн. наук, доц., **Губенко Є.А.,** магістр,  
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

## **ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БАГАТОПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ**

*Анотація.* У зв'язку зі значним терміном експлуатації деяких житлових будинків, побудованих на початку 90-х років минулого століття, необхідним є визначення їх технічного стану. У наш час попередні дослідження можна провести за допомогою інженерного розрахунку (імітаційного моделювання) на базі комп'ютерної геометричної моделі об'єкта. Тому у даній роботі побудовано дві геометричні моделі різної складності типового житлового будинку для визначення елементів конструкції, які можна виключити з розгляду для спрощення розрахунку.

*Ключові слова:* геометричне моделювання, імітаційне моделювання, ANSYS, будівельні конструкції.

Під час експлуатації будівельних споруд у всьому світі виникають ситуації, коли конструкції будівель отримують ушкодження або матеріали їх

конструкцій з часом втрачають свої експлуатаційні властивості. Якщо в такий момент будівля знаходиться, наприклад, в режимі нормальної експлуатації, існує велика ймовірність, що пошкодження або дефекти можуть призвести до значних наслідків. На практиці майже неможливо досліджувати процеси руйнування деяких елементів конструкцій будівель і споруд, але існує велика кількість програмних комплексів інженерних розрахунків, які дозволяють досліджувати моделі процесів і явищ без необхідності їх фізичної реалізації. Популярність діагностики і моніторингу об'єктів з використанням сучасних комплексних програм для інженерних розрахунків зростає з кожним днем.

На даному етапі розвитку людства спостерігається збільшення чисельності населення разом зі зменшенням кількості природних ресурсів. Тому перед вченими і інженерами стоїть завдання розробити нові матеріали і технології для цивільного і промислового будівництва, щоб забезпечити швидкий, економічний і екологічно чистий процес будівництва. У наш час вже існує ряд прогресивних технологій у сфері будівництва житлових будинків, наприклад [1-6]: «Термодім», «ЕкоКуб», технологія «розумної» цегли та інші. Дослідити ефективність існуючих і нових технологій, які знаходяться тільки на стадії розробки, можна за допомогою імітаційного моделювання.

Імітаційне моделювання широко використовується в сфері будівництва. У наш час, як правило, імітаційне моделювання використовується для проектування нових конструкцій, проте немає обмежень для використання інженерного розрахунку при дослідженні вже існуючих об'єктів, у тому числі житлових будинків. Існує безліч робіт, присвячених імітаційного моделювання елементів пожежної безпеки будівель, систем вентиляції, магнітних полів, напружено-деформованого стану фундаменту і будівлі в цілому. Також є ряд робіт, в яких розглядається вплив різних коливальних процесів на будівлі і споруди.

Саме тому метою даної та наступних робіт є дослідження геометричних моделей типового для Києва 90-х років житлового будинку. Основним видом навантаження обрано сейсмічне навантаження.

Для проведення інженерного розрахунку (імітаційного моделювання) необхідно попередньо створити геометричні моделі об'єкту досліджень. CAD-система SolidWorks призначена для автоматизації робіт на етапах конструкторської й технологічної підготовки виробництва об'єктів будь-якого ступеня складності й призначення. Спеціалізовані модулі програмного комплексу дозволяють вирішувати завдання геометричного моделювання на етапах як виробництва, так і експлуатації.

Саме тому за допомогою CAD-системи SolidWorks було побудовано дві геометричні моделі (рис. 1, рис. 2) різної складності для подальшого визначення в ході імітаційного моделювання тих елементів конструкції, які можна виключити з розгляду для спрощення моделі та зменшення часу розрахунку.

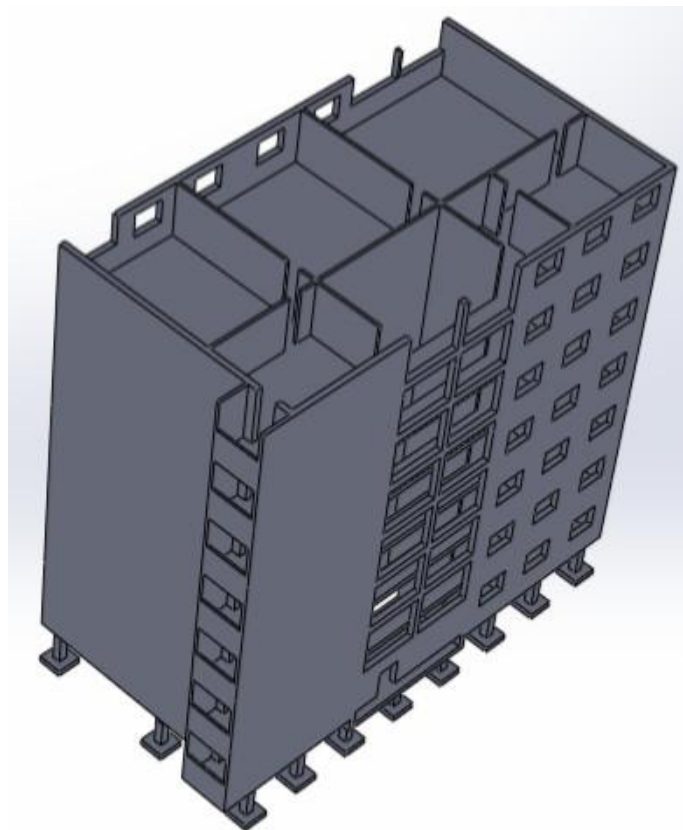


*Рисунок 1 – Спрощена геометрична модель багатоповерхового будинку з несучими стінами*

На рис. 1 зображено спрощену геометричну модель багатоповерхового будинку, яка включає лише основні несучі елементи конструкції та не містить сходових кліток. Геометрична модель, яка зображена на рис. 2, майже повністю відповідає кресленням будинку. Обидві моделі будинку встановлені на пальово-плитну конструкція фундаменту, яка є найбільш ефективною при будівництві будинків, які передають великі навантаження на основу, таких як: багатофункціональні комплекси, торгові центри, багатоповерхові будівлі, тощо.

За допомогою даних моделей буде проведено імітаційне моделювання сейсмічного навантаження на будівельну конструкцію та визначено основні місця концентрації напружень і деформацій. Це дасть змогу значно зменшити витрати коштів і часу на натурні обстеження подібних конструкцій інструментальними методами.

Також надалі планується розширити використовувану модель для обліку взаємодії «грунт-конструкція», оскільки це дасть змогу значно уточнити результати розрахунків.

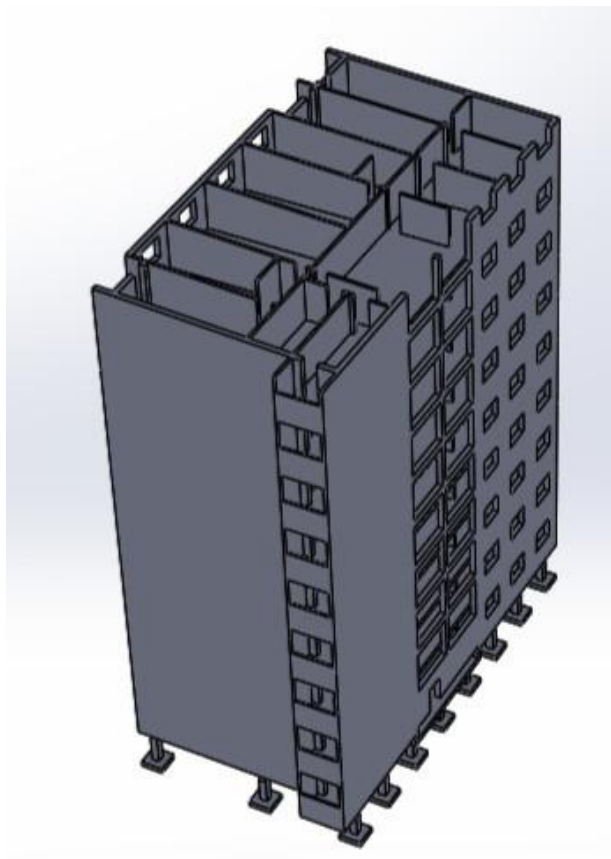


*Рисунок 2 – Повна геометрична модель багатоповерхового будинку з усіма перекриттями*

#### *Список використаної літератури*

1. Воськало В. І. Використання новітніх технологій у житловому будівництві та стратегіях його розвитку // Вісник Хмельницького національного університету. – 2010. – №6. – С. 232-236.
2. Парфентьева І. О., Михальчук Т. Г., Шафранська О. З. Нові технології швидкого та економічного зведення житлових будинків // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. – 2016. – №5. – С. 25-31.
3. Технологія зведення «ЕкоКуб» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://postroyka22.ru/tehnologiya-stroitelstva-ekokub/>
4. Новий матеріал - керамічний блок [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kerameya.com.ua/uk/ceramic-block/keramicheskiy-blok>
5. Мікробні паливні елементи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://iworm.com.ua/archives/10175>
6. Технології, які змінять світ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://iino.knuba.edu.ua/bloh/298-10-nespodivanykh-budivelnykh-tekhnologii-iaki-mozhut-zminyty-svit>

УДК 622.817:552.573

**Билан Н.В.**, канд. геол. наук, доцент, **Лодянов В.С.**, студ. гр. 184м-19-1,  
Национальный технический университет «Днепровская политехника»,  
г. Днепр, Украина;

**Кириллов А.К.**, д-р техн. наук, зав. лаб.,  
Институт физики горных процессов НАН Украины, г. Днепр, Украина

### **ВЛИЯНИЕ СЛАБЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА СОСТОЯНИЕ МЕТАСТАБИЛЬНОСТИ МИКРОСТРУКТУРЫ ИСКОПАЕМЫХ УГЛЕЙ**

*Аннотация. Результаты физико-химических изменений в микроструктуре образцов ископаемых углей, обработанных слабыми электрическими и магнитными полями; и их сопоставительный анализ с аналогичными характеристиками углей после выброса, а также отобранными из выбросоопасных и спокойных зон угольных пластов свидетельствуют о высокой вероятности участия электрического поля в формировании выбросоопасных углей (углей с новыми свойствами). Размеры микрочастиц угля в электрическом поле уменьшаются, а в магнитном – увеличиваются относительно размеров исходных микрочастиц.*

*Ключевые слова:* электрическое поле, дестабилизация, деструктуризация, микрочастицы

Актуальность исследований обусловлена необходимостью решения фундаментальных проблем, связанных непосредственно с механизмами происхождения угля [1-3], причин и механизмов образования в угольных пластах локальных зон выбросоопасного угля (и породы) [4-9]. Кроме этого актуальность данных исследований обусловлена необходимостью создания единой системы физических представлений о природе углеобразования и перехода твердых компонентов угля в газ без высокотемпературной активации химических реакций [10-14]. Кроме этого, остаются актуальными вопросы образования различных углеродных фаз из свободного атомарного углерода [15-17]. Для практики большой интерес представляют новые свойства каменных углей и закономерности физико-химических процессов, происходящих в их микроструктуре под влиянием комплекса внешних воздействий. Круг задач включает решения вопросов охраны труда, создания новых эффективных способов подавления выбросоопасных состояний в углях, способов переработки углей в другие материалы и продукты.

В исследованиях использовался уголь газовый и жирный. Пробы угля были отобраны из пластов, как не опасных, так и опасных по выбросам угля и газа. Образцы готовились из угля, измельченного до фракций 200/100 мкм. Максимальная температура нагрева при электрофизических обработках не превышала 320 К. Физико-химические методы исследований включали

рентгенометрический и рентгенофлюоресцентный анализы, электронный парамагнитный резонанс, термогравиметрический анализ, дифференциальную сканирующую калориметрию, лазерный дифракционный анализ размеров частиц, ИК-спектрометрию, ядерный магнитный резонанс, рамановскую и кросс спектроскопию [3, 18-21], использованы методики обработки углей в электрическом [22-25] и магнитном поле [26,27]. Результаты сравнительного анализа физико-химических характеристик углей были использованы для обоснования механизма формирования новых свойств угля при микроструктурной и фазовой нестабильности [4,5].

В целом показано, что деструкция органической массы угля может быть непосредственно вызвана не только механическими или тепловыми воздействиями, но и слабыми электромагнитными полями [26,27]. Впервые экспериментально установлена идентичность характера деструкции органической массы угля при механохимической активации и при воздействии слабых электрических полей (ЭП) на предварительно дестабилизированную микроструктуру угля. Предполагается, что и в первом, и во втором случаях деструктуризация обусловлена реализацией механизмов, характерных для тепловых полей.

Действие слабого магнитного поля инициирует в каменных углях химические реакции типа спин-селективных, характерных только для газовых и жидких фаз [28-30].

Среди образцов угля исходных и обработанных в электромагнитных полях наибольшую устойчивость проявляют образцы, на которые воздействовали магнитным полем (МП). Об этом свидетельствуют результаты дифференциальной сканирующей калориметрии, дифрактометрии порошков, соотношение С/Н, распределение микрочастиц по размерам и др. (табл.).

Деструктивные процессы, протекающие в углях, сопровождаются увеличением содержания более мелких фракций, соответственно увеличением внутренней удельной поверхности. При этом на 3-8 % уменьшается средний размер частиц и их содержание, растет количество наиболее мелкой фракции и соответственно уменьшается количество наиболее крупной.

Таблица – Основные данные калориметрического анализа

| № образца | Название образца  | Масса образца, мг | Размеры частиц угля, мкм | Теплота сгорания угля, кДж/кг | Потеря массы угля при нагревании до 120 °С |      |
|-----------|-------------------|-------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------|------|
|           |                   |                   |                          |                               | мг                                         | %    |
| 1         | Исходный          | 6,2400            | 214–112                  | 35860                         | 0,46                                       | 7,37 |
| 2         | Обработанный в ЭП | 11,3000           | 182–80                   | 35720                         | 0,24                                       | 2,12 |
| 3         | Обработанный в МП | 7,8800            | 350–131                  | 36210                         | 0,12                                       | 1,52 |

Полученные дифрактограммы мало отличаются от результатов, опубликованных, например, в [22-27]. Для всех дифрактограмм, полученных после обработок углей марок Д, Г, Ж, К, А в электрическом поле, характерно размытие максимумов, что свидетельствует об увеличении степени «аморфности» порошка угля. Подтверждением уменьшения зернистости

являются данные об особенностях распределения микрочастиц по размерам. Уголь, отобранный из зоны выброса характеризуется значительно большей сорбционной поверхностью, чем уголь того же пласта, не участвовавший в выбросе. Увеличение внутренней удельной поверхности угля в состоянии залегания пласта может быть следствием деформаций сдвига, химических реакций, действия электрических полей и возможно других физических факторов.

Анализируя спектры ядерного магнитного резонанса (ЯМР  $^1\text{H}$ ) было установлено увеличение характерного времени десорбции метана. Скорость выделения метана для газового угля возрастает в 3 раза, для жирного – в 1,7 раза [23-25]. Аналогичные результаты были получены при исследовании проб углей, отобранных на пластах из опасных зон, т.е. нарушенных углей.

Образцы угля, отобранные из спокойной зоны выбросоопасных пластов, после измельчения характеризовались повышенной химической активностью относительно исходных. По данным ЭПР, плотность парамагнитных центров (ПМЦ) увеличилась от  $(5-7) \cdot 10^{18}$  ПМЦ/г до  $(0,9-3) \cdot 10^{19}$  ПМЦ/г. Дополнительная обработка электрическим полем приводит к увеличению концентрации ПМЦ до  $(3,4-5) \cdot 10^{19}$  ПМЦ/г. Из анализа линий ЭПР угля из выбросоопасных и неопасных зон следует, что расширение линии ЭПР для выбросоопасного угля обусловлена свободными радикалами и описывается лоренцевым уравнением. Расширение линии ЭПР происходит в случаях механической, термической и электрической деструкции угля, т.е. обусловлено главным образом тепловым механизмом разрыва химических связей. На устойчивость связей может влиять высокое содержание примесей в составе углей.

После механоэлектрической обработки образцы угля приобретали электретную разность потенциалов, которую исследовали по компенсационной методике [31]. Значения вызванной электрохимической активности  $A_B$  для выброшенного жирного угля (II) (шахта им. А.Ф. Засядько, Украина) составила  $4,3 \cdot 10^{-5}$ , из неопасной зоны –  $0,7 \cdot 10^{-2}$ .

Полученная зависимость изменения электретного потенциала  $U_{B.П.}$  от времени свидетельствует о сверхмедленной релаксации электретного состояния, возбужденного слабым полем. Анализ результатов исследования необработанных и обработанных электрическим полем углей (неопасных, выбросоопасных и после выброса) показал, что время релаксации электретного состояния увеличивается с ростом концентрации структурных дефектов в кристаллитах и полимерной матрице угля, а также плотности распределения электрических зарядов, что согласуется с результатами, приведенными в [32,33]. В микроструктуре угля, соответственно, увеличивается запас энергии, накопленной в дефектах. Анализ необработанных и обработанных электрическим полем углей (неопасных, выбросоопасных и после выброса) показал, что время релаксации электретного состояния увеличивается с ростом концентрации структурных дефектов и электрических зарядов.

Время релаксации электретного состояния составило для различных образцов углей от  $8 \cdot 10^4$  до  $2 \cdot 10^6$  с, что на несколько порядков больше в

сравнении с максвелловским временем релаксации ( $\sim 30$  с) [33,34]. Концентрация дефектов увеличивается в результате механического измельчения угля и при дополнительной обработке электрическим полем. Сопоставительный анализ электретного состояния углей из различных зон спокойных и выбросоопасных угольных пластов и обработанных электрическим полем, свидетельствует об аналогичных характеристиках, особенно углей из выбросоопасных зон.

Недостаток существующих представлений о механизмах углефикации и природной деструктуризации угля состоит главным образом в ограниченном выборе параметров – температуры и давления. Практически не рассматривается кинетика и механизм образования новых фаз с участием атомарного углерода, участие и роль поверхности в физико-химических процессах, отсутствует количественная интерпретация фазообразования. Не учитывается влияние на ход химических реакций природных электрических и магнитных полей слабых напряженностей. Убежденность в том, что кроме давления и температуры в углеобразовании активную роль, а возможно иногда и главную, могут выполнять электрические или магнитные поля, основана на результатах исследования фазовых превращений в углях и других материалах [35-37].

*Список используемой литературы:*

1. Ван-Кревелен, Д.В., Шуер Ж. Наука об угле. – М.: Госгортехиздат, 1960. – 303 с.
2. Ye, R. et al. (2013). Coal as an abundant source of graphene quantum dots. Nature Communications, volume 4, Article number: 2943.
3. Ul'yanova, Ye.V. (2012). Strukturnyye i kompozitsionnyye perestroyki v iskopayemykh uglyakh. Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 391 p.
4. Соболев В.В. К вопросу о природе образования выбросоопасных углей // Сборник научных трудов НГУ. – 2003. – Т.1, №17. – С. 505-511.
5. Соболев В.В. Предполагаемые условия, причины и параметры образования выбросоопасных углей // Форум гірників – 2009. Матеріали міжнар. конф. "Підземні катастрофи: моделі, прогноз, запобігання". – Д.: Нац. Гірн. ун-т, 2009. – С. 169-179.
6. Метаногенерация в угольных пластах / А.Ф. Булат, С.И. Скипочка, Т.А. Паламарчук, В.А. Анциферов. – Днепропетровск: Лира ЛТД, 2010. – 328 с.
7. Прогнозирование неустойчивости системы уголь-газ / А.Д. Алексеев, Г.П. Стариков, В.Н. Чистоклетов. – Донецк: Изд-во «Ноулидж» (Донецкое отделение), 2010. – 343 с.
8. Зыков В.С. Внезапные выбросы угля и газа и другие газодинамические явления в шахтах // Кемерово: Институт угля и углехимии СО РАН, 2010. – 333 с. ISBN 5-8154-0027-0.
9. Булат А.Ф., Дырда В.И. Некоторые проблемы газодинамических явлений в угольном массиве в контексте нелинейной неравновесной термодинамики // Геотехнічна механіка. – 2013. – 108. – С.3-31.
10. Соболев В.В. Закономерности изменения энергии химической связи в поле точечного заряда // Доп. НАН України. – 2010. – №4. – С. 88-95.
11. Sobolev V., Bilan N., Filippov A., Baskevich A. Electric stimulation of chemical reactions in coal // Technical and Geoinformational systems in Mining, 2011. – P. 125-130.
12. Пивняк Г.Г., Соболев В.В., Баскевич А.С. Устойчивость углеродсодержащих фаз в углях при прохождении слабого электрического тока // Доп. НАНУ. – 2012. – №2. – С. 107-113.
13. Rudakov D., Sobolev V. A Mathematical Model of Gas Flow during Coal Outburst Initiation // International Journal of Mining Science and Technology, Available online 7 March 2019, P. 791-796.
14. Sobolev, V, Rudakov, D; Stefanovych, L., Jach, K. Physical and mathematical modelling of the conditions of coal and gas outbursts // Mining of Mineral Deposits. Vol. 11, Issue:3, P. 40-49.

15. Соболев В.В. Образование новых фаз в измельченном кальците с добавками кремния при нагревании и пропускании электрического тока // Минералогический журнал. – 2008. – №4. – С. 25–32.
16. Sobolev, V.V. Synthesis of nanosized phases from an atomic carbon // 3rd International Conference on Multi-Functional Materials and Structures, MFMS 2010; Jeonju; South Korea; 14–18 September 2010; Advanced Materials Research, Vol. 123–125, 2010, P. 791–794. Код 83154.
17. Electrical charges as catalysts of chemical reactions on a solid surface / V.V. Sobolev, N.V. Bilan, A.S. Baskevich, L.I. Stefanovich // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 2018, №4, 50–58.
18. Herod A.J., Gibb T.C., Herod A.A., Xu B., Zhang S., Kandiyoti R. Iron complexes by Mössbauer spectroscopy in extracts from Point of Ayr coal // Fuel. – 1996. – Vol. 75. – P. 437–442.
19. Change of electrophysical parameters of moistened fossil coal under magnetic impulsive impact / T.A. Vasilenko, A.K. Kirillov, V.V. Sobolev, A.S. Doroshkevich, E.A. Pronsky // Физико-технические проблемы горного производства. – 2017. – Вып. 19. – С. 5–19.
20. Импедансная спектроскопия газонасыщенного угольного пласта в условиях медленной его разгрузки / А.М. Молчанов., Л.И. Стефанович, А.А. Камчатный, В.В. Соболев, Н.В. Билан // Гірнича механіка. – 2018, вип. 1. – С. 13–24.
21. Методы исследования электрофизических и структурных характеристик ископаемых углей / Т.В. Василенко, А.К. Кириллов, В.В. Соболев, А.С. Дорошкевич, Н.В. Дорошкевич // Физико-технические проблемы горного производства. – 2019. – Вып. 21, С. 9–36.
22. Пивняк Г.Г., Соболев В.В., Филиппов А.О. Фазовые превращения в каменных углях при воздействии слабых электрических и магнитных полей // Науковий вісник НГУ. – 2012. – №5. – С. 43–49.
23. Физико-химические превращения в механо- и электроактивированных каменных углях / А.Н. Молчанов, Л.И. Стефанович, А.К. Кириллов [и др.] // Физико-технические проблемы горного производства. – Днепр: ИФГП НАНУ, 2018, №20, с. 32–54.
24. Sobolev V.V., Molchanov A.N., Bilan N.V. Electrically stimulated phase transformations in bituminous coals // Topical issues of resource-saving technologies in mineral mining and processing. Multi-authored monograph. – Petroșani, Romania: UNIVERSITAS Publishing, 2018. – 270 p. – P. 186–211.
25. Sobolev V., Molchanov A., Rudakov D. Physicochemical transformations in coals induced by electric fields // LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019, 64 p.
26. Sobolev V., Bilan N., Samovik D. Magnetic stimulation of transformations in coal // Mining of Mineral Deposits. – Leiden: CRC Press/Balkema, 2013. – P. 221–225.
27. Physical and chemical transformations in gas coal samples influenced by the weak magnetic field / Sobolev V.V., Rudakov D.V., Molchanov O.M., Stefanovich L.I., Kirillov A.K. // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 2019, № 6, 52–58.
28. Бучаченко А.Л. Химическая поляризация электронов и ядер. – М.: Наука, 1974. – 246 с.
29. Диффузионная теория рекомбинации радикальных пар с учетом синглет-триплетных переходов/ К.М. Салихов, Ф.С. Сарваров, Р.З. Сагдеев, Ю.Н. Молин. – Кинетика и катализ. – XVI, вып. 2. – 1975. – С. 279–287.
30. Бучаченко А.Л. Второе поколение магнитных эффектов в химических реакциях // Успехи химии. – 1993. – Т.62(12). – С. 1139–1149.
31. Gubkin A.N. (1978) Elektrety. Moscow, Nauka, 192 p.
32. Панченко Е.М. Электретное состояние в оксидах. – М.: Физматлит, 2009. – 248 с.
33. Zaytsev P.P., Malova G.V., Panchenko Ye. M. [et al.] (1992) Elektricheskiye svoystva vybrosoopasnykh kamennykh ugley i prognozirovaniye vybrosa uglya I gaza // Khimiya tverdogo topliva. (5) 88–92.
34. Electrets (1980) Ed. G. M. Sessler. Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 1980. 404 p. (Topics in Applied Physics. Vol. 33).
35. Sobolev V.V., Bilan N.V., Khalimendik A.V. (2017). On formation of electrically conductive

phases under electrothermal activation of ferruginous carbonates. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 4(160) 27-35.

36. Характер изменения электрического сопротивления образцов яшмы при нагреве и влиянии электрического поля / Соболев В.В., Орлинская О.В., Чернай А.В. и др. // Відомості Академії гірничих наук України. – 1997. – №4. – С.24-25.

37. Sobolev, V.V., Gubenko, S.I., Slobodskoy, V.Ya., Gorbachevskiy, D.G. Modification of armko-iron grain structure under the electromagnetic treatment // Fizika i Khimiya Obrabotki Materialov, Issue 1, January 1993, P. 113-121.

УДК 669.0

**Губенко С.И.**, д-р техн. наук, проф.,  
Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепр, Украина  
**Григорьев А.Е.**, канд. техн. наук, доц.,  
Национальный технический университет «Днепровская политехника»,  
г. Днепр, Украина

## **ИЗМЕНЕНИЯ В МИКРОСТРУКТУРЕ ЧУГУНОВ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ УДАРНЫХ ВОЛН**

*Аннотация. Ударно-волновая обработка и ковка чугуна приводят к перераспределению химических элементов в чугуновой матрице, в результате чего в микроструктуре чугуна образовались кристаллы различных минералов - неметаллических включений, например эвлита, муассанита, альмандина, биотита, кварца и др. Образование новых фаз – неметаллических включений за столь малое время ударного воздействия (доли микросекунды) свидетельствует о коллективном характере этого процесса за счет возбужденных состояний атомов различных элементов при высоких давлениях и температурах.*

*Ключевые слова: ударная волна, матрица чугуна, дислокации, неметаллические включения*

Воздействие на чугун ударными волнами приводит к получению сложных микроструктур за счет протекания высокоскоростных деформационных процессов и фазовых превращений. Перестройка происходит в зеренной структуре металла, связанная не только с удлинением зерен за счет «холодного» ударно-волнового воздействия [1-4], но и с возникновением вихревых зон, свидетельствуя о реализации ротационной деформации, которая охватывает достаточно большое количество зерен матрицы чугуна. Чаше зоны вихревой деформации наблюдали вблизи графитных включений, где возникают зоны турбулентности, что способствует вихревому перемещению или «закручиванию» системы деформированных зерен.

Наряду с локализацией пластического течения в зонах стесненной деформации вблизи графитных включений проявляется скольжение по границам графит-матрица (рис. 1, а б), сопровождаясь возникновением вблизи

графита периодических аккомодационных сдвигов. Такое поведение границ графит-матрица, в отличие от высокотемпературного проскальзывания, связано с кластерным механизмом массопереноса в этих границах, который обусловлен определенным («шахматным») распределением растягивающих и сжимающих напряжений и деформаций на границах графит-матрица. Вблизи графитных включений появляются мезополосы локализованной деформации, которые распространяются в зерна вдоль направлений максимальных касательных напряжений (рис. 1, в, г), что способствует формированию мезоскопической субструктуры чугуновой матрицы. Кроме того, релаксация напряжений вблизи графитных частиц может проходить путем локальных мартенситных сдвигов (рис. 1, д, е), что, как известно, является одним из механизмов пластической деформации. Очевидно, это  $\varepsilon$ -мартенсит, образование которого в железных сплавах характерно в условиях импульсного нагружения [5-8]. Необходимо отметить, что эффект ударно-волновой обработки зависит от х конфигурации фпрнта ударних волн. Особенно убедительные примеры таких технических возможностей приведены в [9-14] с использованием системы взрывания [15].

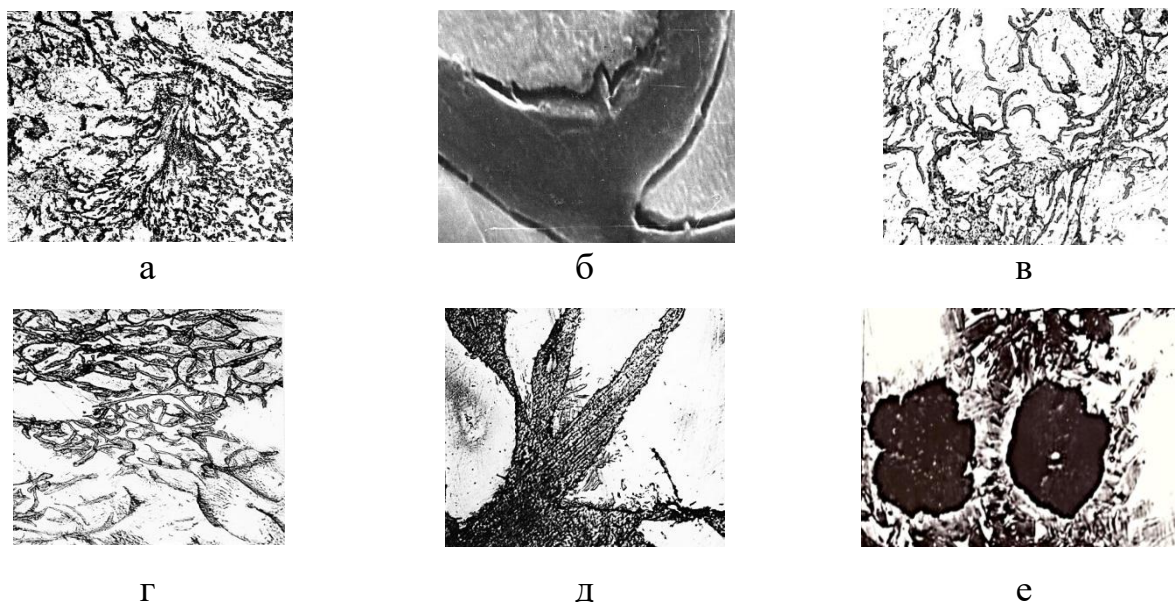


Рисунок 1 - Зоны релаксации деформационных напряжений вблизи графитных включений; а, в, г –  $\times 400$ , б –  $\times 2500$ , д, е –  $\times 800$

Деформационное воздействие способствует повышению коэффициентов граничной диффузии благодаря перестройкам дефектной структуры в границах графит-матрица, которые изменяют структурное состояние этих границ и увеличивают степень их неравновесности. Это ускоряет диффузионные процессы, играющие заметную роль в развитии трансформации графита в алмаз при последующей термоциклической обработке. Такие сложные процессы перераспределения граничных дефектов и примесей при нагружении могут привести к нестационарному распределению примесей как в границах графит-матрица, так и в матрице чугуна вблизи включений графита. Возникновение градиента концентраций вызывает осмотическое давление, связанное с отбором

атомов различных элементов из межфазной границы в матрицу либо во включение графита. Таким образом, проявляется важная функциональная роль графитных включений и межфазных границ графит-матрица. в зарождении деформационных дефектов (в результате деформации чугунов), что оказывает влияние на процессы зарождения и роста алмазных включений.

Микрорентгеноспектральный анализ показал, что графитные включения в исходном литом состоянии неоднородны по химическому составу и могут содержать определенное количество примесей. В графитных включениях обнаружено до: 3,4% Si; 4,1 %о Mn (чугун: Феррит + графит пластинчатый); 2,4% Mn, 6,3% Cг (чугун: Аустенит + графит пластинчатый ); 7,6% Si; 5% Cг; 6% Mn (чугун: Аустенит + графит шаровидный ).

Ударно-волновая обработка иковка приводят к перераспределению элементов в чугунной матрице по сравнению с литым состоянием. В результате этих обработок в структуре чугуна образовались кристаллы различных минералов - неметаллических включений, например эвлита, муассанита, алмандина, биотита, кварца и др. Они наблюдались преимущественно на межфазных и межзеренных границах, а частицы кварца в микро- и макропорах. Образование новых фаз – неметаллических включений за столь малое время ударного воздействия свидетельствует о коллективном характере этого процесса за счет возбужденных состояний атомов различных элементов при высоких давлениях и температурах. В локальных микрообластях, вероятно, вследствие ликвационных процессов образуется многокомпонентная система с благоприятным соотношением концентраций химических элементов.

#### *Список используемой литературы:*

1. Соболев В.В., Таран Ю.Н., Губенко С.И. (1993) Синтез алмаза в чугуне. Металловедение и термическая обработка металлов, №1, 3-6.
2. Sobolev, V.V., Taran, Y.N., Gubenko, S.I. (1997) Shock wave use for diamond synthesis. Journal De Physique. IV : JP Volume 7, Issue 3, , Pages C3-73 – C3-75.
3. Sobolev, V.V., Taran, Yu.N., Gubenko, S.I. (1993) Synthesis of diamond in cast iron. Metallovedenie i Termicheskaya Obrabotka Metallov. Issue 1, January 1993, Pages 2-6
4. Термоэлектрическая обработка минералов и горных пород /О.В.Орлинская, В.В.Соболев, А.В.Чернай. —Днепропетровск: НГА Украины, 1999.— 93 с.
5. Фізика гірських порід / В.В.Соболев, О.В.Скобенко, СВ.Я.Іванчішин. — Дніпропетроувськ: Поліграфіст, 2003. — 255 с.
6. Соболев В.В., Чернай А.В. Применение ударных волн в экспериментальной минералогии // Минералогический журнал. — 1995. — №3. — С. 15-25.
7. Технологія та безпека виконання підривних робіт / В.В.Соболев, Р.М.Терещук, О.Є.Григор'єв. — Д.: НТУ, 2017. — 314 с
8. Owsik, J., Sobolev, V.V. (2008) Possible reasons of degradation of elements of space vehicle control-systems // Advanced Materials ResearchVolume 47-50 PART 2, 2008, Pages 1270-1273 Multi-functional Materials and Structures - International Conference on Multifunctional Materials and Structures; Hong Kong, P.R.; China; 28 July 2008 до 31 July 2008; Код 74080.
9. Chernaj, A.V., Sobolev, V.V., Ilyushin, M.A., Zhitnik, N.E. The method of obtaining mechanical loading pulses based on a laser initiation of explosion of explosive coatings// Fizika Goreniya i VzryvaVolume 30, Issue 2, March 1994, Pages 106-111.
10. Chernai, A.V., Sobolev, V.V., Ilyushin, M.A., Zhitnev, N.E., Petrova, N.A. On the mechanism of ignition of energetic materials by a laser pulse // Chemical Physics ReportsVolume 15, Issue 3, 1996, Pages 457-462

11. Chernaj, A.V., Sobolev, V.V. Laser method of profiled detonation wave generation for explosion treatment of materials // Fizika i Khimiya Obrabotki Materialov Issue 5, September 1995, Pages 120-123.
12. Chernai, A.V., Sobolev, V.V., Chernaj, V.A., Ilyushin, M.A., Dlugashek, Laser ignition of explosive compositions based on di-(3-hydrazino-4-amino-1,2,3-triazole)-copper(II) perchlorate // Combustion, Explosion and Shock Waves Volume 39, Issue 3, May 2003, Pages 335-339.
13. Chernai, A.V., Sobolev, V.V., Chernaj, V.A., Ilyushin, M.A., Dlugashek, A. Laser initiation of charges on the basis of di-(3-hydrazino-4-amino-1,2,3-triazol)-copper (II) perchlorate // Fizika Goreniya i Vzryva. Volume 39, Issue 3, 2003, Pages 105-110.
14. Sobolev V., Shiman L.N., Nalisko N.N. Kirichenko A.L. (2017) Computational modeling in research of ignition mechanism of explosives by laser radiation // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, – 2017, – №6. – P. 53-60.
15. OPSIN – A new system of blasthole and deep-hole charges blasting in explosives / V.V. Sobolev, A.V. Chernay, N.M. Studinsky // 5th – International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection, Sao Paulo, Brazil, 22-25 October 1996. – Sao Paulo, 1996. – P. 441-443.

УДК 622.8

**Конопелько Є. І.**, канд. фіз.-мат. наук, професор, **Даниленко М. І.**, магістр,  
ДВНЗ «ДонНТУ», м. Покровськ, Україна

### **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИХОДУ ГІРНИКІВ З РОБОЧИХ МІСЦЬ ПО ДОВГИМ ЕВАКУАЦІЙНИМ МАРШРУТАМ**

*Анотація. Розглянуті варіанти забезпечення виходу гірників з віддалених робочих місць, час руху яких по евакуаційним маршрутам більше ЧЗД саморятівника типу ШСС-1. Проаналізована їх ефективність і можливість впровадження на шахті при виникненні пожежі у виробках 4 південної лави південного ухилу пласта L3 гор. 450м. Показано, що найбільш доцільними рішеннями на теперішній час є встановлення пунктів переключення в резервні саморятівники (більш надійний) і місцеве реверсування вентиляційного струменя (більш простий).*

*Ключові слова: вугільна промисловість, пожежі, евакуаційні маршрути, пункти переключення, реверсування.*

Пожежі у вугільних шахтах України посідають перше місце у загальній структурі аварійності у галузі. Так у 2019 році підрозділи ДВГРС приймали участь у ліквідації 5 підземних екзогенних пожеж і 9 пожеж у поверхневому комплексі (у 5 випадках для запобігання потрапляння продуктів горіння у гірничі виробки виконувалось реверсування вентиляційного струменя). Якщо просумувати ці аварії, то питомий вклад рудникових пожеж у загальній аварійності (23 аварії, ліквідованих підрозділами ДВГРС) становить більше 43%. Загальні збитки від аварій та аварійних ситуацій у 2019 році склали 125,5 млн. грн., «левова частка» яких припадає саме на пожежі. Крім матеріальних

збитків пожежі несуть загрозу здоров'ю та життю гірників, створюючи непридатну для дихання атмосферу. Тому розробці евакуаційних маршрутів виходу з загазованого середовища на свіжий струмінь приділяється велика увага при розробці ПЛА і розрахунково-тактичних задач. Станом на 01.01.2020 року база РТЗ налічує 130 задач, з них, протягом 2019 року, було вирішено 56. В задачах розглянуті сценарії розвитку аварій у гірничих виробках і за результатами рішення розроблені заходи по підвищенню безпеки гірників у разі виникнення таких ситуацій та рекомендації по забезпеченню евакуації гірників та ефективності виконання робіт по ліквідації аварії або аварійної ситуації.

Розглянемо один з найдовших евакуаційних маршрутів на ПСП «Шахтоуправління «Добропільське»» ТОВ ДТЕК «Добропільлявугілля» при виникненні і розвитку пожежі у виробках 4 південної лави південного ухилу пласта L3 гор. 450 м на сполученні людського ходка південного ухилу пласта L2 гор. 450 м і транспортного ходка по ходу вентиляційного струменя в бік лави на момент введення лави в роботу [1].

Люди, що знаходяться за осередком пожежі, згідно ПЛА мають включившись у саморятівники виходити по людському ходку південного ухилу пл. L2 гор. 450 м нижче сполучення з транспортним ходком, ПОП №2, обхідному квершлагу 5-го горизонту, 4 південному конвеєрному штреку південного ухилу пласта L3 гор. 450 м, 4 південній лаві південного ухилу пласта L3 гор. 450 м, 3 південному конвеєрному штреку південного ухилу пласта L3 гор. 450 м, обхідному квершлагу 4-го горизонту, відкатувальному квершлагу з пласта K8 на пласт L2 гор. 450 м (від сполучення з обхідним квершлагом 4-го горизонту до заїзду на вантаж. Ходок уклону пласта L2 гор. 450 м), включившись в саморятівники виходять по людському ходку південного ухилу пласта L2 гор. 450 м, ПОП №2, обхідному квершлагу 5-го горизонту, 4 південному конвеєрному штреку південного ухилу пласта L3 гор. 450 м, 4 південній лаві південного ухилу пласта L3 гор. 450 м, 3 південному конвеєрному штреку південного ухилу пласта L3 гор. 450 м, обхідному квершлагу 4-го горизонту, відкатувального квершлагу з пласта K8 на пласт L2 гор. 450 м (від сполучення з обхідним квершлагом 4-го горизонту до заїзду на вантаж. Ходок уклону пласта L2 гор. 450 м) на свіжий струмінь і далі по похилих виробках зі свіжим струменем в основні магістральні виробки гор. 450 м, далі по виробках гор. 450 м до основних похилих повітряподавальних виробок на гор. 300-450 мм і далі в виробки ОД гор. 300 м і на поверхню.

Час виходу гірників із аварійної ділянки з непридатним для дихання середовищем по j-му маршруту ( $T_j$ ) визначається як сума термінів руху по окремим ділянкам за формулою:

$$T_j = \sum_{i=1}^{N_j} T_{ij} = \sum_{i=1}^{N_j} \frac{L_{ji}}{V_{ij}} \quad (1)$$

де  $L_{ji}$  – довжина i-тої ділянки на j-ому маршруті виходу (м),

$N_j$  – кількість ділянок на j-ому маршруті,

$V_{ij}$  – середня швидкість пересування в саморятівнику по i-тій ділянці j-

того маршруту, яка визначається з таблиці 1 [2]. в залежності від параметрів виробки (висоти  $H$  і кута нахилу  $\alpha$ ) та напрямку руху гірників по евакуаційному маршруту.

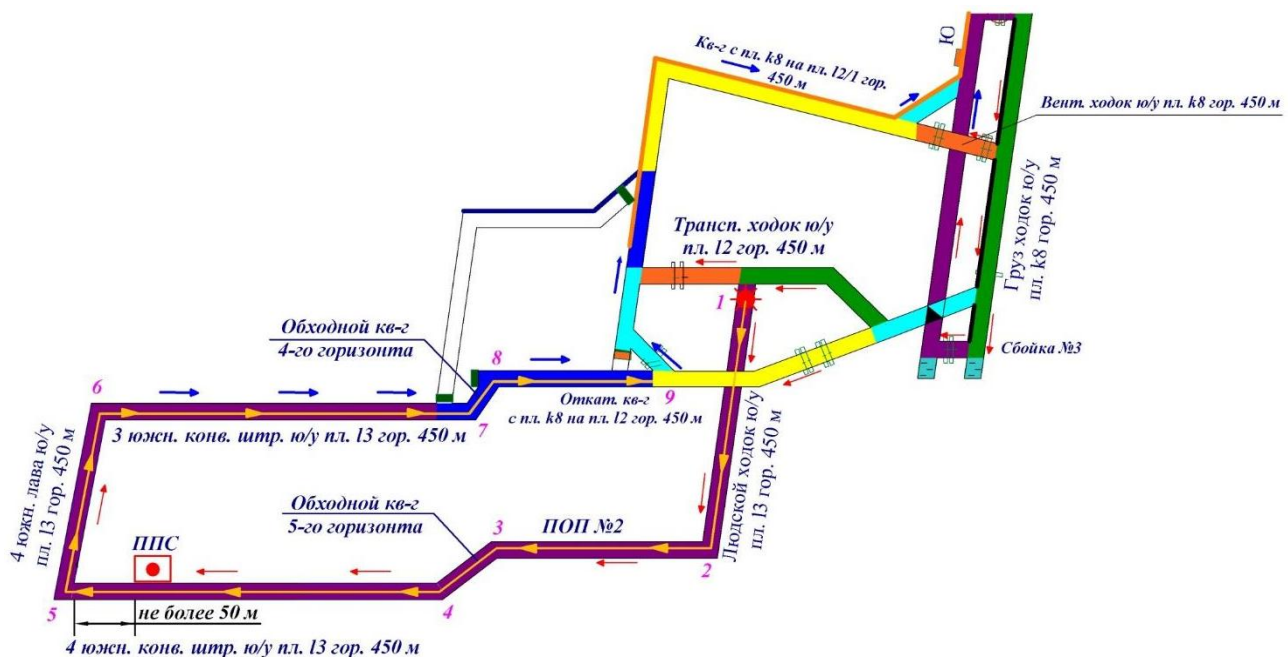


Рисунок 1 – Схема виходу гірників з загазованих виробок «аварійної ділянки»

Таблиця 1 – Результати розрахунку часу виходу гірників з «аварійної ділянки»

| Найменування виробки                                            | L, м | H, м           | Напрямок руху | $\alpha^\circ$ | $V_{i,j}$<br>м / хв | $T_{ij}$<br>хв |
|-----------------------------------------------------------------|------|----------------|---------------|----------------|---------------------|----------------|
| Людський ходок південного ухилу пл. 12 гір. 450 м               | 280  | $1,8 \div 2,0$ | Униз          | 10             | 30,0                | 9,3            |
| ПОП №2                                                          | 91   | $1,8 \div 2,0$ | Горизонтально | 0              | 45,0                | 2,0            |
| Обхідний квершлаг 5-го горизонту                                | 283  | $1,8 \div 2,0$ | Горизонтально | 0              | 45,0                | 6,3            |
| 4 південний конвеєрний штрек південного ухилу пл. 13 гір. 450 м | 790  | $1,8 \div 2,0$ | Горизонтально | 0              | 45,0                | 17,6           |
| 4 південна лава південного ухилу пл. 13 гір. 450 м              | 250  |                | Уверх         | 10             | 21,0                | 11,9           |
| 3 південний конвеєрний штрек південного ухилу пл. 13 гір. 450 м | 790  | $>1,2$         | Горизонтально | 0              | 45,0                | 17,6           |
| Обхідний квершлаг 4-го горизонту                                | 192  | $>1,2$         | Горизонтально | 0              | 45,0                | 4,3            |
| Відкаточний кв-г з пл. k8 на пл. 12                             | 170  | $1,8 \div 2,0$ | Горизонтально | 0              | 45,0                | 3,8            |
| Разом по маршруту:                                              | 2846 |                |               |                |                     | 72,8           |

Як видно з розрахунку, при русі гірників по маршруту, часу захисної дії саморятівника типу ШСС-1, який становить 50 хвилин, недостатньо для виходу гірників з зони загазування. Отже, необхідно вжити заходів щодо забезпечення виходу гірників на свіжий струмінь. Для цього можливі наступні варіанти:

- встановлення на евакуаційних маршрутах пунктів переключення в резервні саморятівники;
- скорочення маршруту руху гірників в загазованій атмосфері за рахунок проходження додаткових виробок;
- використання пересувних і стаціонарних камер порятунку;
- оперативне реверсування напрямку вентиляційних струменів повітря;
- застосування саморятівників зі збільшеним часом захисної дії.

Як видно із наведених у таблиці результатів розрахунків, що для забезпечення виходу гірників із загазованих виробок необхідно на момент введення лави в експлуатацію встановити пункт переключення у 4 південному конвеєрному штреку південного ухилу пласта L3 гор. 450 м на відстані не більше 50 метрів від сполучення з 4 південною лавою південного ухилу пласта L3 гор. 450 м по ходу руху вентиляційного струменя перед вікном 4 південної лави ухилу пласта L3 гор. 450м (в районі РП). Даний пункт повинен функціонувати протягом часу, необхідного для відходу лави від монтажного ходка на відстань не менше 540 метрів. При підході очисного вибою до пункту на відстань 50 метрів, пункт переноситься в міру посування очисного вибою 4 південної лави південного ухилу пласта L3 гор. 450 м в напрямку виробок ухилого поля. 450м При відході 4 південної лави південного ухилу пласта L3 гор. 450 м від монтажного ходка на 350 м можливо перенести місце установки пункту перемикачів в резервні саморятівники на вентиляційний штрек 4 південної лави південного ухилу пласта L3 гор. 450 м і встановити його не більше 20 м від вікна 4 південної лави південного ухилу пласта L3 гор. 450 м. Пункт переключення в резервні саморятівники має бути укомплектованні відповідно до вимог [2].

Другим варіантом вирішення проблеми забезпечення евакуації гірників є скорочення часу виходу гірників з аварійних виробок за рахунок проходження додаткової виробки вантажного ходка, розташованої таким чином, щоб час виходу за маршрутом: людський ходок південного ухилу пласта L3 гор. 450 м, ПОП №2, обхідний квершлаг 5-го горизонту, вантажний ходок південного ухилу пласта L3 гор. 450 м не перевищував часу захисної дії саморятівника типу ШСС-1. Позитивною відзнакою цього рішення є те, що дана топологія дозволяє розглядати виробки ухилого поля як капітальні, і вирішувати питання ліквідації аварії тільки в мережах виїмкового поля.

Після проведення виробок вантажного ходка і збійки його з людським ходком, в разі виникнення пожежі в усті людського ходка, маршрут виходу людей наступний: людський ходок, ПОП №2, додаткова горизонтальна виробка вантажного ходка довжиною 280 м і висотою  $(1,8 \div 2,0)$  м, час руху по якій становитиме 12,4 хв. Тобто, та як загальний розрахунковий час руху гірників складе 23,3 хв. саморятівник забезпечить вихід гірника на свіже повітря;

Іншим варіантом, який забезпечує скорочення часу виходу гірників по загазованих виробках, є зміна напрямку руху вентиляційного струменя у Загальне реверсування напрямку руху у виробках 4 південної лави південного ухилу пласта L3 гор. 450 м, в зв'язку з тим, що виїмкова дільниця є нижньою в

ухилом полі, а підготовчі виробки мають значну протяжність, що обумовлює значний час перекидання вентиляційного струменя. Більш ефективним в даному випадку є проведення місцевого реверсування, як найбільш надійного та швидкого способу реалізації скорочення часу виходу гірників за рахунок зміни напрямку вентиляційного струменя.

Швидкість руху вентиляційного струменя по 4 південному конвеєрному штреку пласта L3 гор. 450 м згідно вимірювань становить 0,69 м/с, а по очисному вибою – 2,2 м/с. Таким чином, на верхнє сполучення очисного вибою продукти горіння потрапляють через:

- 4 південний конвеєрний штрек =  $(283 + 790) / 0,69 = 1\,555\text{с}$  (26 хв);
- 4 південна лава =  $250 / 2,2 = 114\text{с}$  (2 хв).

Час проведення місцевого реверсування у виробках очисного вибою регламентовано ПБ і становить 10 хвилин.

Таким чином, сумарний час, необхідний для проведення заходів щодо забезпечення безпечного виходу гірників, має складати:  $26 + 2 + 10 = 38$  хвилин.

Час виходу в саморятівниках по скорченому маршруту складає 35,8 хвилин. До цього моменту гірники пройдуть по самій віддаленій ділянці виїмкового поля і будуть перебувати в 3 південному конвеєрному штреку на сполученні з очисним вибієм. До цього часу відбудеться перекидання вентиляційного струменя і подальший рух гірників в виробках похилого поля буде здійснюватися по свіжому струмені. Таким чином, для виходу із зони ураження достатньо часу захисної дії одного саморятівника.

Таблиця 2— Результати розрахунку часу виходу гірників з «аварійної ділянки» у разі проведення місцевого реверсування

| Найменування виробки                                           | L, м | H, м           | Напрямок руху | $\alpha^\circ$ | $V_{i,j}$<br>м / хв | $T_{ij}$<br>хв |
|----------------------------------------------------------------|------|----------------|---------------|----------------|---------------------|----------------|
| Обхідний квершлаг 5-го горизонту                               | 283  | $1,8 \div 2,0$ | Горизонтально | 0              | 45,0                | 6,3            |
| 4 південний конвеєрний штрек південного ухилу пл. ІЗ гір.450 м | 790  | $1,8 \div 2,0$ | Горизонтально | 0              | 45,0                | 17,6           |
| 4 південна лава південного ухилу пл. ІЗ гір.450 м              | 250  | $>1,2$         | Уверх         | 10             | 21,0                | 11,9           |
| Разом по маршруту:                                             | 1323 |                |               |                |                     | 35,8           |

При такому рішенні необхідно місцеве реверсування закласти в оперативну частину ПЛА, що спричинить за собою:

1. Навчання гірничих диспетчерів і членів ДГК порядку проведення місцевого реверсування у виробках у разі виникнення аварії;
2. Практична перевірка знань і умінь гірничого диспетчера і членів ДГК по застосуванню даного вентиляційного маневру в гірничих виробках;
3. Повторне навчання членів ДГК раз в півріччя;
4. Наявність необхідної кількості навчених членів ДГК в кожній зміні.

Установлення камер порятунку забезпечує не тільки можливість евакуації гірників та очікування у них у разі необхідності допомоги гірничорятувальників, а також підвищує безпеку гірничорятувальників при

веденні ними аварійно-рятувальних робіт у цих виробках, але потребує значних капітальних вкладень.

Саморятівники зі збільшеним ЧЗД у теперішній час серійно не випускаються і світові тенденції свідчать навпаки про доцільність, у разі можливості використання саморятівників з невеликим ЧЗД від 10 хв. до 30 хв.

Таким чином, аналіз можливих варіантів забезпечення евакуації гірників по довгих маршрутах є: встановлення пунктів переключення в резервні саморятівники (більш надійний) і місцеве реверсування вентиляційного струменя (більш простий).

*Список використаної літератури:*

1. Отчет по решению.плановой расчетно-тактической задачи на предприятии ПСП «Шахтоуправление «Добропольское» ООО «ДТЭК Добропольуголь», г. Мирноград, 2019,- 228 с.
2. Система саморятування гірників. Стандарт Мінпаливенерго України СОУ 10.1-00174102-002-2004, Донецьк, 2006,-24 с.

УДК 622.8

**Конопелько Е.І.**, канд.фіз.-мат.наук, ст.н.сп. професор, **Свояков О.М.**, магістр, ДВНЗ «ДонНТУ», м. Покровськ, Україна

## **ВТІЛЕННЯ КОМПЛЕКСУ ПРОТИПИЛОВИХ ЗАХОДІВ НА ШАХТІ «КАПІТАЛЬНА» З МЕТОЮ ЗМЕНШЕННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ЗАХВОРЮВАНOSTІ ГІРНИКІВ**

*Анотація. Розглянутий стан професійних захворювань на шахті «Капітальна». Показано, що значний вклад в структуру профзахворювань вносять захворювання пилової етимології, яким особливо підтверджені гірники очисного вибою і прохідники, що працюють в зонах з максимальним вмістом пилу в оточуючому повітрі. Запропоновані заходи по зменшенню вмісту пилу у підготовчих і очисних виробках шахти.*

*Ключові слова: вугільна промисловість, професійні захворювання, вміст пилу, провітрювання, протипилові заходи.*

Вугільна промисловість України посідає перше місце за професійними захворюваннями серед усіх галузей господарства країни. І серед них «левову частку» мають професійні захворювання типової етимології: хронічні бронхіти та пневмокониоз. Це пов'язано з тим, що при сучасних технологіях видобутку спостерігається велике пилоутворення, в результаті якого концентрація пилу у гірничих виробках у сотні разів перевищує гранично допустиму концентрацію.

На рисунку 1 показаний розподіл профзахворювань на шахті «Капітальна» в останні роки. Видно, що спостерігається незначний кількісний спад гірників, які отримали профзахворювання, але це, головною мірою, пов'язано зі

зменшенням кількості робітників і зниженню вугледобутку. Найбільш схильні до захворювань пилової етимології гірники очисного вибою і прохідники (рис. 2), які працюють у зонах з максимальним вмістом пилу в оточуючому повітрі і виконують найбільш енергоємні роботи, що потребують підвищеної легеневої вентиляції і як наслідок, проникнення більшої кількості пилу через дихальні шляхи в організм гірника.

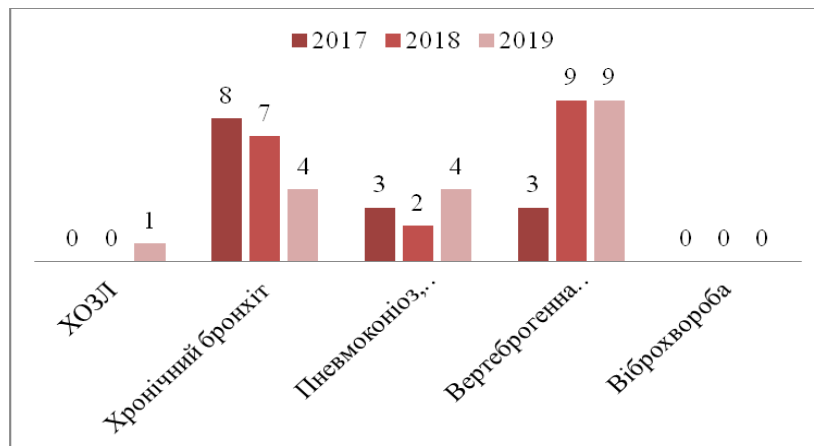


Рисунок 1 – Розподіл профзахворювань за видами захворювань

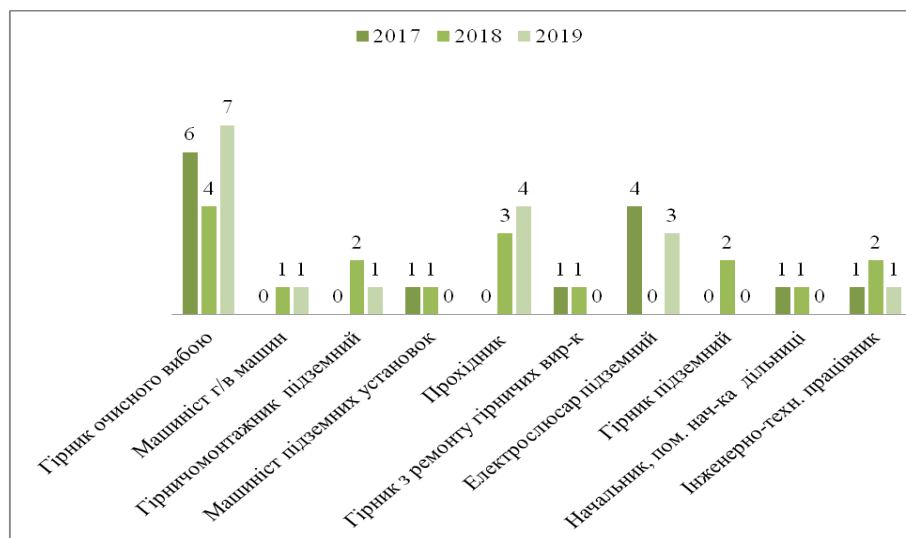


Рисунок 2 – Аналіз профзахворювань за професіями

Для захисту від негативного впливу цього шкідливого виробничого фактору на вугільних шахтах використовуються багато засобів. Найефективніші з них це зменшення утворення пилу у джерелах пилоутворення. Основним таким джерелом у шахті є прохідницький комбайн, пилоутворення якого за розрахунками складає 16.5 г/т.. Для шахти «Капітальна», яка розробляє пласти другої групи по запиленості доцільно застосовувати згідно рекомендацій [1] для зниження пилоутворення у цьому технологічному процесі у підготовчих і очисних вибоях зрошування підвищеної ефективності (з подачею води у зону різання) і додатково попереднє зволоження в очисних вибоях. Найпростіший із заходів по зниженню вмісту зваженого пилу у виробках – це провітрювання.

Розрахуємо витрати повітря для провітрювання лав за пиловим чинником [1]

$$Q_{\text{оч}} = 60 \cdot v_{\text{опт}} \cdot S_{\text{оч}}, \text{ м}^3/\text{хв} \quad (1)$$

де  $v_{\text{опт}}$  – оптимальна швидкість повітря в призабойном просторі лави, яка дорівнює  $v_{\text{опт}} = 1,6 \text{ м/с}$

$$Q_{\text{оч}} = 60 \cdot 1,6 \cdot 2,5 = 120 \text{ м}^3/\text{хв}$$

Витрата повітря за кількістю людей одночасно працюючих в очисному забої:

$$Q_{\text{оч}} = 6 \cdot n_{\text{оч}}, \text{ м}^3/\text{хв} \quad (2)$$

де  $n_{\text{оч}}$  – найбільше число людей працюючих в лаві, чол;

$$Q_{\text{оч}} = 6 \cdot 30 = 180 \text{ м}^3/\text{хв}$$

Витрата повітря для провітрювання виїмкової ділянки за кількістю людей, має задовольняти умові [1]:

$$Q_{\text{уч}} \geq 6 \cdot n_{\text{уч}}, \text{ м}^3/\text{хв},$$

де  $n_{\text{уч}}$  – мінімальне число людей, які одночасно працюють на виїмковій ділянці, чол;

$$1092,8 \geq 6 \cdot 40 = 240 \text{ м}^3/\text{хв}.$$

Розрахуємо витрати повітря для провітрювання очисних виробок і виїмкових ділянок за іншими обмежуючими факторами.

Витрата повітря для розведення метану в лаві до допустимого значення має бути: [2]:

$$Q_{\text{оч}} = \frac{100 \cdot I_{\text{оч.р}} \cdot K_H}{(C - C_0) \cdot K_{\text{оз}}}, \text{ м}^3/\text{хв} \quad (3)$$

де  $I_{\text{оч.р}}$  – очікуване середнє газовиділення в очисній виробці,  $\text{м}^3/\text{хв}$ ;

$K_H$  – коефіцієнт нерівномірності газовиділення;

$K_{\text{оз}}$  – коефіцієнт, що враховує рух повітря по частині виробленого простору, що примикає до привибійного,  $K_{\text{оз}} = 1,2$ ;

$$K_H = 1,94 \cdot I^{-0,14} \quad (4)$$
$$K_H = 1,94 \cdot 1,47^{-0,14} = 1,838$$

$$Q_{\text{оч}} = \frac{100 \cdot 1,47 \cdot 1,838}{(1 - 0,05) \cdot 1,2} = 241,6 \text{ м}^3/\text{хв}.$$

Тобто остаточно приймаємо найбільше значення  $Q_{\text{оч}} = 241,6 \text{ м}^3/\text{хв}$  і перевіримо його за умовою:

$$Q_{\text{оч min}} k_{03} \leq Q_{\text{оч}} \leq Q_{\text{оч max}} k_{03},$$

$$\text{де } Q_{\text{оч max}} = 60 \cdot v_{\text{max}} \cdot S_{\text{оч}},$$

$v_{\text{max}}$  – максимально допустима середня швидкість руху повітря в призабойному просторі, м/с;

$$Q_{\text{оч max}} = 60 \cdot 4 \cdot 2,5 = 720 \text{ м}^3/\text{хв}$$

$$Q_{\text{оч min}} = 60 \cdot S_{\text{оч}} \cdot g_{\text{min}}, \text{ м}^3/\text{хв}$$

$$Q_{\text{оч min}} = 60 \cdot 2,5 \cdot 0,25 = 37,5 \text{ м}^3/\text{хв}$$

Тобто оскільки  $37,5 \leq 241,6 \leq 720$  - умова виконується.

Розрахунки показують, що об'ємна витрата  $Q > 240 \text{ м}^3/\text{хв}$  має забезпечити ГДК пилу у повітрі робочої зони гірників, але статистика профзахворювань свідчить, що це не відповідає дійсності. Для ліквідації цієї ситуації треба більш ретельне втілення комплексу протипилового захисту, важливішою складовою, по всій видимості, мають бути організаційні заходи.

*Список використаної літератури:*

1. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. –ДНАТО – К.: Основа, 1994. –186с.
2. Правила безпеки у вугільних шахтах: НПАОП 10.0-1.01–05: затв. Держкомітетом України з нагляду за охороною праці 16.11.05. – К., 2005. – 398с.

УДК 622.245.4

**Куливар В.В.**, аспірант, **Деревягина Н.И.**, канд. техн. наук, доцент,  
**Пост Л.В.**, магістр, Национальный технический университет «Днепровская  
политехника», г. Днепр, Украина

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННОГО РАСЧЕТА ИНИЦИИРОВАНИЯ БРИЗАНТНЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫМИ ВЗРЫВЧАТЫМИ КОМПОЗИТАМИ**

*Аннотация. Изложены результаты физико-математического моделирования механизма инициирования штатных взрывчатых веществ передачей детонации светочувствительным взрывчатым композитом, в котором детонация была возбуждена лазерным моноимпульсным излучением (длина волны излучения 1,06 мкм, время воздействия 11 нс). Использовалась схема расчета метода «крупных частиц», которая позволяет устранять необходимость выделения таких особенностей как, например, фронт ударной волны, сильной волны разрежения и т.д. Проводимые исследования и полученные результаты имеют важное значение для создания средств инициирования и в первую очередь оптических детонаторов.*

*Ключевые слова: детонация, метод крупных частиц, моделирование, оптический детонатор*

Численные расчеты системы уравнений газовой динамики и химической кинетики проводились в цилиндрической системе координат на примере оптического детонатора, конструкция которого не отличается от штатных капсулей-детонаторов. Использовалась схема расчета метода «крупных частиц», которая имеет 1-й порядок точности, однако позволяет устранять необходимость выделения особенностей, таких как фронт ударной волны, сильной волны разрежения. Другими словами, разностная схема проявляет свою собственную «вязкость», за счет которой разрывы гидродинамических и термодинамических характеристик задачи «размываются» на 3-4 расчетных очага.

На рис. 1 показаны профили давления по оси оптического детонатора для различных промежутков времени после начала действия лазерного импульса. Представленные графики соответствуют следующим параметрам ОД: диаметр гильзы – 7 мм, масса навески ТЭНа – 0,5 г, масса навески светочувствительного взрывчатого композита (СВК) – 0,2 г. Выход детонационной волны на заряд ТЭНа происходит через 03,6 мкс. Часть работ в области синтеза светочувствительных взрывчатых композитов опубликована в работах М.Илюшина, в том числе, в [1-8]. Результаты исследований закономерностей инициирования ВВ, физико-математического моделирования, методик проведения экспериментов и апробации лазерного инициирования на практике приведены в [9-17],

На рис. 2 приведен для иллюстрации физического процесса инициирования ТЭНа взрывом заряда СВК для случая, когда масса навески СВК меньше порогового значения быстрого проникновения – до 0,7 мкс. В дальнейшем давление продуктов химического разложения снижается (1,2 мкс), что ведет к затуханию процесса инициирования. Такой режим работы наблюдался в экспериментах.

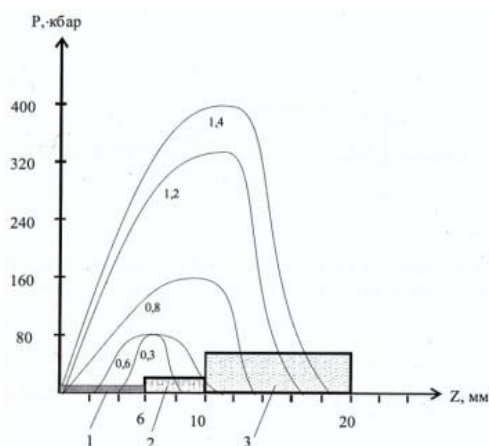


Рисунок 1- Срабатывание ОД. Показаны профили давления вдоль оси детонатора с указанным временем: 1 – световод; 2 – СВК; 3 – ТЭН

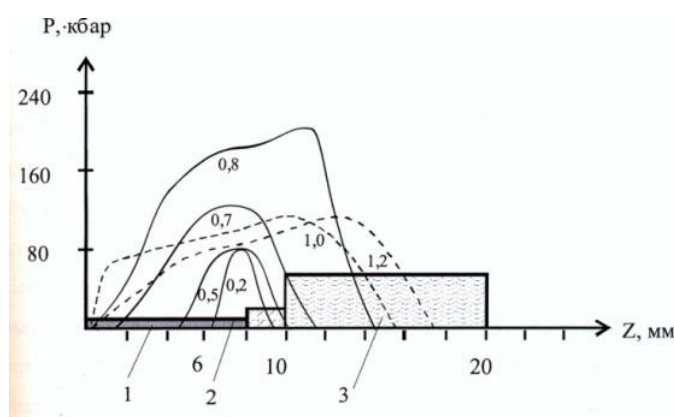


Рисунок 2 - Несрабатывание ОД [8]. Профили давления вдоль оси детонатора: 1 – световод; 2 – СВК; 3 – заряд ТЭНа

Надежное инициирование ТЭНа определяется массой заряда СВК и практически не зависит от его размеров. Увеличение концентрации полимера снижает инициирующую способность СВК [11]. Экспериментальные оптические детонаторы, построенные по традиционной схеме «первичное ВВ-вторичное ВВ, предназначенные для лазерных систем инициирования, являются не единственным вариантом исполнения. Мощные светочувствительные композиты вполне способны выполнять функцию и вторичного ВВ, что упрощает конструкцию детонатора.

К сожалению, в данной работе не удалось в полном объеме использовать метод численного расчета из-за отсутствия достоверной информации об уравнении состояния светочувствительных взрывчатых композитов и кинетических параметров химических превращений в условиях быстрого действия инициирующего фактора – лазерного импульса. Поэтому результаты расчетов следует рассматривать как качественные, которые, однако, позволяют определить направление работы по усовершенствованию оптических детонаторов.

*Список используемой литературы:*

1. Chernaj, A.V., Sobolev, V.V., Ilyushin, M.A., Zhitnik, N.E. The method of obtaining mechanical loading pulses based on a laser initiation of explosion of explosive coatings// *Fizika Goreniya i Vzryva* Volume 30, Issue 2, March 1994, Pages 106-111
2. Chernaj, A.V., Sobolev, V.V., Ilyushin, M.A., Zhitnik, N.E. Generating mechanical pulses by the laser blasting of explosive coating // *Combustion, Explosion, and Shock Waves* Volume 30, Issue 2, March 1994, Pages 239-242
3. Chernaj, A.V., Sobolev, V.V. Laser method of profiled detonation wave generation for explosion treatment of materials // *Fizika i Khimiya Obrabotki Materialov* Issue 5, September 1995, Pages 120-123
4. Chernaj, A.V., Sobolev, V.V., Ilyushin, M.A., Zhitnev, N.E., Petrova, N.A. On the mechanism of ignition of energetic materials by a laser pulse // *Chemical Physics Reports* Volume 15, Issue 3, 1996, Pages 457-462
5. Chernaj, A.V., Sobolev, V.V., Chernaj, V.A., Ilyushin, M.A., Dlugashek, A. Laser initiation of charges on the basis of di-(3-hydrazino-4-amino-1,2,3-triazol)-copper (II) perchlorate // *Fizika Goreniya i Vzryva*. Volume 39, Issue 3, 2003, Pages 105-110
6. Термоэлектрическая обработка минералов и горных пород /О.В.Орлинская, В.В.Соболев, А.В.Чернай. —Днепропетровск: НГА Украины, 1999.— 93 с.
7. Соболев В.В., Куливар В.В., Кириченко А.Л. Первичные взрывчатые вещества для лазерных систем инициирования // *Матеріали II Міжнародна науково-технічна інтернет-конференція «Інноваційний розвиток гірничодобувної галузі»*, – Кривий Ріг: Криворізький національний університет, 2017. – С.166.
8. Кириченко А.Л., Куливар В.В., Соболев В.В. Взрывчатые композиты, высокочувствительные к импульсному лазерному излучению // *Вісті Донецького гірничого інституту*. -2017. – 32 (41). – С. 138-146.
9. Некоторые физические особенности лазерного зажигания светочувствительных взрывчатых веществ / А.Л.Кириченко, В.В.Соболев, В.В.Куливар // *Матеріали II Міжнародна науково-технічна інтернет-конференція «Інноваційний розвиток гірничодобувної галузі»*, – Кривий Ріг: Криворізький національний університет, 2017. – С.156.
10. Sobolev V., Bilan N., Kirichenko O. (2014) Mechanism of additional noxious fumes formation when conducting blasting operations in rock mass// *Progressive Technologies of Coal, Coalbed*

- Methane, and Ores Mining.. Published by CRC Press/Balkema, The Netherlands, 2014. - 521 p. - P. 471-477. ISBN: 978-1-138-02699-5 (Hbk), ISBN: 978-1-315-74031-7.
11. Чернай А.В., Соболев В.В., Илюшин М.А., Житник Н.Е., Петрова Н.А. К вопросу о механизме зажигания взрывчатых составов лазерным моноимпульсом // Химическая физика. – 1996. – Т.15, №5. – С.134-139.
12. Чернай А.В., Соболев В.В., Чернай В.А., Илюшин М.А., Длугашек А. Лазерное инициирование взрывчатых составов на основе ди(3-гидразино-4-амино-1,2,3-триазол)меди (II) перхлората // Физика горения и взрыва. – 2003. – №3. – С.105-110.
13. Фізика гірських порід / В.В.Соболев, О.В.Скобенко, С.Я.Іванчішин. – Дніпропетровськ: Поліграфіст, 2003. – 255 с.
14. Chernai, A.V., Sobolev, V.V., Chernaj, V.A., Ilyushin, M.A., Dlugashek, Laser ignition of explosive compositions based on di-(3-hydrazino-4-amino-1,2,3-triazole)-copper(II) perchlorate // Combustion, Explosion and Shock Waves Volume 39, Issue 3, May 2003, Pages 335-339.
15. Sobolev V., Shiman L.N., Nalisko N. // N. Kirichenko A.L. (2017) Computational modeling in research of ignition mechanism of explosives by laser radiation // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, – 2017,–№6. – P. 53-60.
16. Sobolev V., Chernay A., Studinski N. OPSIN – a new system of blast-hole change blasting in explosives // 5-th International symposium on mine planning and equipment + selection. San Paulo. – Brazil, 1996. – P.441-443.
17. Куливар В.В., Соболев В.В., Кириченко А. Л. Использование явления взаимодействия лазерного излучения с высокоэнергетическими веществами в технике взрывного дела // Матеріали II Міжнародна науково-технічна інтернет-конференція «Інноваційний розвиток гірничодобувної галузі», – Кривий Ріг: Криворізький національний університет, 2017. – С. 162.

УДК 621.797

**Куливар В.В.,** аспирант, **Лодянов В.С.,** магистр,  
Национальный технический университет «Днепропетровская политехника»,  
г. Днепр, Украина

## **ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНИЦИИРОВАНИЯ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ ЛАЗЕРНЫМ ИМПУЛЬСНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ**

*Аннотация. Создание надежных в эксплуатации, прецизионных и относительно безопасных в обращении оптических детонаторов для лазерных систем инициирования зависит от взрывчатых и физико-химических свойств светочувствительных взрывчатых композитов – нового класса первичных инициирующих взрывчатых веществ. Построена модель передачи детонации от взрывчатых композитов к вторичным взрывчатым веществам.*

*Ключевые слова: светочувствительные композиты, лазер, моноимпульс, поглощение излучения*

Взрывчатые вещества (ВВ) и синтезированные относительно недавно светочувствительные взрывчатые композиты [1-5] представляют собой рассеивающую среду, которая для лазерного излучения с длиной волны,

лежащей в области прозрачности вещества, является диффузно рассеивающей с плотной упаковкой рассеивателей. Причем, источником рассеяния, в основном, являются грани монокристаллов ВВ, которые и определяют режим освещенности в объеме взрывчатого вещества [6].

Такие среды резко отличаются от прозрачных для лазерного излучения диэлектриков [7-9], пробой которых в поле лазерного излучения определяется процессами поглощения излучения микронеоднородностями вещества.

В результате многократного рассеяния фотонов в приповерхностном слое объема ВВ формируется "ореол" освещенности (зона плавного изменения освещенности), уровень которой может быть немного выше поверхностной. Снижение освещенности в направлении распространения излучения более плавное, чем то, что дает закон Бугера. Только в глубинном режиме распределение освещенности близко к бугеровскому. Глубина зоны плавного изменения освещенности уменьшается при увеличении показателя поглощения ВВ и уменьшении показателя рассеяния. Другими словами, увеличение прозрачности образцов ВВ способствует формированию протяженной зоны высокой освещенности. При уменьшении диаметра лазерного пучка начиная с некоторого предельного значения, глубина этой зоны уменьшается, однако, остается конечной даже для очень узких пучков. Таким образом, режим освещенности, который устанавливается в приповерхностном слое взрывчатого вещества, определяет особенности лазерного инициирования (размерный эффект, повышение чувствительности и уменьшение задержек подрыва с ростом прозрачности образцов ВВ и т.д.), суть которого сводится к следующему.

В результате лазерного воздействия происходит быстрый нагрев ( $\sim 10^{-8}$  с) оптических микронеоднородностей (инородные включения, химические примеси, скопления дислокаций, точечные дефекты структуры и т.д.), содержащихся в объеме монокристаллов ВВ, что ведет к деформационным нарушениям (заведомо несовершенной) структуры ВВ, сопряженной со структурой неоднородностей. Эти процессы формируют очаг зажигания, если волны разгрузки не успеют вернуть кристаллическую структуру в исходное состояние [10-12]. Поэтому, чем более обширная зона высокой освещенности, тем более благоприятнее условия для инициирования ВВ.

Способ лазерного инициирования прошел апробацию в области обработки металлов взрывом: сварка тонкостенных труб, упрочнение поверхности стальных изделий сложной формы, нанесение маркера в микроструктуре металлов; в области ударно-волнового синтеза алмаза [13, 14] и др.

#### *Список используемой литературы*

1. Кириченко А.Л., Куливар В.В., Соболев В.В. Взрывчатые композиты, высокочувствительные к импульсному лазерному излучению // Вісті Донецького гірничого інституту. – 2017. – №2(41). – С. 138-145.
2. Chernai, A.V., Sobolev, V.V., Chernaj, V.A., Ilyushin, M.A., Dlugashek, A. (2003) Laser ignition of explosive compositions based on di-(3-hydrazino-4-amino-1,2,3-triazole)-copper(II) perchlorate. *Combustion, Explosion and Shock Waves* Vol. 39, Issue 3, May 2003, Pages 335-339.

3. Chernai, A.V., Sobolev, V.V., Chernaj, V.A., Ilyushin, M.A., Dlugashek, A. (2003) Laser initiation of charges on the basis of di-(3-hydrazino-4-amino-1,2,3-triazol)-copper (II) perchlorate // *Fizika Goreniya i Vzryva*. Volume 39, Issue 3, 2003, Pages 105-110.
  4. Чернай А.В., Соболев В.В., Чернай В.А., Илюшин М.А., Длугашек А. Лазерное инициирование взрывчатых составов на основе ди(3-гидразино-4-амино-1,2,3-триазол)медь (II) перхлора // *Физика горения и взрыва*. – 2003. – №3. – С.105-110.
  5. OPSIN – A new system of blasthole and deep-hole charges blasting in explosives / V.V. Sobolev, A.V. Chernay, N.M. Studinsky // 5th – International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection, Sao Paulo, Brazil, 22-25 October 1996. – Sao Paulo, 1996. – P. 441-443.
  6. Sobolev V., Shiman L.N., Nalisko N.N. Kirichenko A.L. (2017) Computational modeling in research of ignition mechanism of explosives by laser radiation // *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, – 2017,–№6. – P. 53-60.
  7. Chernaj, A.V., Sobolev, V.V. Laser method of profiled detonation wave generation for explosion treatment of materials // *Fizika i Khimiya Obrabotki Materialov* Issue 5, 1995, Pages 120-123.
  8. . Chernaj, A.V., Sobolev, V.V., Ilyushin, M.A., Zhitnik, N.E. The method of obtaining mechanical loading pulses based on a laser initiation of explosion of explosive coatings// *Fizika Goreniya i Vzryva* Volume 30, Issue 2, March 1994, Pages 106-111.
  - 9.. Chernai, A.V., Sobolev, V.V., Ilyushin, M.A., Zhitnik, N.E. Generating mechanical pulses by the laser blasting of explosive coating // *Combustion, Explosion, and Shock Waves* Volume 30, Issue 2, March 1994, Pages 239-242.
  10. Соболев В., Чернай В. Явище аномально великої чутливості вибухових сполук до детонаційного перетворення при дії лазерного випромінювання // *Наукові записки*.–1998.– К.:Хрещатик.–Вип.1.–С.289–296.
  11. Чернай В.А., Соболев В.В. Аномальная чувствительность к детонационному превращению при воздействии лазерного моноимпульса–новое свойство взрывчатых составов // *Сб. науч. тр. / Запорожье*.–1997.–С.223–226.
  12. Илюшин М.А., Соболев В.В., Чернай В.А. Светочувствительные взрывчатые составы // *Тез. докл. междунар. научн.– практич. конф., г.Павлоград, 14–15 мая 1997 г.* – Павлоград, 1997. –С.36.
  13. Соболев В.В., Таран Ю.Н., Губенко С.И. Синтез алмаза в чугунах // *Металловедение и терм. обработка металлов*. – 1993. – №1. С.3-6.
  14. Sobolev V.,Taran Y., Gubenko S. Shock Wave Use for Diamond Synthesis // *Journal de Physique IV. Colloque*. – С.3. – 1997. – 7. – P.73-75.
- УДК 502/504:613.86

**Романій С.М.**, ст. викладач,  
кафедра історії та права ДВНЗ «ДонНТУ», м. Покровськ, Україна

## **ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ЇХ ВПЛИВ НА ФІЗИЧНИЙ СТАН ЛЮДИНИ**

*Анотація. В статті розглянуто проблему впливу навколишнього середовища на організм людини та один з ефективних способів її вирішення, а саме заняття фізичною культурою з усіма її складовими.*

*Ключові слова: навколишнє середовище, шкідливі речовини, екологічна ситуація, хвороба, фізична культура.*

Людське існування має нерозривний зв'язок з навколишнім середовищем. З часів свого становлення людина користувалась природними ресурсами, не завдаючи при цьому помітної шкоди довкіллю. Але з винаходом знарядь праці, збільшенням обсягу практичної діяльності, темпів наукового прогресу вплив людства на природу почав зростати та наприкінці XX століття досяг великого масштабу, що призвело до наступних негативних наслідків: забруднення атмосфери, акваторій, руйнування ґрунтових покривів, ландшафтів, зменшення лісових та біоресурсів, збільшення концентрації шкідливих речовин у біосфері.

Після аварії на Чорнобильській АЕС у квітні 1986 року екологічна криза в Україні значно поглибилась. Свідченням тому є погіршення стану здоров'я населення [1].

Тож людство, і українці зокрема, у взаємовідносинах із природою зіткнулося із серйозними проблемами. Дослідження свідчать, що вплив людини на природу вищий аніж здатність біосфери до саморегулювання і ставить під загрозу існування її як системи.

Розвиток хімічного виробництва і використання хімічних продуктів у побуті та народному господарстві призвели до забруднення довкілля різними сполуками, відходами, пластмасою. Наприкінці XX століття через забруднення навколишнього середовища відходами промислових та інших виробництв екологічна ситуація набула масштабу екологічної катастрофи. На даний час ситуація докорінно не змінилася.

За даними досліджень більшість захворювань людей зумовлені несприятливим станом навколишнього середовища і незадовільними умовами існування у промислово розвинутих центрах. Хімічні викиди підприємств, речовини, які потрапляють до організму людини з їжею призводять до його нездатності включати свої захисні функції, що, у свою чергу, створює умови для розвитку важких захворювань, зокрема злоякісних новоутворень.

Відомо, що здоров'я людини на 10-20 % залежить від спадковості, 10-20 % – від стану навколишнього середовища, 8-12 % – від рівня охорони здоров'я і 50-70 % – від способу життя. Важливу роль у захисті людини від несприятливих факторів навколишнього середовища відіграє імунна система організму. Це основа підтримання здоров'я людини. Тому, насамперед, всі сили людства загалом і окремо кожного повинні спрямовуватись на збільшення умов покращення імунітету за допомогою всіх відомих способів зміцнення здоров'я, у тому числі фізичної культури.

Забруднювачі навколишнього середовища негативно впливають на фізичний стан людини, що проявляється у вигляді алергічних реакцій, швидкого стомлення, сонливості або безсоння, апатії, неуважності, забудькуватості, зниження мовної активності, сильних перепадів настрою. Одним із способів профілактики таких явищ є виконання людиною фізичних навантажень. Будь-яка мінімальна, але регулярна фізична активність дуже корисна для здоров'я. Якщо людина недостатньо рухається, то швидкість її обміну речовин сповільнюється, а це, у свою чергу, впливає на здатність

організму регулювати рівень цукру в крові, метаболізм жирів, тиск, масу м'язів та кісток [2].

Людина самостійно займається відтворенням свого здоров'я, вона повинна за нього боротись. З раннього віку і впродовж всього свого існування необхідно вести активний спосіб життя, загартовуватися, займатися фізкультурою, виконувати правила особистої гігієни, правильно розподіляти режим праці та відпочинку, раціонально харчуватися, відмовитися від вживання алкоголю та куріння. Загальна рухова активність може включати ранкову гімнастику, фізичні тренування, роботу з самообслуговування, прогулянки. Бажано ходити по сходах пішки, бігати, танцювати, займатися йогою, виконувати силові вправи.

Для ефективного оздоровлення і профілактики захворювань необхідно вдосконалювати всі фізичні якості, а особливо – витривалість. Одночасно із загартовуванням та іншими компонентами здорового способу життя, ця фізична якість людини забезпечить організму надійний захист проти багатьох хвороб. Бо загартовування – це науково обґрунтована система використання факторів зовнішнього середовища для підвищення імунітету. Це потужний оздоровчий засіб, який підвищує тонус нервової системи, покращує кровообіг, нормалізує обмін речовин, підвищує працездатність, покращує самопочуття, настрій і надає бадьорості [3].

Якщо правильно і суворо виконувати раціональний режим праці та відпочинку, харчуватися, виробляється чіткий і необхідний ритм функціонування організму, що сприяє зміцненню здоров'я, завдяки якому людина має можливість співіснувати з сучасним навколишнім середовищем.

*Список використаної літератури:*

1. Екологічні проблеми України та шляхи їх розв'язання [Електронний ресурс] – Електрон. текстові дані – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/8178991/>, вільний
2. Як фізична активність впливає на здоров'я і які типи навантажень потрібні нам щотижня [Електронний ресурс] – Електрон. текстові дані – Режим доступу: <https://moz.gov.ua/article/health/jak-fizichna-aktivnist-vplivae-na-zdorovja-i-jaki-tipi-navantazhen-potribni-nam-schotizhnja>, вільний
3. Здоровий спосіб життя – запорука довголіття [Електронний ресурс] – Електрон. текстові дані – Режим доступу: <http://dnz8.kupyansk.info/info/page/9703>, вільний

**Рязанцев М.О.**, канд. техн. наук, доцент, **Носач О.К.**, канд. техн. наук, професор, Навчально-науковий індустріальний інститут ДВНЗ «ДонНТУ»,  
**Рязанцев А.М.**, інженер-конструктор КЗПО, м. Покровськ, Україна

## **ПЕРВИННЕ ОБВАЛЕННЯ ПОКРІВЛІ В ОЧИСНОМУ ВИБОЇ ЯК НАСЛІДОК ПУЛЬСАЦІЙНО-СПІНОВОГО РЕЗОНАНСУ ЗЕМЛІ**

*Анотація. В роботі показано, що на Землі діє пульсаційно-спіновий резонанс, при якому період (частота) обертання Землі і всіх її структурних елементів навколо власної осі на дев'ятій гармоніці співпадає з періодом (частотою) пульсації. Первинний крок обвалення конкретного породного шару при веденні очисних робіт складає дев'ять його потужностей.*

*Ключові слова: пульсація, вихро-хвильовий резонанс, власні коливання, гармоніка, породний шар, очисний вибій.*

Згідно з вимогами правил безпеки, до паспорту кріплення і управління покрівлею в очисному вибої вугільних шахт додається акт про первинне обвалення основної покрівлі. Разом з цим, офіційної загально визнаної методики визначення кроку первинного обвалення покрівлі не існує. Наочне ж визначення первинного кроку обвалення при використанні сучасних механізованих комплексів, коли доступ у вироблений простір відсутній, особливо на великих глибинах, практично не можливе. Тому дослідження з цього приводу були і залишаються дуже актуальними.

Джерелом взаємодії для будь-яких масштабних рівнів в природі є Всесвітнє універсальне вихро-хвильове поле [1]. Носіями хвильової енергії є замкнені стійкі системи резонаторного типу, здатні її локалізувати і обмінюватися нею тільки при втраті стійкості. Хвильова енергія може трансформуватись і локалізуватись у ієрархічному плані в автономних стійких підсистемах – резонаторах, які складають всю систему. За відсутністю резонансу виникає взаємодія між такими підсистемами і перехід до нової стійкої системи з новим масштабним рівнем. Взаємодія між акустичними, гідродинамічними і електромагнітними резонаторами носить абсолютно однаковий характер. Одним з прикладів макросистем, що знаходяться в стійкому резонансному стані, є Сонячна система [2,3].

Для нашої Сонячної системи саме Сонце є – джерелом хвильової енергії. Поверхня Сонця постійно пульсує з періодом  $T = 160$  хв. (частота  $0,104$  мГц), піднімаючись і опускаючись з амплітудою біля  $3$  км. Спостерігаються також більш мілкі пульсації  $T = 5$  хв.. Хвилі, створені пульсацією Сонця мають комплексний характер і впливають як на Землю в цілому, так і на всі структурні об'єкти планети, які також є резонаторами. Внаслідок цього в Землі виникають власні сфероїдальні і крутильні коливання. Сфероїдальні хвилі стискання-розширення, не пов'язані з обертанням – реактивна складова, і крутильні хвилі викривлення, не пов'язані з об'ємним розширенням – вихрова активна складова. Хвиля стискання-розширення діє по всіх напрямках ортогонально поверхні і пов'язана із зміною об'єму, під дією цієї складової Земля пульсує і

має гравітацію. Резонанс на цих хвилях півхвильовий і супроводжується повним пропусканням хвилі через межі розподілу без віддзеркалення і поглинання. Крутильні хвилі викривлення пов'язані з вихровим рухом без об'ємного розширення. Під дією цієї складової Земля обертається і деформується в поперечному відносно радіусу напрямку. Резонанс на цих хвилях хвильовий і супроводжується частковим віддзеркаленням і частковим поглинанням хвиль з перетворенням їх у власні коливання об'єкту. Вихрова хвиля може бути представлена у вигляді двох поперечних хвиль – горизонтальної (широтної) SH і вертикальної SV.

Вектор зміщень в поперечній хвилі SH (крутильні коливання) лежить на межах розподілу оболонок і шарів, що складають Землю. Ця хвиля не взаємодіє з хвилею пульсації P. Вектор зміщень в поперечній хвилі SV лежить в площині ортогональній межах розподілу і взаємодіє з хвилею пульсації P, викликаючи сфероїдальні коливання, в тому числі і резонансні явища. Сфероїдальні коливання охоплюють всю Землю, що дозволяє вивчати і гірський масив, і земну кору, і мантію, і ядро, і кожен окремий породний шар за їх власними коливаннями. При великих значеннях порядку гармоніки власні крутильні коливання можуть розглядатися як стояча хвиля Лява, а сфероїдальні коливання – як стояча хвиля Релея.

В [1] показано, що коефіцієнт затухання хвильових коливань постійний для всіх об'єктів Сонячної системи і складає  $\alpha = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/\text{кг} \cdot \text{с}^2$ , що свідчить про те, що міжпланетне середовище не є вакуумом, а виявляється жорстким середовищем, що не стискається.

Для Сонячної системи і всіх дискретних систем запропоновано універсальний хвильовий інваріант:

$$K = \frac{4\pi^2 R^2}{MT_{\pi}^2} = \left( \frac{\rho T^2}{3\pi} \right)^{-1}, \quad (1)$$

де  $R$  – радіус планет і самого Сонця;

$T_{\pi}$  – період їх коливань як нульових джерел хвильових процесів;

$M$  – маса планет і самого Сонця;

$\rho$  – щільність речовини планет і самого Сонця.

Для випадку пульсації поверхні планет як хвильових джерел нульового порядку визначено, що співвідношення

$$\frac{R^3}{MT_{\pi}^2} = \text{const}, \quad \text{і} \quad \frac{R^3}{MT_{\text{вр}}^2} = \text{const}, \quad (2)$$

де  $T_{\pi}$  – період пульсації, постійний для всіх об'єктів Сонячної системи,  $T_{\pi} = 160$  хвилин;

$T_{\text{вр}}$  – період обертання, для Землі  $T_{\text{вр}} = 24$  години (1 доба).

$$T_{\text{вр}} = n T_{\pi}; \quad (3)$$

$n$  – число, що пов'язує період обертання з періодом пульсації (порядок

гармоніки, при якому реактивна складова (хвиля пульсації ) резонує з спіральньо-вихровою складовою, для Землі  $n = 9$  (спіральньо-вихрова складова резонує тільки на непарних гармоніках).

Період пульсації резонує на парних гармоніках, що підкоряються октавному розподілу як у бік більш високих частот: 80, 40, 20, 10, 5 хв. і т.д., так і у бік більш низьких частот. 5-ти хвилинній пульсації відповідає  $1/32$  частина оберту Землі навколо власної осі на  $11,25^0$ , що дорівнює 1 куранту=45 хв. На цій основі до 1700 року будували годинники-куранти. На низьких частотах характерним є період 216 годин (9 діб), при якому Земля по орбіті навколо Сонця проходить шлях, що дорівнює довжині екватору (одному оберту навколо власної осі). На цій основі до 1700 року був побудований календар з 9-ти добовим тижнем і 40-41-добовим місяцем.

Наведене співвідношення періодів пульсації і обертання Землі навколо власної осі є новим видом резонансу, який, по аналогії з вже відомими видами резонансу можна назвати *пульсаційно-спіновим резонансом або резонансом нульового роду*.

На разі вже відомі [2-6]: *спін-орбітальний резонанс або резонанс першого роду; резонансний взаємозв'язок осьового обертання однієї планети і орбітального руху другої планети або резонанс другого роду; резонансна взаємодія процесів баріцентричного руху Сонця і осьового обертання Землі або резонанс третього роду; резонанс хвиль биття (золотого перетину); кільцевий резонанс; сонячний резонанс і юпітерів резонанс*.

На основі відкриття пульсаційно-спінового резонансу є можливість розробити методи практичного використання його співвідношень в гірничій справі.

Про резонанс на дев'ятій гармоніці в океанічних хвилях відомо давно, достатньо пригадати картину Айвазовського «дев'ятий вал». Дев'ята хвиля — найсильніша й найнебезпечніша, часто фатальна. На 9-й гармоніці обертальних коливань відбувається резонанс вертикальної складової власних поперечних коливань океану, атмосфери, літосфери [7] з пульсацією і амплітуда хвиль зростає.

Якщо погодитись з резонансною структурою Сонячної системи, то резонансний період коливань планет-резонаторів можна знайти прирівнюючи відцентрову силу обертального (вихрового) руху і силу гравітації:

$$T_{\pi} = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{\gamma M}}, \quad (4)$$

де  $R$ ,  $D$  – радіус і діаметр планети відповідно;  $T_{\pi}$  – період її коливань як нульового джерела хвильових процесів;  $M$  – маса планети,  $\gamma$  – гравітаційна константа.

Для Землі як твердої кулі отримаємо  $T_{\pi} = 84,38$  хв. Середня швидкість поширення пульсації в надрах Землі складе:

$$V_p = \frac{2D}{T_{\pi}} = 2 \cdot 12700 / 84,38 \cdot 60 = 5,02 \text{ км/с.} \quad (5)$$

Середня швидкість поширення вихрової поперечної хвилі власних коливань в надрах Землі складе:

$$V_s = \frac{D}{T_{\Pi}} = 12700/84,3 \cdot 60 = 2,51 \text{ км/с.} \quad (6)$$

В силу приливних явищ збоку баріцентру сонячної системи прискорення силою тяжіння на Землі змінюється в часі з періодом 12 годин (рис.1а). За три періода до землетрусу або інших геодинамічних явищ відбувається резонансне збільшення позитивного приросту сили тяжіння вдвічі протягом одного періоду і порушення знакозміності, потім поступове зменшення приросту сили тяжіння до сталої позитивної величини протягом періоду і утримання цієї величини постійною протягом  $\frac{3}{4}$  періоду. Після цього відбувається землетрус із зміною знаку приросту сили тяжіння і знакозмінний коливальний процес поновлюється. Аналогічна картина спостерігається при руйнуванні порід в умовах об'ємного стискання. За три періода до руйнування спостерігається резонансне зростання приросту деформацій на порядок, зміна знаку приросту деформації супроводжується ударною хвилею і динамічним руйнуванням.

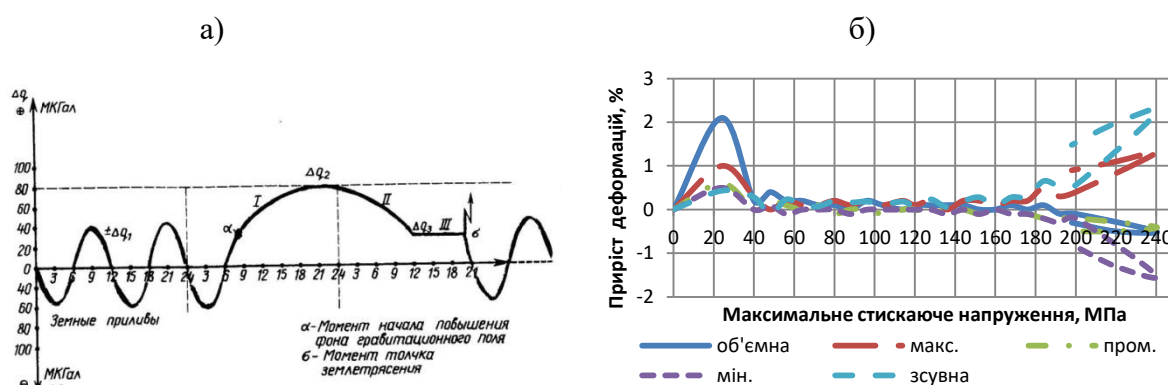


Рисунок 1 – Зміни гравітаційного поля Землі в часі перед землетрусом (а) і приросту деформацій при руйнуванні пісковика при  $\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3 = 20 \text{ МПа}$  (б)

Як показано вище, період пульсації Землі, як твердої кулі складає 84,38 хв. Якщо на 9-й гармоніці власних поперечних коливань літосфери виникає резонанс, то «дев'ятий вал» переміщується з періодом 12,6 год., що практично співпадає з періодом припливу від баріцентру Сонячної системи. З цієї причини найбільший сплеск акустичної активності в гірському масиві спостерігається об 11<sup>00</sup> (рис.2а) і повторюється через кожні 6 годин (17<sup>20</sup>; 0<sup>20</sup>; 6<sup>20</sup>). При тривалих спостереженнях максимумами акустичної активності повторюються через кожні 4 доби (рис.2б), що відповідає частоті  $7 \times 10^{-5} \text{ Гц}$ .

Вказані закономірності дають змогу прогнозування резонансного періоду коливань і довжини хвилі будь-якого структурного елементу земної кори і гірського масиву. Так для пласта  $l_1$  в покрівлі якого залягає потужний пісковик біля  $h = 28,7 \text{ м}$  (рис.3а), період пульсації складе

$$T_{\Pi} = \frac{2h}{V_p} = 2 \cdot 28,7 / 5002 = 0,0115 \text{ с.} \quad (7)$$

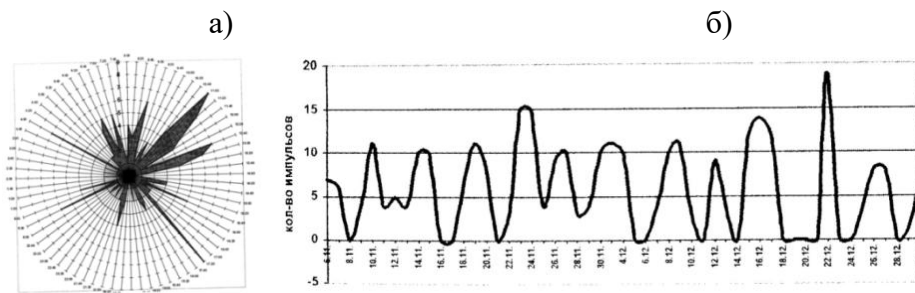


Рисунок 2 - Зміни кількості акустичних імпульсів протягом доби при інтервалі осереднення 20 хв. (а) і в часі при тривалому спостереженні (б) в гірському масиві 1-го північного конвеєрного штреку блоку №3 ПрАТ «ШУ «Покровське»

Резонансний період поперечних коливань  $T_s = 9T_{\pi} = 9 \cdot 0,0115 = 0,1033 \text{ с}$ .

Резонансна довжина поперечної хвилі (розмір структурного блоку і крок первинного обвалення)

$$\lambda = V_s T_s = 2501 \cdot 0,1033 = 258 \text{ м.} \quad (8)$$

Амплітуда коливань при цьому досягає (1,5-2)% потужності пласта або  $\leq 0,6 \text{ м}$ .

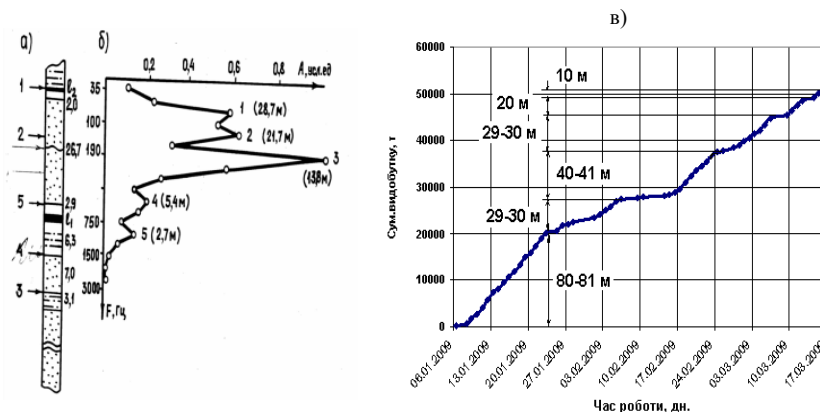


Рисунок 3 - Резонансні частоти порід покрівлі пласта  $\ell_1$  (б) та акумулююча крива видобутку у 1-й лаві центрального бремсбергу пласта  $\ell_1$  шахти «Капітальна» і кроки обвалення порід покрівлі (в)

Після первинного обвалення кроки обвалення консолей, що зависають, в сталому режимі співпадають з потужністю шарів, на які розшарувалась породна товща покрівлі, довжина консолей, що зависають, не перевищує 1,618 м.

Фактичні кроки обвалення покрівлі пласта  $\ell_1$  в межах шахт «Капітальна», №5/6 тощо повністю співпадають з розрахунками.

**Висновок.** Всі геодинамічні процеси на Землі від збільшення акустичної активності до обвалень порід і геодинамічних явищ пов'язані з пульсаційно-спіновими і спін-орбітальними резонансами. Найбільша резонансна амплітуда коливань спостерігається на дев'ятій гармоніці (так званий «дев'ятий вал»).

*Список використаної літератури:*

1. Кумченко Я.А. Технология и обоснование необходимости мониторинга космической погоды для прогнозирования локальных земных катастроф /Я.А. Кумченко //Авиационно-космическая техника и технология, 2009. №4 (61).- С.95-104.
2. Бутусов К.П. Новая инварианта, единая для электромагнитных и гравитационных систем /К.П. Бутусов //ЖРФМ, 1995.- С.1-6.
3. Молчанов А.М. Резонансы многочастотных колебаний //ДАН СССР.1966.-Т.168.- №2. – С.284-287.
4. Хлыстов А.И., Клиге Р.К., Сидоренков Н.С. Резонанс третьего рода в Солнечной системе. <http://lnfm1.sai.msu.ru/grav/russian/life/chteniya/sagit2011/Hlystov2011.pdf>
5. Сухарев В. Миром правит закон космических резонансов. Кн.1 /В. Сухарев.- М.: Амрита, 2012.- 288с.
6. Никольский Г.А. О пятом взаимодействии /Материалы междунар.научн.конф. «Торсионные поля и информационные взаимодействия -2009». Хоста-Сочи, 25-29 августа 2009г. – М.: 2009.- С.56-75.
7. Ермоленко С.И. Собственные колебания атмосферы и Земли по барометрическим и сейсмометрическим даным. /Дис.канд.физ.-мат.наук.Санкт-Петербург: 2016.-90с.

УДК 622.867.2

**Рясний В.М.**, канд. техн. наук., с.н.с., завідувач лабораторії,  
Науково-дослідний інститут безпеки праці та екології в гірничорудній і  
металургійній промисловості ДВНЗ КНУ, м. Кривий Ріг, Україна

**Чухарєв С.М.**, канд. техн.наук, доцент,  
Національний університет водного господарства та природокористування,  
м.Рівне, Україна

**Євстратенко І.А.**, к.т.н., командир загону,  
Державний воєнізований гірничорятувальний (аварійно-рятувальний) загін  
Державної служби України з надзвичайних ситуацій, м. Кривий Ріг, Україна

## **ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ГІРНИКІВ**

*Анотація. Розроблений та впроваджений «План технічного прогресу гірничорятувальної служби на період до 2020 року». Проведений аналіз його виконання.*

*Ключові слова: гірничорятувальна служба, гірничі підприємства, ліквідація аварій, протипожежний захист.*

Підземні гірничі роботи на шахтах Кривбасу наближаються до глибини 1500 метрів. У зв'язку зі зниженням рівня гірничих робіт підвищується гірничий тиск, викликаючи погіршення гірничо-геологічних та гірничотехнічних умов розробки родовищ корисних копалин. Рівень технічної оснащеності гірничорятувальників, які є осередком безпеки гірничих робіт, не завжди відповідає сучасним вимогам науково-технічного прогресу.

З метою подальшого підвищення рівня безпеки праці гірників, ефективності та надійності дій підрозділів ВГРС, переоснащення їх сучасними технічними засобами та обладнанням, НДІБПГ КНУ, разом з ДВГРЗ ДСНС опрацювали “План технічного прогресу гірничорятувальної служби на період до 2020 року”.

Розроблений план складається з трьох розділів, які включають 15 науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт (НДДКР).

По першому розділу “Підготовка шахт до ліквідації аварій та їх протипожежний захист” передбачено виконання чотирьох НДДКР, пов'язаних з:

- розробленням та впровадженням сучасної системи радіосповіщення гірників про аварії (аварійні ситуації) в шахті;
- розробленням систем автоматичного пожежогасіння найбільш пожежонебезпечних об'єктів, які обслуговуються ВГРС, та інших засобів пожежогасіння.

На сьогодні розроблено і успішно впроваджено:

- комплекс шахтного радіозв'язку та аварійного сповіщення «Весна-Ш1» (підприємство-співвиконавець та виробник ВАТ «Інтерінком», м.Дніпропетровськ);
- систему автоматичного порошково-газового пожежогасіння АСП для маслостанцій, електропідстанцій, кабельних каналів;
- систему автоматичного порошково-газового пожежогасіння модульного типу МУП-50 для протипожежного захисту приводних станцій конвеєрних трактів, розташованих на денній поверхні (галерей та естакад дробильних, дробильно-збагачувальних фабрик та інших об'єктів (підприємством-співвиконавцем та виробником АСП та МУП-50 є ТОВ «Енергія» (м.Лиман));
- універсальну пересувну (на рейковому ході) водо-пінно-порошкову пожежогасильну установку УПП-600/750 (підприємство-виробник ТОВ «Техномаш», м.Жовті Води).

По другому розділу “Гірничорятувальна техніка та гірничошахтне обладнання” виконуються 11 науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт. На сьогодні успішно опрацьовані:

- малогабаритний монорейковий підйомник ПГР-350, призначений для ведення рятувальних робіт у підняттявих виробках, що проходяться механізованим способом за допомогою комплексів типу КПП (підприємство-виробник ТОВ «Техномаш», м.Жовті Води);
- універсальна гірничорятувальна лебідка ЛГРУ-100РВМ з пристроєм для масової евакуації гірників в аварійних ситуаціях (підприємство-виробник ТОВ «Техномаш»);
- розбірний металевий армувальний комплекс для швидкого зведення ходового каналу у вертикальних виробках “Хід-100 РВМ” та на його базі комплекс обладнання для проходки в одне відділення короткометражних (на висоту до 20 м) підняттявих гірничих виробок КОПВ-20РВМ (підприємство-виробник ТОВ «Технотрон», м.Жовті Води);

- універсальний апарат для провітрювання, нейтралізації шкідливих газів та пилознешкодження під час проведення підняткових гірничих виробок УПА-1М;

- система ежекторного провітрювання та нейтралізації продуктів вибуху під час проведення горизонтальних гірничих виробок (на базі високонапірних ежекторів ЕПГ-2П);

- стаціонарні та переносні пункти аварійного повітропостачання ПАПП-2 та ПАПП-10;

- удосконалений (модернізований) варіант пристрою для дистанційного відбору проб повітря та експресаналізу якісного його складу на робочому місці прохідника перед початком робіт ПДКСП-20/80РВМ (підприємство-виробник ТОВ «Технотрон», м.Жовті Води);

- засіб для безвибухового руйнування негабаритів гірничих порід, а також бетонних чи залізобетонних будівельних конструкцій (наприклад, фундаментів, блоків та ін.).

У теперішній час НДІБПГ КНУ разом з ДВГРЗ ДСНС завершують роботи, пов'язані з розробленням універсальної гірничорятувальної перемички багатоцільового призначення, а також комплексу засобів для транспортування обладнання (оснащення, матеріалів, тощо), а також евакуації постраждалих по горизонтальних гірничих виробках (гірничорятувальна дрезина з ножним механічним приводом, малогабаритні візки блочно-модульного типу вантажопідйомністю 50-100 кг, універсальний розкладний візок вантажопідйомністю до 800 кг, пристрій для розкріплення носилок з постраждалим в шахтних вагонетках).

Разом з підприємством-співвиконавцем ВП «Автоматика та машинобудування» (м.Жовті Води) національної енергогенеруючої компанії «Енергоатом» проводяться завершальні роботи, пов'язані з проведенням державних приймальних випробувань та впровадженням мобільної підйомної установки для ліквідації аварій та порятунку людей у вертикальних стволах шахт глибиною до 1500 м МАСПУ-1,5/1500 та комплексу спеціального обладнання для телевізійної інспекції шахтних вентиляційних стволів, неоснащених механізованими підйомами, МКТС-0,5/1500 з можливістю його використання в аварійних ситуаціях.

Вищевказані розробки пройшли всі етапи, передбачені державними стандартами України, в тому числі державні приймальні випробування.

Останній (третій) розділ «Плану технічного прогресу...» присвячено розробці нормативно-методичних документів. Зокрема, на сьогоднішній час розроблені та впроваджені:

- «Настанова з організації контролю безпечного стану устаткування вертикальних стволів та підйомних установок шахт»;

- «Настанова з організації контролю безпечного стану підйомних установок та устаткування похилих стволів шахт і ЦПТ гірничо-збагачувальних комбінатів»;

- «Настанова з проектування вентиляції рудних шахт»;

- «Інструкція з безпечного виконання робіт під час проведення підняттяєвих виробок із застосуванням прохідницьких комплексів»;

- «Інструкції з охорони праці для персоналу, зайнятого оглядом, обслуговуванням і ремонтом обладнання підйомних комплексів шахт»;

- «Методичне керівництво з проектування протипожежного захисту шахт та підземних об'єктів ЦПТ гірничо-збагачувальних комбінатів»;

- «Методичне керівництво з проектування протипожежного захисту кар'єрів з видобутку рудних і нерудних корисних копалин, об'єктів технологічного циклу та інших об'єктів гірничо-збагачувальних комбінатів».

Таким чином, план технічного прогресу ВГРС охоплює широке коло проблем, реалізація яких буде сприяти значному підвищенню боєздатності гірничорядувальних підрозділів, їх ефективності та оперативності, що в кінцевому результаті підвищить рівень безпеки праці гірників та протиаварійного (в тому числі протипожежного) захисту гірничорудних підприємств.

УДК 622.023.25

<sup>1</sup>Сергієнко О.І., к.т.н., доц., <sup>2</sup>Когтева О.П., аспірант, <sup>1</sup>Скакун Д.В., магістр,  
<sup>1</sup>Навчально-науковий індустріальний інститут ДВНЗ «ДонНТУ»,  
м. Покровськ, Україна,  
<sup>2</sup>ДВНЗ «ДонНТУ», м. Покровськ, Україна

## **ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ГІРСЬКИХ ПОРІД НАВКОЛО ОДИНОЧНОЇ ВИРОБКИ ПРИ ЗМІНИ ЇХ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ**

*Анотація. Представлені результати чисельного моделювання напружено-деформованого стану масиву навколо виробки при різних фізико-механічних властивостях гірських порід.*

*Ключові слова: фізико-механічні властивості, напружено-деформований стан, напруження, деформації, водонасиченість порід, чисельне моделювання.*

Прогнозування обвалення гірських порід в очисних вибоях та стійкість гірничих виробок залишається актуальним питанням по теперішній час.

Аналіз сучасних досліджень впливу вологи на фізико-механічні властивості порід показав: насичення рідиною значно впливає на пружність гірських порід. Було встановлено, що тривале вологонасичення значно зменшує опір стисненню. Також доведено, що при водонасиченні порід вони мають більший розкид середніх значень коефіцієнтів варіації, ніж у сухому стані [1]. Автор роботи [2], спираючись на дослідні дані, вважає, що зміна пружних

властивостей гірських порід, обумовлених ступенем вологості, носить суттєво нелінійний характер. При низьких рівнях водонасичення пружні властивості показують достатньо швидко зміну – зменшення модуля Юнга та збільшення коефіцієнта Пуассона. В роботі [3] дослідження стосуються впливу початкового пошкодження на міцність та інші механічні показники та їх зміни від характеру мікротріщин. Автори B.Vásárhelyi, M.Davarpanah [4] дійшли висновку – деякі механічні параметри гірської породи залежать від ступеня насиченості водою, але не найменше залежність зумовлена складом самої породи.

Отже, метою цих наукових досліджень є визначення впливу змінення їх фізико-механічних властивостей на напружено-деформований стан гірських порід навколо гірничих виробок.

В результаті лабораторних досліджень з визначення впливу вологи на фізико-механічні властивості гірських порід отримані наступні результати: при навантаженні сухого зразка відбувається крихке руйнування, а для вологих проб спостерігається наявність пластичної деформації, коли при її збільшенні, напруження майже не змінюється, але зменшується приблизно у два рази в порівнянні з самою межею міцності. Механічні властивості при зволоженні пісковику, вологоємність якого досягає діапазону 2–3%, мають наступні середні значення: межа міцності на стиснення зменшується майже у 2 рази; модуль пружності зменшується – у 4 рази; – коефіцієнт поперечної деформації збільшується у 2,3 рази.

Отримані дані механічних властивостей пісковику при впливі на них вологи, можна враховувати при математичному моделюванні напружено-деформованого стану гірського масиву, зокрема для пісковику, в умовах ВП «Шахти «Капітальна» ДП "Мирноградвугілля" Донецького вугільного басейну.

У якості розрахункової схеми чисельного моделювання використаємо одиночну польову виробку пройдено у пісковику (рис. 1). Бічне напруження утворюється за рахунок поперечних деформацій.

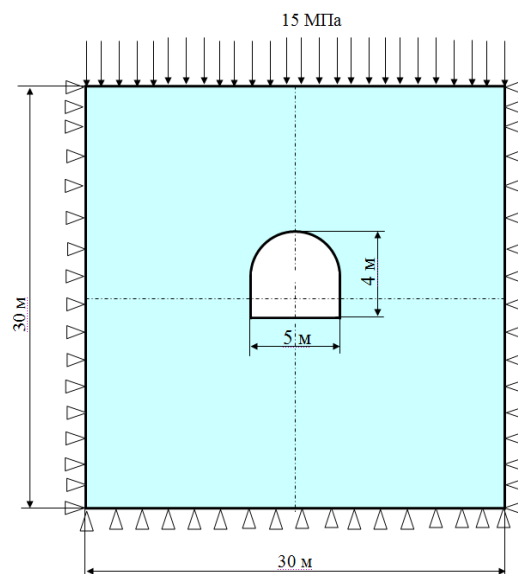
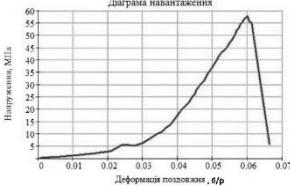
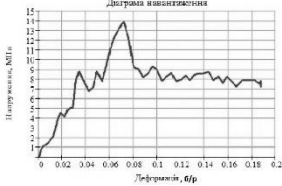
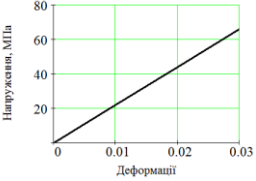
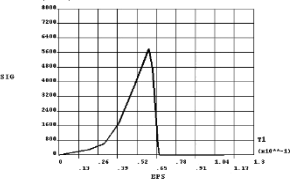
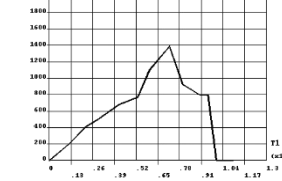


Рисунок 1 – Розрахункова схема та граничні умови для чисельного моделювання.

Для визначення напружено-деформованого стану навколо виробки використаємо три моделі (А, Б, В), з різними механічними властивостями (табл. 1) за допомогою програмного забезпечення ANSYS.

Таблиця 1 - Механічні властивості використаних моделей при чисельному аналізі

| Механічні властивості                                                  | Пружні властивості                                                                 | Мультілінійні властивості                                                           |                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                        |                                                                                    | Сухий масив                                                                         | Вологий масив                                                                        |
|                                                                        | <b>Модель А</b>                                                                    | <b>Модель Б</b>                                                                     | <b>Модель В</b>                                                                      |
| Модуль пружності Е, ГПа                                                | 2.2                                                                                | 2.2*                                                                                | 0.5*                                                                                 |
| Коефіцієнт поперечних деформацій $\mu$                                 | 0.18                                                                               | 0.18*                                                                               | 0.38*                                                                                |
| Діаграма навантаження лабораторних досліджень $\sigma(\varepsilon)$    | —                                                                                  |   |   |
| Діаграма навантаження для чисельного аналізу НДС $\sigma(\varepsilon)$ |  |  |  |

\* – При максимальному навантаженні зразка

Модель А – лінійний, пружний, однорідний масив породи. Модель Б – мультілінійний, однорідний масив сухої породи з пружно-крихкими деформаціями. Модель В – мультілінійний, однорідний масив вологої породи з пружно-пластичними деформаціями.

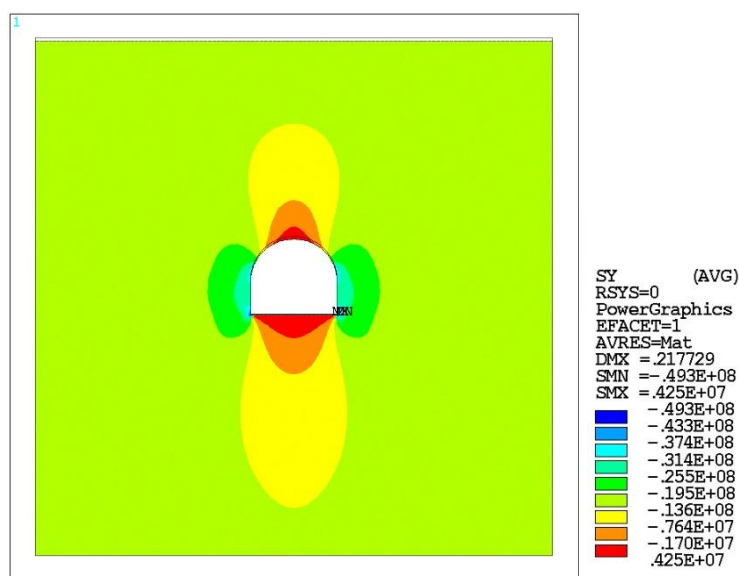
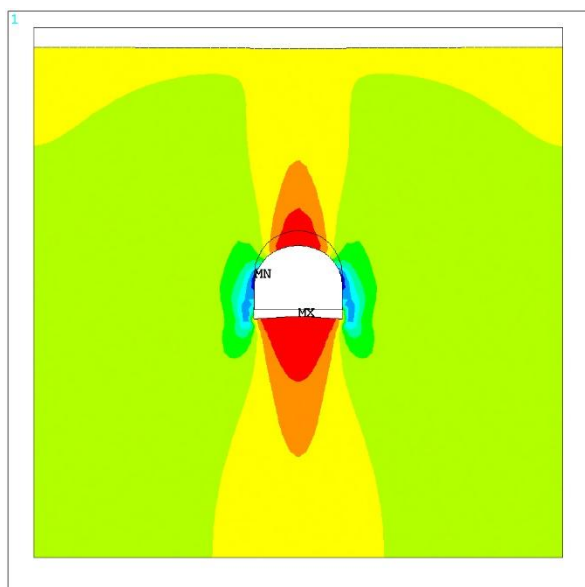
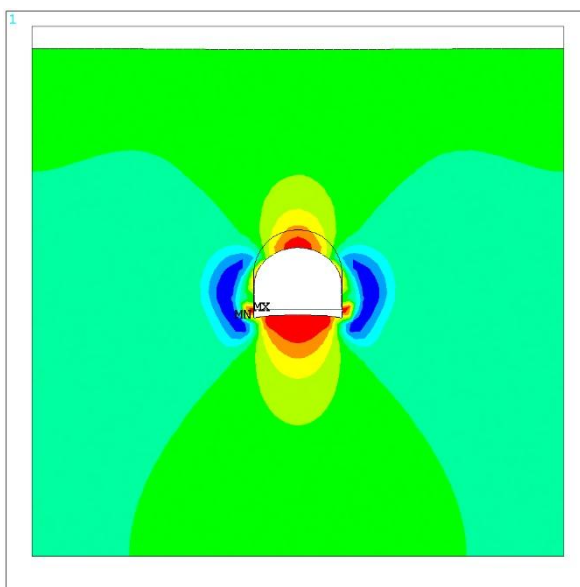


Рисунок 2 – Ізолінії вертикальних напружень – Модель А



SY (AVG)  
 RSYS=0  
 PowerGraphics  
 EFACET=1  
 AVRES=Mat  
 DMX =1.197  
 SMN =-.450E+08  
 SMX =-212480  
 -450E+08  
 -400E+08  
 -350E+08  
 -300E+08  
 -251E+08  
 -201E+08  
 -151E+08  
 -102E+08  
 -518E+07  
 -212480

Рисунок 3 – Ізолії вертикальних напружень – Модель Б



SY (AVG)  
 RSYS=0  
 PowerGraphics  
 EFACET=1  
 AVRES=Mat  
 DMX =1.327  
 SMN =-.140E+08  
 SMX =-49233  
 -140E+08  
 -125E+08  
 -109E+08  
 -936E+07  
 -780E+07  
 -625E+07  
 -470E+07  
 -315E+07  
 -160E+07  
 -49233

Рисунок 4 – Ізолії вертикальних напружень – Модель В

Результати ізолій вертикальних напружень для моделей А, Б і В (рис. 2 – 4), показав що: максимальний тиск зазнає модель А – 49,3 МПа на краю підшви виробки; модель Б – 45,0 МПа, ближче до центру боків виробки; модель В – 14,0 МПа, з перенесенням максимального тиску у глибину масиву боків виробки на 1,5 м.

Графік зміни вертикальних напружень для моделей А, Б і В (рис. 5) показує, що опорний тиск моделей А і Б має однаковий характер і близьку величину. Це означає, що модель Б стримує навантаження 15МПа і деформації не наближаються до критичних. Пружні деформації моделі В переходять у пластичні, тому маємо знижений тиск і утворення зони опорного тиску, яка дорівнює 1,5м.

Графік зміни вертикальних зсувів у покрівлі моделі (рис. 6) показав, що модель А має найменші пружні деформації.

Вертикальні зсуви покрівлі моделей Б і В, з урахуванням використаних властивостей породи мають приблизно однаковий діапазон величин, але деформація моделі В перейшла у пластичний стан. Тому зсув покрівлі моделі В найбільший. Отже, якщо напруження згідно діаграми навантаження перевищують граничний тиск, відбувається перехід від пружного до пластичного деформування. У результаті дії пластичної деформації напруження зменшуються, але залишаються у однаковому діапазоні і це формує зону опорного тиску у боках виробки.

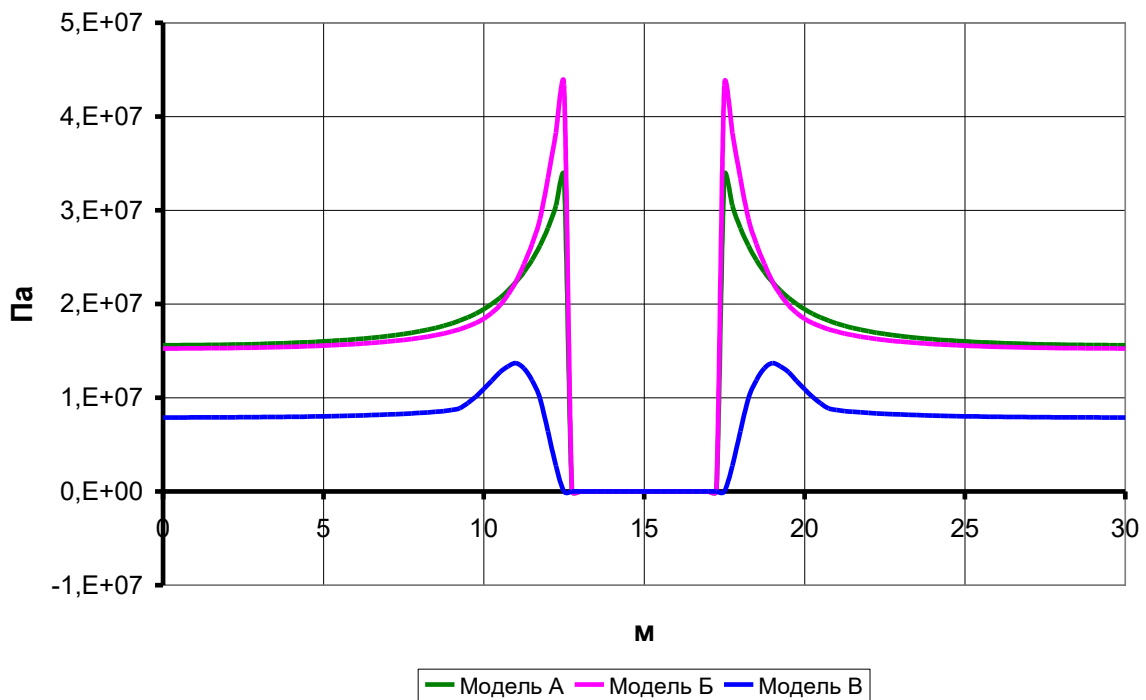


Рисунок 5 – Вертикальні напруження з боків виробки

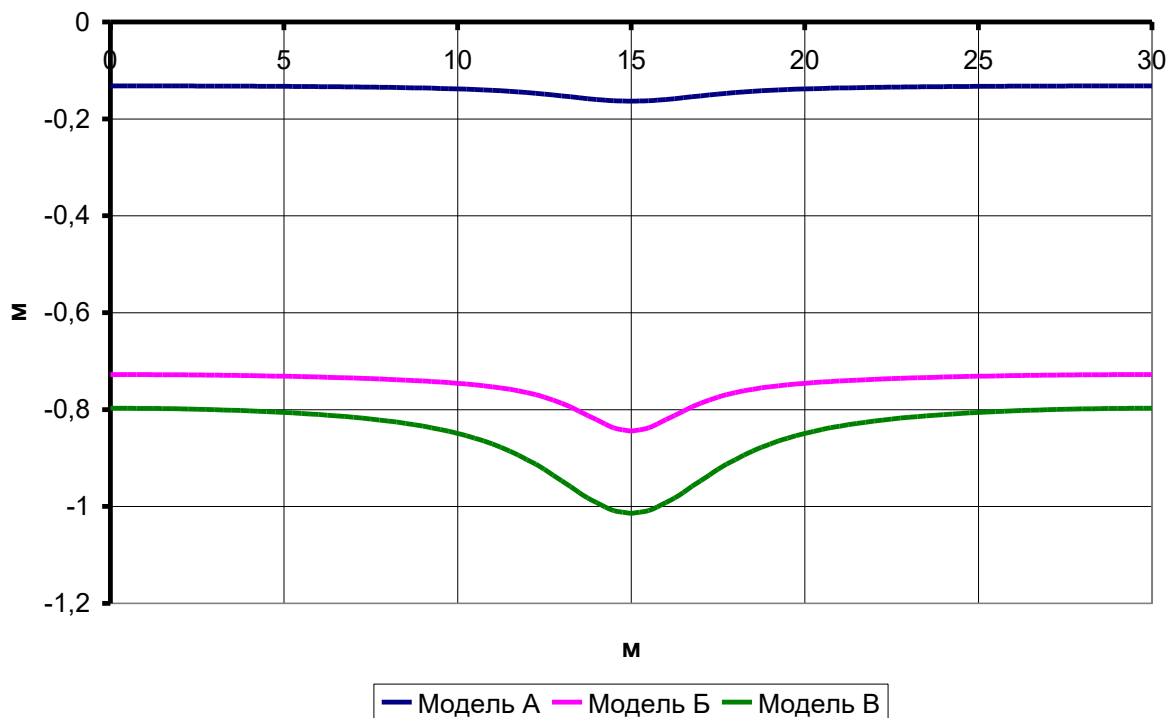


Рисунок 6 – Вертикальний зсув покрівлі виробки.

Таким чином, напружено-деформований стан масиву навколо виробки залежить від зміни фізико-механічних властивостей гірських порід. При збільшенні водонасичення прилеглих порід, змінюються пружні деформації на пластичні, що веде до втрати стійкості виробки і збільшення зсуву на контурі виробки.

#### Список використаної літератури

1. Яланський А.О., Сапунова І.О., Слащов А.І., Новіков Л.А. Обґрунтування вихідних параметрів для моделювання геомеханічних процесів в задачах оцінки безпеки підтримання гірничих виробок. ISSN 1607-4556 (Print), ISSN 2309-6004 (Online) Геотехнічна механіка. 2014. №119, с.282-295.
2. Сукнёв С.В. Определение статического модуля упругости и коэффициента Пуассона горных пород при изменении влажности // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2016. - №7. - с.108-116.
3. Jun Peng, Louis Ngai Yuen Wong, Guang Liu, Cee Ing Teh. Influence of initial micro-crack damage on strength and micro-cracking behavior of an intrusive crystalline rock/Bulletin of Engineering Geology and the Environment. 2018. <https://doi.org/10.1007/s10064-018-1317-3>
4. Balázs Vásárhelyi, Morteza Davarpanah. Influence of Water Content on the Mechanical Parameters of the Intact Rock and Rock Mass/Periodica Polytechnica Civil Engineering, p.1-6. <https://doi.org/10.3311/PPci.12173>

УДК 622.281.74

**Терещук Р.М.**, канд. техн. наук, доц., **Чаговец О.В.**, студент.  
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,  
м. Дніпро, Україна

**Пленник А.М.**, викладач.

Дніпрорудненський індустріальний коледж, м. Дніпрорудне, Україна

### **ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ЩІЛЬНОСТІ ВСТАНОВЛЕННЯ АНКЕРІВ**

*Анотація. Розроблена розрахункова схема до вирішення задачі визначення раціональної щільності анкерування для кріплення похилих виробок при зміні глибини їх закладення в гірничо-геологічних умовах пласта І<sub>3</sub> шахти «Новодонецька». Отримано графіки залежностей зміщення породного контуру покрівлі та підповерхні похилої виробки від глибини її закладення при варіюванні щільності анкерування. Визначено раціональні параметри анкерних систем, при кріпленні похилих гірничих виробок в конкретних гірничо-геологічних умовах.*

*Ключові слова: похила виробка, математичне моделювання, анкерне кріплення, щільність.*

Стан вугільної промисловості та перспективи її подальшого розвитку значною мірою залежать від вирішення питань забезпечення експлуатаційного стану гірничих виробок протягом всього терміну їх цільового використання. Порушення експлуатаційного стану виробок призводить до втрати виробничої потужності підприємств. Проблема забезпечення стійкості підземних гірничих виробок вугільних шахт набуває особливо великого значення зі збільшенням глибини розробки. Часткове вирішення цього питання можливе в початковий період спорудження виробок, якщо використати можливості самого

приконтурного породного масиву, збільшенням його несучої здатності. Останнє може бути досягнуто застосуванням способів охорони, які направлені на включення приконтурного породного масиву, в спільну роботу з огорожувальними конструкціями. Одним з видів кріплення, що реалізують це, є анкерне кріплення [1].

Виконаний аналіз існуючих уявлень про взаємодію анкерного кріплення з породним приконтурним масивом і методик визначення параметрів кріплення показав, що, незважаючи на різноманітність і велику кількість виконаних досліджень, вплив, що створюють породно-анкерні конструкції на геомеханічні процеси, що відбуваються у масиві, який вміщує виробку, вивчено недостатньо повно. Так, навіть нормативна література про застосування анкерних систем в гірничих виробках, також не дає однозначної відповіді про параметри анкерного кріплення в складних і особливо складних гірничо-геологічних умовах вугільних шахт [2].

Виконано значний обсяг аналітичних та натурних досліджень, які спрямовані на вивчення параметрів анкерних систем, що встановлені в неоднорідний приконтурний масив похилих виробок, а саме для гірничо-геологічних умовах вугільних шахт ТОВ «ДТЕК Добропіллявугілля»: для умов пластів  $m_5^{1g}$  [3] і  $m_4^0$  [4] шахти «Добропільська», пласта  $l_8$  [5] шахти «Білозерська», пласта  $m_4^2$  [6] шахти «Піонер» та пласта  $k_7$  [7, 8] шахти «Новодонецька».

Мета роботи – визначити раціональну щільність анкерування при збільшенні глибини закладення похилої виробки, що закріплена анкерними системами, в гірничо-геологічних умовах пласта  $l_3$  шахти «Новодонецька».

Обґрунтування параметрів анкерних систем для похилих виробок здійснювалося шляхом дослідження закономірностей зміни поведінки та напружено-деформованого стану породного масиву і знаходженню зміщень породного контуру гірничої виробки, і на їх основі визначення раціональної щільності анкерування.

Для дослідження використовувався метод скінченних елементів. Математична модель взаємодії анкерних систем з породним масивом була реалізована шляхом вирішення пружно-пластичної задачі як в роботах [3-9].

При дослідженнях моделювалися гірничо-геологічні умови ступінчастого уклону пласта  $l_3$  горизонту 580 м шахти «Новодонецька» ТОВ «ДТЕК Добропіллявугілля». Вугільний пласт  $l_3$ , складної будови, складається з трьох вугільних пачок, розділених прошарками аргілітів та алевролітів. За ступенем витриманості вугільний пласт витриманий, залягання хвилясте, полого, кут падіння 13 градусів. Тектоніка пласта проста, гіпсометрія підосви пласта хвиляста. Безпосередня покрівля пласта представлена аргілітами потужністю до 3,8 м, сірий, нешаруватий, пухкий, перем'ятий, слабкий. Межа міцності на стиснення 32 МПа. Безпосередньо над пластом залягає малопотужний прошарок алевроліту 0,09-0,16 м. Основна покрівля пласта представлена шаром алевроліту сумарною потужністю до 23 м. Алевроліт сірий, шаруватий,

середньої міцності. Межа міцності на стиснення 39 МПа. Безпосередньою підшовою пласта на всій ділянці є аргіліт потужністю до 2,5 м, темно-сірий, нешаруватий, перем'ятий, слабкий. Межа міцності на стиснення 25 МПа. Основна підшва – алевроліт потужністю до 8,9 м. Межа міцності на стиснення 44 МПа. Алевроліт світло-сірий, тонкошаруватий, міцний, стійкий.

При математичному моделюванні анкерних систем для кріплення похилих виробок визначалась раціональна щільність анкерування в залежності від глибини розташування виробки при варіюванні параметрів як в роботах [3-9]. Розрахункова схема до вирішення поставленої задачі наведена на рис. 1.

Результатом математичного моделювання ступінчастого уклону пласта  $l_3$  горизонту 580 м шахти «Новодонецька», що закріплений анкерним кріпленням, при зміні параметрів анкерування від 3 до 9 анкерів при використанні анкерних штанг довжиною 2,2, 2,5, 3 і 3,5 м, а також глибини закладення від 700 до 1500 м, були отримані залежності величин зміщень породного приконтурного масиву. В роботі наведені графіки залежностей зміни зміщень покрівлі та підшви виробки від щільності анкерування при глибині розташування виробки 700 і 1500 м (рис. 2 і 3).

Аналіз отриманих результатів досліджень:

– при збільшенні глибини розташування виробки різниця між зміщеннями покрівлі (при кріпленні 3...9 анк.) збільшується при довжині анкерних штанг 2,2; 2,5; 3,0 і 3,5 м, відповідно, і становить: на глибині 700 м – 139, 114, 83 і 83 мм (рис. 2, а), на глибині 1500 м – 529, 536, 544 і 543 мм (рис. 2, б);

– величина зміщень покрівлі виробки зменшується при варіюванні кількості анкерів 3...9 анк. (700 м) і описується поліноміальною залежністю:

$$\text{для } l_a = 2,2 \text{ м } u_{\text{покp}} = 0,9722N_a^3 - 9,6548N_a^2 - 1,127N_a + 283,$$

$$\text{для } l_a = 2,5 \text{ м } u_{\text{покp}} = 0,7222N_a^3 - 6,7857N_a^2 - 5,7222N_a + 249,29,$$

$$\text{для } l_a = 3,0 \text{ м } u_{\text{покp}} = 0,5556N_a^3 - 5,6071N_a^2 - 0,5198N_a + 205,86,$$

$$\text{для } l_a = 3,5 \text{ м } u_{\text{покp}} = 0,5556N_a^3 - 5,5595N_a^2 - 0,9008N_a + 202,29;$$

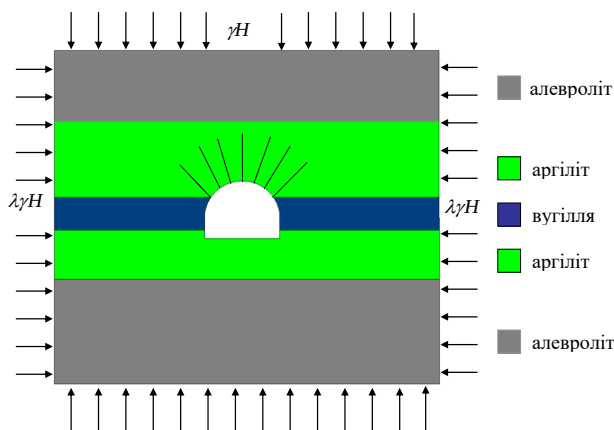


Рисунок 1 – Розрахункова схема до вирішення задачі з визначення параметрів анкерних систем для похилих виробок, що пройдені в умовах пласта  $l_3$  шахти «Новодонецька»

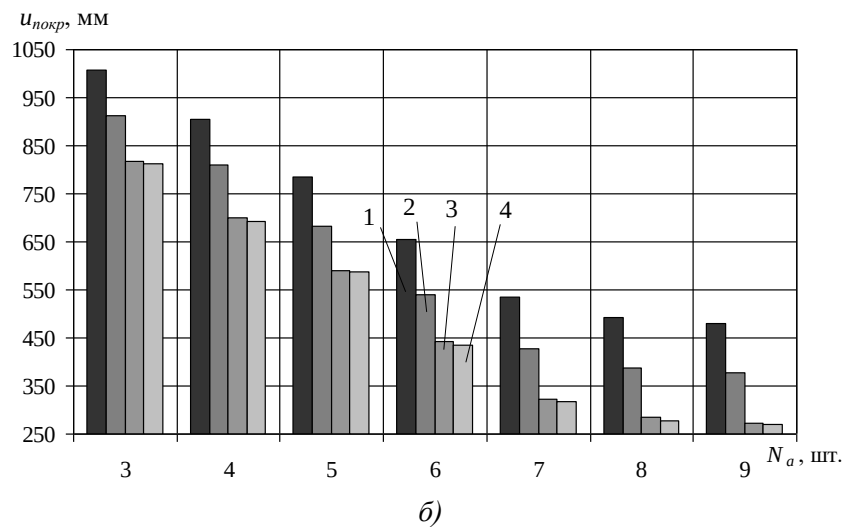
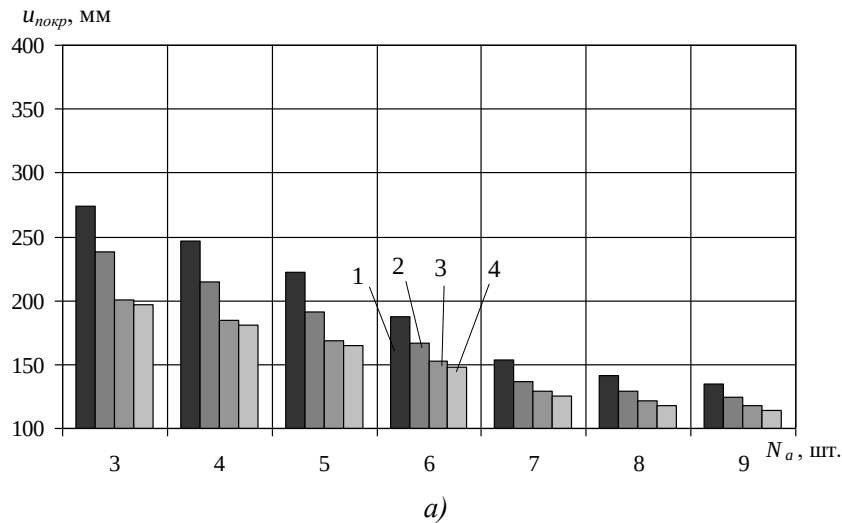


Рисунок 2 – Графіки зміни величини зміщень покрівлі залежно від кількості анкерів при глибині закладення виробки: а – 700 м, б – 1500 м  
(1 –  $l_a = 2,2$  м, 2 –  $l_a = 2,5$  м, 3 –  $l_a = 3,0$  м, 4 –  $l_a = 3,5$  м)

– величина зміщень покрівлі виробки зменшується при варіюванні кількості анкерів 3...9 анк. (1500 м) і описується поліноміальною залежністю:

$$\text{для } l_a = 2,2 \text{ м } u_{\text{покp}} = 3,7778N_a^3 - 35,202N_a^2 - 21,337N_a + 1060,6,$$

$$\text{для } l_a = 2,5 \text{ м } u_{\text{покp}} = 3,9722N_a^3 - 36,286N_a^2 - 24,972N_a + 972,14,$$

$$\text{для } l_a = 3,0 \text{ м } u_{\text{покp}} = 3,8611N_a^3 - 35,19N_a^2 - 28,337N_a + 875,$$

$$\text{для } l_a = 3,5 \text{ м } u_{\text{покp}} = 3,9722N_a^3 - 36,31N_a^2 - 25,496N_a + 867,43;$$

– при збільшенні глибини розташування виробки різниця між зміщеннями підосви (при кріпленні 3...9 анк.) збільшується при довжині анкерних штанг 2,2; 2,5; 3,0 і 3,5 м, відповідно, і становить: на глибині 700 м – 128, 158, 188 і 187 мм (рис. 3, а), на глибині 1500 м – 486, 464, 441 і 440 мм (рис. 3, б);

– величина зміщень підосви виробки зменшується при варіюванні кількості анкерів 3...9 анк. (700 м) і описується поліноміальною залежністю:

$$\text{для } l_a = 2,2 \text{ м } u_{\text{нид}} = 0,9167N_a^3 - 8,0952N_a^2 - 8,5833N_a + 851,$$

$$\text{для } l_a = 2,5 \text{ м } u_{\text{нид}} = 0,9722N_a^3 - 7,7976N_a^2 - 19,127N_a + 846,29,$$

$$\text{для } l_a = 3,0 \text{ м } u_{\text{нид}} = 1,3056N_a^3 - 11,643N_a^2 - 12,234N_a + 826,$$

$$\text{для } l_a = 3,5 \text{ м } u_{\text{нид}} = 1,1389N_a^3 - 9,0595N_a^2 - 23,27N_a + 829,29;$$

– величина зміщень підосви виробки зменшується при варіюванні кількості анкерів 3...9 анк. (1500 м) і описується поліноміальною залежністю:

для  $l_a = 2,2$  м  $u_{нід} = 3,9167N_a^3 - 36,524N_a^2 - 11,655N_a + 1947$ ,

для  $l_a = 2,5$  м  $u_{нід} = 3,8889N_a^3 - 36,94N_a^2 - 2,6865N_a + 1844,6$ ,

для  $l_a = 3,0$  м  $u_{нід} = 3,4722N_a^3 - 32,238N_a^2 - 12,925N_a + 1758$ ,

для  $l_a = 3,5$  м  $u_{нід} = 3,2778N_a^3 - 29,643N_a^2 - 22,135N_a + 1756$ .

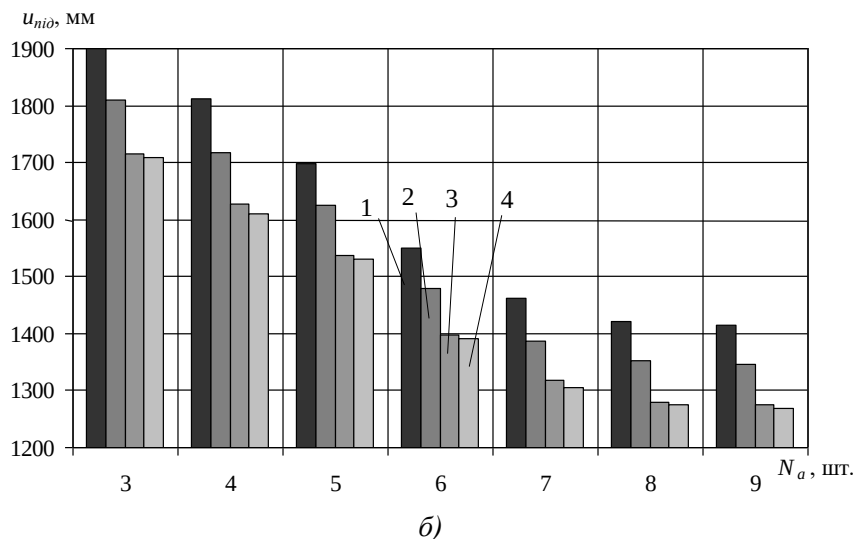
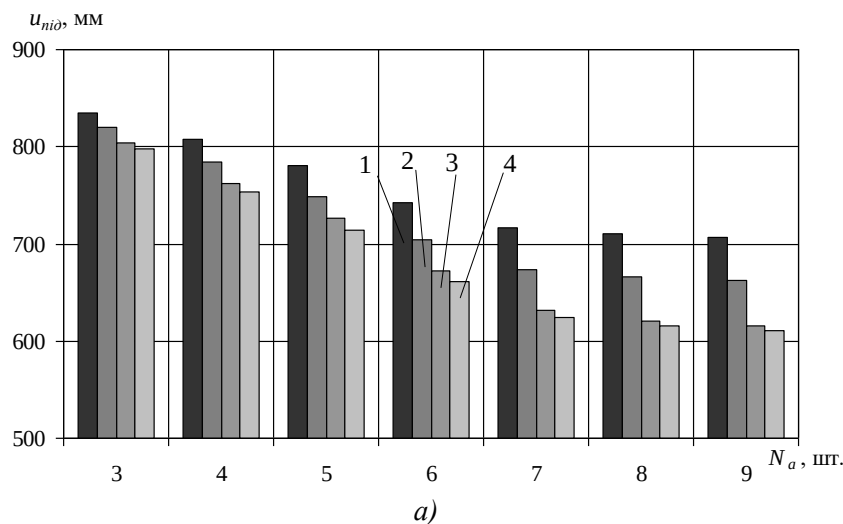


Рисунок 3 – Графіки зміни величини зміщень підосви залежно від кількості анкерів при глибині закладення виробки: а – 700 м, б – 1500 м  
(1 –  $l_a = 2,2$  м, 2 –  $l_a = 2,5$  м, 3 –  $l_a = 3,0$  м, 4 –  $l_a = 3,5$  м)

Таким чином, отримано залежності зміщень підосви та покрівлі похилої виробки від глибини її розташування (700...1500 м) при варіюванні щільності анкерування (3...9 анк.). Ці залежності можуть бути використані для прогнозу зміщень при проектуванні похилих виробок при розробці їх паспортів проведення і кріплення. Також встановлено, що раціональна щільність анкерування покрівлі похилої виробки в гірничо-геологічних умовах пласта  $l_3$  шахти «Новодонецька» становить близько 0,7...0,75 анк./м<sup>2</sup> ( $N_a = 7$  анк.). Подальші дослідження будуть спрямовані на визначення раціональних параметрів анкерних систем для похилих гірничих виробок вугільних шахт для інших гірничо-геологічних умов.

#### Список використаної літератури

1. Булат А.Ф. (2014). Передові технології кріплення гірничих виробок вугільних шахт України. *Вісник НАН України*, №1, 74–79.
2. СОУ 10.1.05411357.010:2014. (2014). Система забезпечення надійного та безпечного функціонування гірничих виробок із анкерним кріпленням. Загальні технічні вимоги. *Мінералогічний журнал України : ІГТМ НАН України*.
3. Терещук Р.Н., Терещук О.В. (2014). Определение рациональных параметров анкерования наклонных выработок. *Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва*, Вип. 2 (14), 104–113.
4. Терещук Р.Н. (2015). Моделирование анкерных систем для крепления наклонных выработок. *Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва*, Вип. 2 (16), 81–90.
5. Терещук Р.М. (2017). Кріплення похилих виробок анкерними системами. *Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва*, Вип. 2 (20), 50–60.
6. Tereshchuk R.M., Khoziaikina N.V., Babets D.V. (2018). Substantiation of rational roof-bolting parameters. *Scientific bulletin of National Mining University*, no. 1, 19–26.
7. Терещук Р.М. (2018). Дослідження параметрів анкерних систем для кріплення похилих виробок. *Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки*, №2 (82), 268–276.
8. Паульс І.М., Терещук Р.М., Пленник А.М. (2019). Обґрунтування раціональної щільності встановлення анкерів. *Перспективи розвитку будівельних технологій : 13-та міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, аспірантів і студентів (18-19 квіт. 2019 р., м. Дніпро)*, 53–57.
9. Tereshchuk R.M., Chahovets O.V. (2019). Parameters of anchoring systems for fastening of inclined workings. *Зб. наук. пр. НГУ*. №59, 119–129.

УДК 61.614:614.8

**Чоботько І.І.**, аспірант, **Тинина С.В.**, канд. техн. наук, ст. наук. спів.

НТУ «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна

Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, м. Дніпро,  
Україна

### **РОЛЬ АВТОСАМОСКИДІВ У ВИНИКНЕННІ ОСЕРЕДКІВ САМОЗАЙМАННЯ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ**

*Анотація.* У статті розглянута екологічна проблема та основні фізико-хімічні процеси, які впливають на формування та виникнення осередків самозаймання породних відвалів. Здійснено температурне замірювання за допомогою інфрачервоного пірометра породи, яка транспортується автосамоскидом до місця розвантаження. Виявлено ключові фактори, які впливають на утворення початкових температурних імпульсів.

*Ключові слова:* екологічна, фізико-хімічні процеси, осередків самозаймання, породних відвалів, інфрачервоного пірометра

Виникаючі породні відвали завдають істотної шкоди навколишній природі, а, отже і здоров'ю людей. Так, відвали виводять з обороту родючі землі, забруднюються поверхневі водойми, річки і підземні води, в повітря потрапляють тверді і газоподібні продукти. Безпосередню загрозу життю і здоров'ю людей здатні надавати породні відвали з виникаючими пожежами. Розвиток пожеж забезпечує утримання в породах горючої речовини, здатної займатися від зовнішніх джерел тепла, а також самозайматися в результаті екзотермічних реакцій окиснення вугілля або інших горючих компонентів за допомогою кисню.

Гарячі й розігріті вуглевмісні породи утворюють велику кількість продуктів, що виділяються в атмосферу. Так, найбільш токсичними газами, що виділяються з порід, що містять вугілля при нагріванні, є оксид вуглецю, сірчастий ангідрид, сірководень. Конвективними потоками повітря в атмосферу виносяться частки сажі, гірських порід, що конденсується, смола і т. д. Гази, які виділяються з породних відвалів сприяють розвитку парникового ефекту, викликають кислотні дощі, пригнічують розвиток флори і фауни. Виникаючі на породних відвалах пожежі також можуть представляти серйозну загрозу здоров'ю й життю людей через небезпеку провалів у порожнини осередків горіння, можливості вибуху в разі потрапляння води в високотемпературні області. Навколо вогнищ горіння різко знижується вологість гірських порід, виникають конвективні потоки повітря, що сприяє збільшенню виносу пилу в атмосферу. Утворені токсичні гази й пил поширюються на великі відстані від породних відвалів підприємств, нерідко перевищуючи гранично допустимі концентрації в зонах роботи і проживання людей [1].

Однак запобігання та гасіння пожеж на породних відвалах приділяється неналежна увага. Застосування ефективних заходів профілактики пожеж заважає недостатня вивченість причин їх виникнення на відвалах з порівняно низьким вмістом горючих речовин. Вищезазначені причини пожеж на гірничих відвалах можна розділити на три групи.

До першої групи входять пожежі екзогенного походження, причиною яких є високотемпературні джерела відкритого вогню, серед яких можна виділити розвантаження у відвал розпечених шлаків з паливних печей. Іноді на поверхні відвалів розміщують горючі відходи (деревина, папір, уламки тимчасових дерев'яних кріплень шахт), підпал яких призводить до поширення полум'я на вуглевмісні компоненти породи. Нерідкі випадки, коли розігрів вуглевмісних порід на розрізах відбувається при необережному поводженні з вогнем. Зазвичай це пов'язано з необхідністю прогріву різних елементів техніки в зимовий період.

Друга група пожеж має ендегенне походження. Виділення тепла відбувається за рахунок екзотермічних реакцій окислення горючих компонентів породи киснем. Такі вогнища зазвичай приурочені до країв відвалів, де забезпечується інтенсивне підведення кисню до матеріалу окислення за рахунок вітрового напору. Розвиток осередків самозаймання в цьому випадку відбувається тривалий час, що становить до сотні діб [2].

Третя група пожеж виникає за рахунок початкового теплового імпульсу, який сприяє підвищенню температури гірської породи з горючими компонентами, але недостатнього для її займання.

Проведені дослідження показали, що таким початковим тепловим імпульсом можуть бути автосамоскиди, що перевозять породи з кар'єру на відвал з подальшим підігрівом кузова. Так, наприклад, на багатьох кар'єрах використовуються автосамоскиди сімейства KAMAZ-65201-001-49 (B5) здатні перевозити до 27 тон вантажу. Характеристика встановленого двигуна наведена у (табл. 1).

Таблиця 1 – Характеристика двигуна автосамоскиду KAMAZ-65201-001-49 (B5)

| Модель двигуна                     | Cummins ISLe 400 40                                                            |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Тип                                | Дизельний 4-тактний з П-образним розташуванням циліндрів, дизельний турбонадув |
| Номінальна потужність, кВт (Кс)    | 294 (400)                                                                      |
| Кількість циліндрів                | 6                                                                              |
| Максимальним обертовий момент, Н·м | 1700                                                                           |
| Робочий об'єм, л                   | 8,9                                                                            |
| Діаметр циліндру, мм               | 114                                                                            |
| Хід поршня, мм                     | 145                                                                            |
| Ступінь стиснення                  | 16.6±0.5:1                                                                     |

Газоподібні продукти згоряння виходять з двигуна і через вихлопні труби і ущільнюючий пристрій надходять в порожнину у вантажній платформі, де по системі каналів розподіляються по всій поверхні, що обігрівається. У якості повітропроводів у вантажній платформі використовуються ребра жорсткості, які утворюють розгалужену мережу у днищі вантажної платформи. Проходячи по каналах гарячі вихлопні гази охолоджуються, віддаючи своє тепло металу. В результаті теплообміну розігріте дно платформи передає тепло гірничим породам, що перевозяться.

При перевезенні від екскаватора до породного відвалу гірнича маса отримує істотний тепловий імпульс. Під час погрузки гірничої маси екскаватор захоплює частину вугілля (прирізки вугілля іноді досягають до 10-15% від загальної маси вугілля). Вугілля схильні до самозаймання. Час розігріву гірничих порід складається від тривалості погрузки і розвантаження, а також від дальності розташування породних відвалів від кар'єра. Причому інтенсивність передачі тепла може істотно змінюватися за весь період.

Для оцінки теплового початкового імпульсу, переданого від гірничих порід при транспортуванні на автосамоскиді, були проведені вимірювання температури поверхні вантажної платформи автосамоскиду KAMAZ-65201-001-49 (B5). Заміри проводилися на породних відвалах в місці розвантаження автосамоскиду при температурі атмосферного повітря -2 ° С. Швидкість вітру становила 4-5 м/сек. Вимірювання здійснювалися за допомогою інфрачервоного пірометра «UNI-T UT303C» з діапазоном температур (-32<sup>0</sup>С до

1050<sup>0</sup>C), що визначає температуру дистанційно за інтенсивністю інфрачервоного випромінювання. При вимірі кузов ділився на дев'ять секторів.

Отримані результати показують, що температура гірничих порід навіть в зимовий період при мінусовій температурі атмосферного повітря може досягати понад 85<sup>0</sup>C. Причому найбільш розігріта гірська порода виявляється на поверхні висипаної маси, де створюються сприятливі умови для окислення вуглеводневих порід і подальшого підвищення температури.

Таким чином, проведені експерименти свідчать про можливість швидкого утворення осередків самозаймання породних відвалах під дією теплових імпульсів, одержуваних від транспортування автосамоскидами. Тому необхідно подальше дослідження цієї проблеми у всіх її аспектах з подальшою розробкою заходів щодо запобігання розвитку пожеж на породних відвалах.

#### *Список використаної літератури*

1. Чоботько І.І., Тинина С.В. Проблеми експлуатації та методи запобігання загоранню породних відвалів // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. - 2017 р. Т. 44. - С. 146-151.
2. Чоботько І.І., Тинина С.В. Методи та засоби локалізації осередків самозаймання породних відвалів // Міжвідомчий збірник наукових праць «Геотехнічна механіка». – Вип. 142. Дніпро 2018. – С. 134-139.

Наукове видання

# **«Новітні технології в освіті, науці та виробництві»**

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ**

**II Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції**

м. Покровськ, 16 квітня 2020 року

Технічна обробка, комп'ютерна верстка *Алтухова Тетяна Володимирівна*

Оригінал-макет виготовлено на кафедрі електромеханіки та машинобудування  
Навчально-наукового індустріального інституту ДВНЗ ДонНТУ

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 16. Обл.- вид арк. 14,2  
Тираж 100 прим. Замовлення №

Видавець та виготовлювач: Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет». пл. Шибанкова, 2, м. Покровськ.

Свідоцтво про державну реєстрацію суб'єкта видавничої справи:  
серія ДК № 4911 від 09.06.2015.



