

eISSN 2413-9009



# **TRAEKTORIÂ NAUKI**

**International Electronic Scientific Journal**

**Vol. 3, No 9, 2017**

**AGRIS**  
**CAB Abstract**  
**CEEOL**  
**CEJSH**  
**Dialnet**  
**DOAJ**  
**East View's Universal Database**  
**EBSCOhost**  
**Index Copernicus**  
**RePEc**  
**Russian Science Citation Index**  
**CNKI Scholar**  
**Ulrich's Periodical Directory**

**pathofscience.org**



**TRAEKTORIÂ NAUKI = PATH OF SCIENCE****Vol. 3                      No 9(26)                      2017**

Founded in August 2015. Publishing monthly.

**Publisher**                      Altezero, s.r.o. & Dialog  
1129/6, Wurmova, Košice, 04023, Slovak Republik  
Ph.: (421) 905-38-36-97.

**Founders:**                      Altezero, s.r.o., 1129/6, Wurmova, Košice, 04023, Slovak Republik  
Publishing Center "Dialog", 85/20 Traktorobudivnikiv st., Kharkiv, 61123, Ukraine

**The journal is abstracted in the following international databases:** AGORA, AGRIS, AiritiLibrary, Baidu Scholar, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), CAB Abstract, Central and Eastern European Online Library (CEEOL), Index Copernicus (ICV 2015 = 62.65), Google Scholar, J-Gate, OpenAIRE, Polska Bibliografia Naukowa, ResearchBib, Russian Science Citation Index, ScienceOpen, The Central European Journal of Social Sciences and Humanities (CEJSH), Türk Eğitim İndeksi, Ulrichsweb Global Serials Directory, WorldCat.

**Editor in Chief:**                      Kataev A., PhD (Economics), Ass. Prof.

**Editorial Board:**                      Aksenova E., PhD (Techniques), Ass. Prof.  
Ananchenko K., PhD (Physical Education and Sport), Ass. Prof.  
Bobro N., PhD (Sociology), Ass. Prof.  
Bolotnaya O., PhD (Economics), Ass. Prof.  
Holoborodko K., Doctor of Science (Language), Prof.  
Golubov A., PhD (Law), Ass. Prof.  
Zaytseva M., Doctor of Science (Arts), Prof.  
Zelenskaya L., Doctor of Science (Education), Prof.  
Kolos N., Doctor of Science (Chemistry), Prof.  
Komir L., PhD (Economics), Ass. Prof.  
Malenko E., Doctor of Science (Language), Prof.  
Oberemok S., PhD (Economics), Ass. Prof.  
Palchyk O., PhD (Agricultural Science), Ass. Prof.  
Panfilova A., Doctor of Science (Pharmacy), Prof.  
Podrigalo L., Doctor of Science (Medicine), Prof.  
Rogovoy A., PhD (Economics), Ass. Prof.  
Treskunova L., PhD (Economics), Ass. Prof.  
Horoshev A., PhD (History), Ass. Prof.  
Shatrovskiy A., PhD (Biology), Ass. Prof.

**Editorial office 1:**                      1129/6, Wurmova, Košice, 04023, Slovak Republik  
**Editorial office 2:**                      85/20 Traktorobudivnikiv st., 61123, Kharkiv, Ukraine  
E-mail: editor@pathofscience.org. Site: <http://pathofscience.org>

The journal is an international open-access, peer-reviewed electronic journal created to fully and promptly meet the information needs of the society in the knowledge gained in the course of research and development, research and design, design and technology and production activities of scientists and experts.

The journal publishes original research papers, review articles and short communications papers in the fields of Social, Technical, Natural sciences and Humanities. The scope of problems of articles is not limited.

Responsibility for facts, quotations, private names, enterprises and organizations titles, geographical locations etc. to be barred by the authors. The editorial office and board do not always share the views and thoughts expressed in the articles published.

## TABLE OF CONTENTS

### SECTION "TECHNICS"

**Larysa Yuzevych, Ruslan Skrynkovskyy, Mykola Mykyychuk**

Удосконалення нормативних вимог щодо забезпечення якості підземних газопроводів в умовах корозійної втоми .....	1001
[Improvement of Regulatory Requirements for Ensuring the Quality of Underground Gas Pipelines in Conditions of Corrosion Fatigue] .....	
(Language – Ukrainian)	

**Vasyl Myklukha, Nataliia Khimchyk**

Оптимізація траєкторії польоту безпілотної літального апарату .....	1009
[Optimization of the Flight Path of an Unmanned Aerial Vehicle]	
(Language – Ukrainian)	

### SECTION "PHYSICS"

**Cliff Orori Mosiori, Duke Ateyh Oeba**

Studies on Cd <sub>1</sub> Se <sub>0.6</sub> Te <sub>0.4</sub> Thin Films by Spectroscopic and Diffractometer Characterization .....	2001
(Language – English)	

**Cliff Orori Mosiori, Walter Kamande Njoroge, Lawrence Otieno Ochoo**

Optical Analysis of Ag-NPs Containing Methyl Ammonium Lead Tri-Iodide Thin Films .....	2007
(Language – English)	

### SECTION "ECONOMICS"

**Muazu Hassan Muazu, Rosmaini Tasmin**

Operational Excellence in Manufacturing, Service and the Oil & Gas: the Sectorial Definitional Constructs and Risk Management Implication .....	3001
(Language – English)	

**Ruslan Skrynkovskyy, Grzegorz Pawlowski, Liliia Sytar**

Розробка інструментарію для забезпечення якості трудового потенціалу промислових підприємств .....	3009
[Development of Tools for Ensuring the Quality of Labor Potential of Industrial Enterprises]	
(Language – Ukrainian)	

**Ganna Gridina**

Фінансовий лізинг: проблеми та перспективи розвитку в Україні .....	3019
[Financial Leasing: Problems and Prospects of Development in Ukraine]	
(Language – Ukrainian)	

## SECTION "CHEMISTRY"

- Shehu Yahaya, Suzi Salwah Jikan, Nur Azam Badarulzaman, Ajiya Dahiru Adamu**  
Effects of Acid Treatment on the SEM-EDX Characteristics of Kaolin Clay ..... 4001  
(Language – English)

## SECTION "EDUCATION"

- Mohammed Adamu Hamisu, Kahirol Mohd Salleh, Lai Chee Sern, Babayo Yakubu Adamu, Kulu Gambo**  
Proposed Competency Model for Technical and Vocational Education and Training (TVET) Lecturers Teaching in Technical Colleges, Bauchi State in Perspective ..... 5001  
(Language – English)
- Halyna Kondratska**  
Основні освітні траєкторії формування професійно-мовленнєвої культури майбутніх фахівців фізичного виховання ..... 5010  
[The Basic Educational Trajectories of Formation of the Speech Culture of Future Specialists of Physical Education]  
(Language – Ukrainian)

**Ruslan Skrynkovskyy, Solomiya Leskiv, Volodymyr Yuzevych**

Розробка інформаційного забезпечення автоматизованої системи моніторингу стану  
промислової безпеки газотранспортної системи ..... 3028

[Development of Information Support of the Automated System for Monitoring the State of the Gas  
Transportation System's Industrial Safety]

*(Language – Ukrainian)*

# Удосконалення нормативних вимог щодо забезпечення якості підземних газопроводів в умовах корозійної втоми

## Improvement of Regulatory Requirements for Ensuring the Quality of Underground Gas Pipelines in Conditions of Corrosion Fatigue

Лариса Юзевич<sup>1</sup>, Руслан Скриньковський<sup>2</sup>, Микола Микийчук<sup>1</sup>  
Larysa Yuzevych, Ruslan Skrynkovskyy, Mykola Mykyuchuk

<sup>1</sup> *Lviv Polytechnic National University*

12 Stepana Bandery Street, Lviv, 79013, Ukraine

<sup>2</sup> *Lviv University of Business and Law*

99 Kulparkivska Street, Lviv, 79021, Ukraine

DOI: 10.22178/pos.26-1

JEL Classification: L95,  
L99

Received 10.08.2017

Accepted 05.09.2017

Published online

13.09.2017

Corresponding Author:

Ruslan Skrynkovskyy

uan\_lviv@ukr.net

© 2017 The Authors.

This article is licensed

under a [Creative](#)

[Commons Attribution](#)

4.0 License 

**Анотація.** У статті розроблено рекомендації для удосконалення нормативних документів, які стосуються якості підземних металевих трубопроводів (газопроводів) в умовах втоми і впливу агресивного середовища з урахуванням катодного (електрохімічного) захисту. Встановлено, що в основі інформаційного забезпечення нормативних документів лежить методика, яка включає такі основні критерії: значення мінімальної густини струму катодного захисту; мінімальний захисний потенціал; максимальний захисний потенціал, мінімальне зміщення захисного потенціалу; критерій міцності матеріалу труби; критерій міцності міжфазового шару між металом і покриттям; критерій міцності металу у дефекті ізоляційного покриття. З'ясовано, що система «металева труба – ізоляційне діелектричне покриття» характеризується такими основними процедурами, як: ідентифікування небезпек; різні варіанти асиметрії циклу навантаження; оцінювання граничних та оптимальних значень потенціалів і струмів для системи катодного захисту трубопроводу. Перспективою подальших досліджень у даному напрямі є визначення комплексного показника якості та надійності лінійної частини підземних магістральних газопроводів на основі результатів дослідження (поданого інформаційного забезпечення).

**Ключові слова:** сталевий газопровід; нормативно-технічна документація; поляризаційний потенціал; корозійна втома; якість; інформаційне забезпечення.

**Abstract.** The article develops recommendations for improvement of normative documents concerning the quality of underground metal pipelines (gas pipelines) under conditions of fatigue and the impact of an aggressive environment, taking into account cathodic (electrochemical) protection. It is established that the basis of information provision of normative documents is the method which includes the following main criteria: the value of the minimum current density of cathode protection; minimum security potential; maximum protective potential, minimal displacement of protective potential; strength criteria of pipe material; criteria of strength of phase layer between the metal and the coating; the strength of the metal in the defect of the insulation coating. It has been found out that the system "metal pipe - insulating dielectric coating" is characterized by such basic procedures as: identification of hazards; various variants of load asymmetry; evaluation of the boundary and optimal values of potentials and currents for the system of cathodic protection of the pipeline. The prospect of further research in this area is determination of the complex indicator of quality and reliability of the linear part of underground main gas pipelines on the basis of research results (submitted information support).

**Keywords:** steel gas pipeline; normative and technical documentation; polarization potential; corrosion fatigue; quality; information support.

## ВСТУП

Газотранспортна система України характеризується: 1) високим рівнем моральної та фізичної зношеності технологічного обладнання та устаткування, зокрема, газопроводів; 2) низькою ефективністю роботи (низький коефіцієнт корисної дії) газоперекачувальних агрегатів компресорних станцій, що зумовлює досить значні виробничо-технологічні витрати газу для потреб його транспортування тощо [1].

Ефективне функціонування газопроводів у системі «загрози – інформація – ресурс – рекомендації» неможливе без удосконалення нормативно-технічного забезпечення, зокрема [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Основні загрози щодо підземних металевих газопроводів стосуються міцності, надійності, корозії, стрес-корозії, втоми, корозійної втоми, дефектів, зокрема, пітингів, каверн, тріщин [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про те, що розробка і обґрунтування методу розрахунку ресурсу трубопроводів з урахуванням взаємного впливу корозії і змінних механічних напружень – актуальна науково-технічна проблема, рішення якої має теоретичне і практичне значення, оскільки сприяє зниженню ризиків аварій і скороченню витрат на забезпечення надійної експлуатації трубопроводів [9, 10].

Розглянуто фізичні механізми руйнування трубопроводів, досліджено механізми і закономірності корозії в трубних сталях, приведено методики і методи прогнозування параметрів втомної міцності трубопроводів, включаючи [9, 10]:

- 1) критерії опору втоми;
- 2) термоактиваційний метод прогнозування втомного руйнування;
- 3) оцінка міри пошкоджуваності металевій стінки трубопроводу;
- 4) прогнозування залишкового ресурсу на основі кінетичної теорії втоми;
- 5) оцінка стану поверхні і корозії на опір втомному руйнуванню.

У стандартах [2, 3, 4, 5, 6, 7] і монографії [10] використовуються співвідношення лінійної механіки руйнування. Недоліки лінійної механіки руйнування [10]:

- 1) наукові і технічні досягнення, зв'язані з нанотехнологіями, в ній не використовуються;
- 2) оцінка залишкового ресурсу в механіці руйнування робиться на основі:
  - a) коефіцієнта інтенсивності напружень  $K_S$ ;
  - b) їх зміни  $\Delta K$ ;
  - c) швидкості росту тріщини  $da/dN$ ;
  - d) формул, наприклад, закону Періса-Ердогана, Forman Equation – Wheeler Model Crack Retardation, ASTM E647 USA NASGRO standard.

На основі підходів механіки деформівного твердого тіла, фізики поверхневих явищ та електрохімії сформульовано співвідношення математичної моделі для оцінювання поверхневої енергії пластичного деформування та перенапруження реакції розчинення металу у вершині тріщини для навантаженої внутрішнім тиском труби, яка знаходиться у водному розчині електроліту [11]. Дана модель враховує коефіцієнт інтенсивності напружень  $K_S$ , коефіцієнт концентрації напружень, поверхневу енергію пластичного деформування і стосується діапазону механічних навантажень металу від межі текучості матеріалу до межі, яка встановлена нормативними документами для елемента конструкції.

Тому *метою статті* є розроблення рекомендацій для удосконалення нормативних документів, які стосуються якості підземних металевих трубопроводів (газопроводів) в умовах втоми і впливу агресивного середовища.

Для досягнення окресленої мети необхідно побудувати концептуальну модель процесів і розробити рекомендації щодо методів контролю поляризаційного потенціалу і міцності металу трубопроводу з урахуванням корозії, нагромадження дефектів та їх поширення у металі трубопроводу.

Об'єкт дослідження – металеві підземні трубопроводи (газопроводи), які заходяться в умовах катодної поляризації і корозійно-втомного руйнування.

Предмет дослідження – нормативні документи типу [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8], які доцільно уточнювати та удосконалювати на основі інформації, отриманої за результатами моніторингу функціонування металевих підземних трубопроводів (газопроводів).

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### Результати дослідження щодо інформаційного забезпечення контролю поляризаційного потенціалу підземних трубопроводів

Для захисту підземних газопроводів та і інших підземних металевих споруд від корозії широко використовують електрохімічний захист за допомогою поляризуючого струму,

при якому поверхня металу не руйнується в агресивному середовищі протягом тривалого часу [10, 12] (рис. 1).

При цьому електричний потенціал трубопроводу відносно середовища, називають поляризаційним потенціалом  $U=U_p$ , який є основним критерієм, що визначає ступінь захисту від корозії [10, 12, 13].

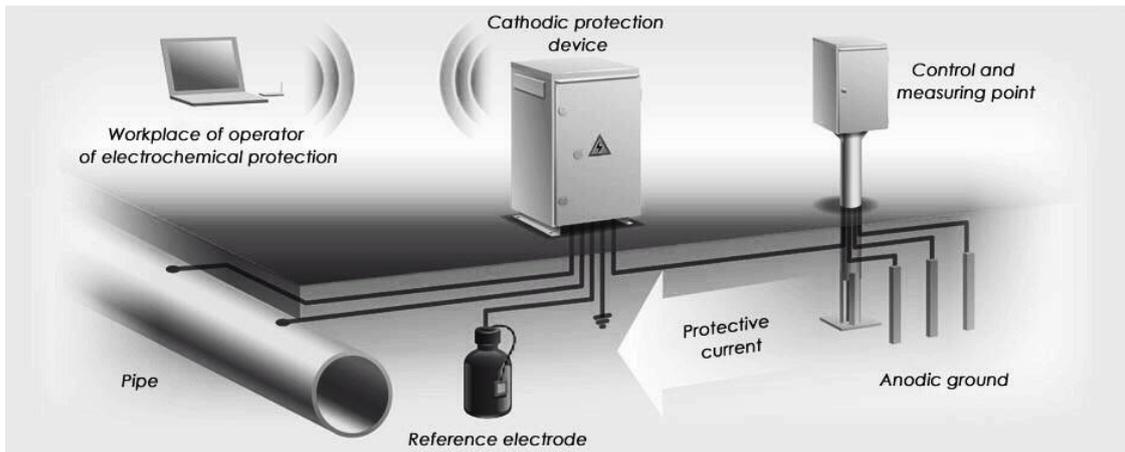


Рисунок 1 – Система електрохімічного (катодного) захисту сталевих трубопроводів (газопроводів) анодним заземлювачем [13]

Примітки: *control and measuring point* – контрольно-вимірювальний пункт; *anodic ground* – анодний заземлювач; *protective current* – захисний струм; *reference electrode* – електрод порівняння; *pipe* – труба; *cathodic protection device* – пристрій катодного захисту; *workplace of operator of electrochemical protection* – робоче місце оператора електрохімічного захисту

За сучасними нормативами для сталеві труби у ґрунті поляризаційний потенціал  $U_p$  повинен знаходитись у межах від  $-0,85$  В до  $-1,15$  В відносно мідносульфатного електроду порівняння [3, 4, 12]. Важливою проблемою

електрохімічного захисту є контроль  $U_p$  на усій поверхні металу [3, 4, 12]. Вимірювання  $U_p$  пов'язано з проблемою вилучення падіння напруги у ґрунті між поверхнею металу та електродом порівняння (рис. 2).

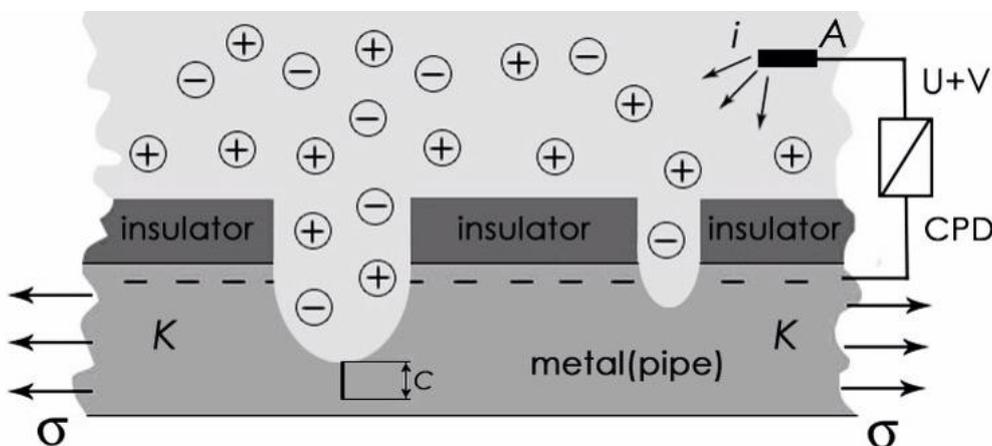


Рисунок 2 – Поверхневий шар металу з діелектричним покриттям в розчині електроліту

Примітки: К – катод, А – анод; *metal (pipe)* – метал труби; *insulator* – діелектрик (покриття); *CPD (cathodic protection device)* – пристрій катодного захисту;  $U+V$  – різниця потенціалів;  $\sigma$  – механічне напруження;  $i$  – електричний (корозійний) струм;  $c$  – глибина тріщини

Враховуючи різницю між падінням напруги при постійному струмі і падінням напруги на змінному струмі, отримуємо вираз для визначення поляризаційної складової [12]:

$$\begin{aligned} U_P &= U_{MG} - k_P V_{MG}, \\ k_P &= U_{GG} / V_{GG} \end{aligned} \quad (1)$$

де  $k_P$  – коефіцієнт гармоніки змінного струму, що натікає у трубопровід на даній ділянці, визначається відношенням постійної  $U_{GG}$  і змінної  $V_{GG}$  напруг у ґрунті поперек траси;

$U_{MG}$  і  $V_{MG}$  – напруги між металом і електродом порівняння, виміряні при постійному і змінному струмі відповідно.

У статті [12] представлено експериментальні дані вимірюваних напруг  $U_{MG}$ ,  $V_{MG}$ ,  $U_{GG}$ ,  $V_{GG}$ ,  $U_P$  на трасі магістрального трубопроводу в зоні дії установки катодного захисту. При цьому середні значення напруг  $U_{ijS}$  і  $k_P$  наступні:

$$\begin{aligned} U_{MGS} &= -1,104; \\ V_{MGS} &= 0,297; \\ U_{GGS} &= -0,039; \\ V_{GGS} &= 0,139; \\ U_{PS} &= -1,016; \\ k_{PS} &= -0,28 \end{aligned} \quad (2)$$

Проведено кореляційний аналіз експериментальних даних [12] і встановлено коефіцієнти кореляції  $K_i$ :

$$\begin{aligned} K_1(U_P, U_{MG}) &= 0,91; \\ K_2(U_P, V_{GG}) &= 0,29; \\ K_3(V_{GG}, V_{MG}) &= -0,93 \end{aligned} \quad (3)$$

Із (2) видно оцінки числових значень і знаки параметрів  $U_{MG}$ ,  $V_{MG}$ ,  $U_{GG}$ ,  $V_{GG}$ ,  $U_P$ . Як видно з отриманих результатів вимірювань (2) і оцінок кореляційних зв'язків (3), запропонований метод вимірювань напруг, в основі якого співвідношення (1), можна використовувати для контролю поляризаційного потенціалу

$U_P$  підземних трубопроводів (зокрема, газопроводів) у електропровідному середовищі.

Рекомендована величина густини анодного струму визначається як (4):

$$I_A = (3 \div 5) \times I_K, \quad (4)$$

де  $I_K$  – густина струму корозії, А/м<sup>2</sup>.

Опосередкованим показником якості катодного захисту є значення потенціалу, або його зміщення. Ступінь захисту підземного металевого трубопроводу в залежності від значення катодного зміщення потенціалу (максимального захисного потенціалу) і визначається як (5):

$$\Delta U_{Z, \min} = -0,059 \lg(I_K / I_{A, \max}), \quad (5)$$

де  $I_{A, \max}$  – максимальна густина струму захисту, що є припустимою.

Максимальний захисний потенціал визначають виходячи з умов недопустимості виділення водню на поверхні трубопроводу й водночас, зменшення витрат електричної енергії. Максимальне значення захисного потенціалу для трубопроводів з різними ізолюючими покриттям, дорівнює (6):

$$U_{Z, \max} = -(2,5 \div 3,5), V. \quad (6)$$

### Результати дослідження щодо інформаційного забезпечення міцності підземних трубопроводів в умовах корозійної втоми

Обмежимося розглядом труби зі сталі в ґрунтовому електроліті. Труба захищена ізоляційним покриттям і перебуває в умовах корозійної втоми. Під впливом навантажень покриття руйнується і виникає дефект (рис. 2). Розглянемо дефекти типу каверни (пітинга), у вершині якої знаходиться тріщина глибини  $s$  (рис. 2 і рис. 3).

Важливою особливістю дефекту типу каверна (пітинг) – тріщина є те, що каверна утворена в результаті корозії, а тріщина – під дією циклічного механічного навантаження. Деформації за впливу двох процесів (зокрема, корозії і втоми) сумуються адитивно.

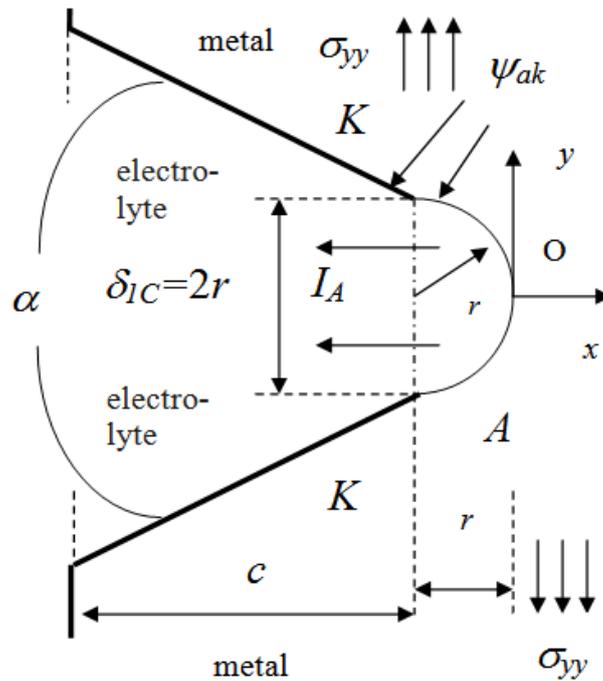


Рисунок 3 – Пітинг ( $h$ ) з тріщиною ( $c$ ) у трубі з відзначенням катодної (K) та анодної (A) ділянок [11]

Примітки:  $(h+c+r)$  – загальна глибина дефекту;  $\alpha$ ,  $\delta_{IC}$  – кут і розкриття у вершині тріщини;  $\Delta\psi_{ak}$  – різниця потенціалів між анодною і катодною частинами;  $I_A$  – густина анодного корозійного струму.

На межі метал – діелектричне покриття виконуються критеріальні співвідношеннями, які відображають специфіку поверхневих шарів у формуванні поверхневої  $\gamma$  та міжфазової  $\gamma_m$  енергій [13]. Зокрема:

$$\begin{aligned} \Delta\gamma &= \gamma_{\zeta} - \gamma_n < \Delta\gamma_g, \\ \Delta\gamma_m &= \gamma_{m\zeta} - \gamma_{mn} < \Delta\gamma_{mg}. \end{aligned} \quad (7)$$

Ці співвідношення (7) можна вважати локальними критеріями міцності для навантажених зразків, якщо значення поверхневої  $\gamma$  та міжфазової  $\gamma_m$  енергій, тобто  $\gamma_n$ ,  $\gamma_{mn}$  відповідають ненавантаженому стану, а  $\gamma_{\zeta}$ ,  $\gamma_{m\zeta}$  – межі міцності. Тут  $\Delta\gamma_g$ ,  $\Delta\gamma_{mg}$  – граничні значення відхилень параметрів, які встановлюють експериментально. Методика розрахунку енергетичних характеристик поверхневих і міжфазних шарів, які входять у (7), представлена у працях [13, 15, 16]. Співвідношення (7) доцільно враховувати також для навантажених металів у вершині дефектів типу каверн, тріщин, пітингів, заповнених розчином електроліту (зокрема, ґрунтового).

Зміна технічного стану металу трубопроводів у результаті погіршення механічних властивостей викликає прискорення процесів його зношування та вплив наступних факторів [17]:

- 1) поява та розвиток корозійних дефектів через корозійний вплив на метал трубопроводу;
- 2) зародження і зростання втомних тріщин на концентраторах напруг і дефектах від втомного та малоциклового навантаження;
- 3) окрихчення і розтріскування металу трубопроводів в результаті вібраційного навантаження.

У [17] подана інформація про розроблення математичної моделі розрахунку крихкості металу трубопроводів шляхом врахування часу та геометрії розвитку тріщини при тривалій експлуатації в залежності від навантажень, що дозволило провести оцінку технічного стану та прогнозування термінів експлуатації трубопроводів і підвищення безпеки роботи трубопровідних систем, зокрема:

- математичну модель визначення накопичення втомного пошкодження при жорстко-

му і м'якому симетричному режимах навантаження;

- отримано залежності концентрації напружень у металі трубопроводу від часу експлуатації та геометрії тріщини шляхом розв'язання нелінійного диференційного рівняння розвитку тріщини в металі, що дозволяє прогнозувати залишковий ресурс трубопроводу;

- запропоновано математичні моделі визначення допустимої кількості циклів навантаження при симетричному м'якому та жорсткому циклах навантаження, при асиметричному м'якому та жорсткому циклах навантаження з урахуванням геометрії розвитку дефекту;

- отримали подальший розвиток метод та модель прогнозування технічного стану трубопровідних систем за рахунок розробки автоматизованої системи розрахунку напружено-деформованого стану, що дало змогу визначати технічні параметри трубопроводів у позапроектні терміни експлуатації.

Для розрахунку границі корозійної втоми металу використовуємо емпіричне співвідношення [9, 18]:

$$\sigma_{ve} = \sigma_{vp} [1,128 - 2,849 \lg(Q_{dr} / Q_{cor})], \quad (8)$$

де  $\sigma_{vp}$ ,  $\sigma_{ve}$  – границя втоми (механічне напруження) на повітрі та у середовищі відповідно;

$Q_{dr}$ ,  $Q_{cor}$  – кількість електрики, що йде на додаткове розчинення деформованого металу при  $\sigma_{vp}$  та на його корозію при відсутності деформації.

Великий обсяг результатів експериментальних досліджень корозійної втоми металів подано у [18, 19]. З допомогою цих даних можна уточнювати параметри співвідношення (8) для різних марок сталей.

Встановлено закономірності поширення тріщини за низько-, середньо- та високоамплітудних циклічних навантажень розтягом сталі 17Г1С труби магістрального газопроводу після 40 років експлуатації та матеріалу неексплуатованої (вихідної) труби [20, 21].

Враховано різні варіанти асиметрії циклу навантаження. Побудовано кінетичні діаграми втомного руйнування за різних асиметрій циклу навантаження в діапазоні швидкостей росту втомної тріщини до 6 порядків [20, 21]. Досліджено припорогові ділянки кінетичних діаграм для матеріалу різних ділянок стінки вихідної та експлуатованої труб. На основі побудованих графічних залежностей визначено характеристики циклічної тріщиностійкості сталі 17Г1С та встановлено суттєве зменшення порогових значень коефіцієнта інтенсивності напружень експлуатованого матеріалу порівняно з вихідним внаслідок деградації його структури і зниження опірності втомному руйнуванню [20, 21]. Вказані результати експерименту використано для оцінювання впливу втоми на оцінювання залишкового ресурсу труби і удосконалення відповідного нормативного елемента з урахуванням порогового коефіцієнта інтенсивності напружень.

## ВИСНОВКИ

Результати дослідження доводять, що в основі інформаційного забезпечення системи «металева труба – ізоляційне діелектричне покриття» є методика, яка включає такі основні процедури, як: ідентифікування небезпек; оцінювання граничних та оптимальних значень потенціалів і струмів для системи катодного захисту трубопроводу; встановлення критеріїв міцності металу на межі метал – діелектричне покриття і в дефекті ізоляційного покриття, яке моделюємо каверною (пітингом) з тріщиною у вершині. Особливістю дефекту типу каверна (пітинг) – тріщина є те, що каверна утворена в результаті корозії, а тріщина – під дією циклічного механічного навантаження.

Перспективою подальших досліджень у даному напрямі є визначення комплексного показника якості та надійності з безпечної експлуатації підземних нафтогазопроводів і трубопроводів, які використовуються при експлуатації атомних електростанцій, на основі результатів дослідження (поданого інформаційного забезпечення).

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES**

1. Skrynkovskyy, R., Leskiv, S., & Yuzevych, V. (2017). Rozrobka informatsiinoho zabezpechennia avtomatyzovanoi systemy monitorynhu stanu promyslovoi bezpeky hazotransportnoi systemy [Development of Information Support of the Automated System for Monitoring the State of the Gas Transportation System's Industrial Safety]. *Path of Science*, 3(8), 3028–3035. doi: [10.22178/pos.25-8](https://doi.org/10.22178/pos.25-8) (in Ukrainian)  
[Скриньковський, Р., Лесків, С., & Юзевич, В. (2017). Розробка інформаційного забезпечення автоматизованої системи моніторингу стану промислової безпеки газотранспортної системи. *Path of Science*, 3(8), 3028–3035. doi: 10.22178/pos.25-8].
2. Ministry of Regional Development of Ukraine. (2008). *Mahistralni truboprovody. Nastanova. Vyznachennia zalyshkovoi mitsnosti mahistralnykh truboprovodiv z defektamy* [Main pipelines. Attitude. Determination of the residual strength of main pipelines with defects] (DSTU-Н Б В.2.3-21:2008). Kyiv: Author (in Ukrainian)  
[Міністерство регіонального будівництва України. (2008). *Магістральні трубопроводи. Настанова. Визначення залишкової міцності магістральних трубопроводів з дефектами* (ДСТУ-Н Б В.2.3-21:2008). Київ: Мінрегіонбуд].
3. The State Committee for Technical Regulation and Consumer Policy. (2003). *Truboprovody stalevi mahistralni. Zahalni vymohy do zakhystu vid korozii* [Steel pipe mains. General requirements for corrosion protection] (DSTU 4219-2003). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy (in Ukrainian)  
[Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики. (2003). *Трубопроводи сталеві магістральні. Загальні вимоги до захисту від корозії* (ДСТУ 4219-2003). Київ: Держспоживстандарт України].
4. Ministry of Regional Development of Ukraine. (2003). *Truboprovody stalevi pidzemni system kholodnoho i hariachoho vodopostachannia. Zahalni vymohy do zakhystu vid korozii* [Underground steel pipelines of the cold and hot water-supply systems. General requirements for corrosion protection] (DSTU В В.2.5-30:2006). Kyiv: Author (in Ukrainian)  
[Міністерство регіонального будівництва України. (2003). *Трубопроводи сталеві підземні систем холодного і гарячого водопостачання. Загальні вимоги до захисту від корозії* (ДСТУ В В.2.5-30:2006). Київ: Мінрегіонбуд].
5. International Organization for Standardization. (1998). *Corrosion of metals and alloys – Corrosion fatigue testing – Part 1: Cycles to failure testing* (ISO 11782-1:1998). Geneva: ISO.
6. International Organization for Standardization. (1998). *Corrosion of metals and alloys – Corrosion fatigue testing. – Part 2: Crack propagation testing using precracked specimens* (ISO 11782-2:1998). Geneva: ISO.
7. International Organization for Standardization. (2012). *Corrosion of metals and alloys – Stress corrosion testing – Part 1: General guidance on testing procedures* (ISO 7539-1:2012). Geneva: ISO.
8. International Organization for Standardization. (1995). *Corrosion of metals and alloys – Evaluation of pitting corrosion* (ISO 11463:1995). Geneva: ISO.
9. Yuzevych, L., Skrynkovskyy, R., & Koman, B. (2017). Development of information support of quality management of underground pipelines. *EUREKA: Physics and Engineering*, 4, 49–60. doi: [10.21303/2461-4262.2017.00392](https://doi.org/10.21303/2461-4262.2017.00392)
10. Ibragimov, A. (2011). *Metody prognozirovaniya dolgovechnosti truboprovodov s uchetom korrozii i peremennykh napryazhenij* [Methods for predicting the durability of pipelines taking into account corrosion and variable stresses]. A. Shabarov, S. Podorozhnikov (Eds.). Tjumen': TjumGNGU (in Russian)  
[Ибрагимов, А. (2011). *Методы прогнозирования долговечности трубопроводов с учетом коррозии и переменных напряжений*. А. Шабаров, С. Подорожников (Ред.). Тюмень: ТюмГНГУ].
11. Valiashek, V., Kaplun, A., & Yuzevych, V. (2015). *Matematychnе ta kompiuterne modeliuвання fizychnykh kharakterystyk materialu u vershyni trishchyny z urakhuvanniam efektu*

- zmitsnennia [Mathematical and computer modeling of physical characteristics of material in top of crack taking into account effect of strengthening]. *Kompiuterno-intehrovani Tekhnologii: Osvita, Nauka, Vyrobnystvo*, 18, 97–104 (in Ukrainian)  
[Валяшек, В., Каплун, А., & Юзевич В. (2015). Математичне та комп'ютерне моделювання фізичних характеристик матеріалу у вершині тріщини з урахуванням ефекту зміцнення. *Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво*, 18, 97–104].
12. Dzhala R., Verbenets, B., & Melnyk, M. (2012). *Kontrol poliaryzatsiinoho potentsialu pidzemnykh metalevykh sporud* [Control of the polarization potential of underground metal structures]. Retrieved from <http://ipm.lviv.ua/library/0/62/UkrNDT-2012part02.pdf> (in Ukrainian)  
[Джала Р., Вербенець, Б., & Мельник, М. (2012). *Контроль поляризаційного потенціалу підземних металевих споруд*. URL: <http://ipm.lviv.ua/library/0/62/UkrNDT-2012part02.pdf>].
  13. TrubaSpets. (n. d.). *Varianty katodnoj zashchity truboprovodov – preimushhestva i nedostatki sposobov* [Variants of cathodic protection of pipelines - advantages and disadvantages of methods]. Retrieved August 5, 2017, from <http://trubaspec.com/montazh-i-remont/varianty-katodnoy-zashchity-truboprovodov-preimushchestva-i-nedostatki-sposobov.html> (in Russian)  
[ТрубаСпец. (n. d.). *Варианты катодной защиты трубопроводов – преимущества и недостатки способов*. Актуально на 5.08.2017. URL: <http://trubaspec.com/montazh-i-remont/varianty-katodnoy-zashchity-truboprovodov-preimushchestva-i-nedostatki-sposobov.html>].
  14. Sopruniuk, P., & Yuzevych, V. (2005). *Diahnostyka materialiv i seredovyshch. Enerhetychni kharakterystyky poverkhnevyykh shariv* [Diagnostics of materials and environments. Energy characteristics of the surface layers]. Lviv: SPOLOM (in Ukrainian)  
[Сопрунюк, П., Юзевич, В. (2005). *Діагностика матеріалів і середовищ. Енергетичні характеристики поверхневих шарів*. Львів: СПОЛОМ].
  15. Koman, B., & Yuzevich, V. (2015). *Energy Parameters of Interfacial Layers in Composite Systems: Graphene – (Si, Cu, Fe, Co, Au, Ag, Al, Ru, Hf, Pb) and Semiconductor (Si, Ge) – (Fe, Co, Cu, Al, Au, Cr, W, Pb)*. *Journal of Nano- and Electronic Physics*, 7(4), 04059-1–04059-7.
  16. Yuzevych, V., Koman, B., & Dzhala, R. (2016). *Mechano-electric characteristics of the near-surface layer of some materials*. *Journal of Nano- and Electronic Physics*, 8(4), 04005-1–04005-7.
  17. Pakhalovych, M. (2017). *Udoskonalennia normatyvnykh dokumentiv z bezpechnoi ekspluatatsii elementiv truboprovodnykh system atomnykh elektrostantsii u ponadproektnyi termin* [Improvement of normative documents on safe operation of elements of pipeline systems of nuclear power plants in excess of the project term] (Doctoral thesis). Kharkiv: Ukrainska inzhenerno-pedahohichna akademiia (in Ukrainian)  
[Пахалович, М. (2017). *Удосконалення нормативних документів з безпечної експлуатації елементів трубопровідних систем атомних електростанцій у понадпроектний термін* (Автореферат дисертації). Харків: Українська інженерно-педагогічна академія].
  18. Pokhmurskyi, V., & Khoma, M. (2008). *Koroziina vtoma metaliv i splaviv* [Corrosive fatigue of metals and alloys]. Lviv: Spolom (in Ukrainian)  
[Похмурський, В., & Хома, М. (2008). *Корозійна втома металів і сплавів*. Львів: Сполон].
  19. Milella, P. P. (2013). *Fatigue and Corrosion in Metals*. Milan: Springer. doi: 10.1007/978-88-470-2336-9
  20. Kharchenko, Ye., Klysh, S., Paliukh, V., Kunta, O., & Lenkovskyi, T. (2016). *Vplyv tryvaloї ekspluatatsii hazoprovodu na tsyklichnu trishchynostiikist stali 17H1S* [The influence of gas pipeline long-term operation on fatigue crack growth resistance of 17Г1С steel]. *Physicochemical Mechanics of Materials*, 52(6), 75–80 (in Ukrainian)  
[Харченко, Є., Клиш, С., Палюх, В., Кунта, О., & Ленковський, Т. (2016). *Вплив тривалої експлуатації газопроводу на циклічну тріщиностійкість сталі 17Г1С*. *Фізико-хімічна механіка матеріалів*, 52(6), 75–80].
  21. Revie, W. R. (Ed.). (2015). *Oil and Gas Pipelines: Integrity and Safety Handbook*. Hoboken: John Wiley & Sons Inc. doi: 10.1002/9781119019213

# Оптимізація траєкторії польоту безпілотного літального апарату

## Optimization of the Flight Path of an Unmanned Aerial Vehicle

Василь Миклуха<sup>1</sup>, Наталія Хімчик<sup>1</sup>  
Vasyl Myklukha, Nataliia Khimchyk

<sup>1</sup> *Zhytomyr Military Institute named after S. P. Koroljov*  
22 Prospekt Myru, Zhytomyr, 10004, Ukraine

DOI: 10.22178/pos.26-5

LCC Subject Category: QA76.75-76.765

Received 12.08.2017  
Accepted 17.09.2017  
Published online 24.09.2017

Corresponding Author:  
Vasyl Myklukha  
prof2014@i.ua

© 2017 The Authors. This article is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 License](#) 

**Анотація.** У статті проведено характеристику особливостей оптимізації траєкторії польоту безпілотного літального апарату. У роботі здійснено аналіз складу та призначення основного обладнання і корисного навантаження безпілотного літального апарату. Зокрема, звертається увага на основні вимоги, які сьогодні ставляться до безпілотного літального апарату.

**Ключові слова:** безпілотний авіаційний комплекс; безпілотний літальний апарат; система автоматизованого управління; корисне навантаження; оптимізація.

**Abstract.** The article describes the features of optimizing the flight path of an unmanned aerial vehicle. The paper analyzes the composition and designation of main equipment and payload of unmanned aerial vehicle. In particular, attention is drawn to the basic requirements that relate to the unmanned aerial vehicle today.

**Keywords:** unmanned aviation complex; unmanned aerial vehicle; automated control system; payload; optimization.

### ВСТУП

У даний час у світовій практиці склалася тенденція до широкого використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у цивільних областях, наприклад, для вирішення завдань екологічного моніторингу, дистанційного зондування поверхні Землі, спостереження за об'єктами транспортної інфраструктури і т. п. При цьому рух безпілотних літальних апаратів може відбуватися в різноманітних складних умовах рельєфу місцевості: в міському середовищі (серед будівель), в умовах гірського рельєфу, над пустельним, лісопарковим, водним середовищем і т. д. З бурхливим розвитком безпілотних літальних апаратів, здатним рухатися в умовах складного рельєфу, завдання планування у реальному режимі часу траєкторії польоту стає все більш актуальним і привабливим [5].

Завданням планування траєкторій руху в останні десятиліття приділяється велика увага. Вона формулюється як задача пошуку

траєкторії динамічної системи, що задовольняє заданим граничним умовам, рух по якій мінімізується деяким функціоналом якості, визначає термінальний промах або характеризує інтегральний ризик.

Однак на практиці не завжди вдається формалізувати всі вимоги, що пред'являються до динаміки функціонування системи у вигляді одного функціоналу, а отримання рішення щодо вибору оптимальних траєкторій польоту безпілотних літальних апаратів вимагає громіздких обчислень [7].

Детальному аналізу, класифікації, цільовому призначенню, як у військовому, так і цивільному сегменті, сучасним розробкам, дизайну, еволюції безпілотних авіаційних систем (БАС) присвячено працю [2]. У статті [7] наведено міжнародну класифікацію безпілотних літальних апаратів, проведено аналіз безпілотних літальних апаратів іноземного виробництва (Unmanned Aerial Vehicles, UAV), зокрема при застосуванні в лісовому секторі.

Багато робіт присвячені інтелектуальному керуванню безпілотними апаратами, зокрема, використання машинного навчання широко розглянуте в працях G. Chowdhary, M. Lazar, F. Lewis, N. Nguyen.

Розвиток сучасних і перспективних технологій дозволяє сьогодні безпілотним літальним апаратам успішно виконувати функції, які у минулому виконувалися іншими силами та засобами. Результати аналізу антитерористичної операції на Сході України показують високу ефективність застосування безпілотних літальних апаратів при виконанні завдань ведення спостереження, розвідки, цілевказівки, РЕБ, коригування вогню [4].

Безпілотні засоби оснащуються ультразвуковими сенсорами, радарними датчиками, лазерними локаторами і відеокамерами. В даний час такі технології оснащення безпілотних засобів поки не широко застосовуються в Україні.

Широке застосування знайшли безпілотні літальні апарати, призначені для автоматизованого моніторингу розвідки, загального навколишнього середовища, поверхні і т. д.

Управління польотом безпілотного літального апарату здійснюється дистанційно з наземного пункту по радіоканалу або з допомогою системи автоматичного управління (САУ). При використанні системи автоматичного управління у пам'ять бортової системи вводиться маршрут польоту, наприклад, у вигляді координат проміжних пунктів або координат цілі.

Отже, для роботи в автоматичному режимі бортові обчислювачі повинні оснащуватися відповідними алгоритмами обробки і аналізу зображень для вирішення завдань стиснення відеоінформації і пошуку об'єктів.

*Метою роботи є оптимізація траєкторії польоту безпілотного літального апарату.*

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Безпілотний літальний апарат у загальному випадку – це літальний апарат без екіпажу на борту. Спектр застосування безпілотного літального апарату досить широкий – автоматичні літаки, вертольоти і дирижаблі здатні вести екологічну розвідку, моніторинг стану атмосфери, виконувати виміри температури,

іонізуючого випромінювання, виробляти забори проб ґрунту з заражених територій і т.д. Шум від таких літальних апаратів набагато нижче, що особливо важливо при зйомці в житлових районах [6].

Нові завдання, такі як ударні, транспортні, моніторинг протяжних лінійних об'єктів (ЛЕП, залізні дороги, трубопровідні системи) вимагають істотного збільшення крейсерської швидкості польоту і злітної маси безпілотного літального апарату. Зростання крейсерської швидкості необхідне для збільшення ефективності безпілотного літального апарату як транспортної системи і зменшення часу реакції, а збільшення злітної маси є наслідком збільшення тривалості польоту і зростання номенклатури і маси корисного навантаження. Наприклад, рішення задачі надання повноцінних ударних можливостей для безпілотного літального апарату RQ-1 Predator в кінцевому підсумку вимагало збільшення швидкості польоту літального апарату в 2 рази, злітної ваги в 4 рази, потужності силової установки в 9 разів і призвело до створення нового безпілотного літального апарату MQ-9A Reaper (Predator B). Маса корисного навантаження при цьому було збільшено у 6 разів. Тривалість польоту і склад БРЕО не зазнали значних змін [2].

Зі зростанням злітної маси і швидкості польоту основні технічні переваги безпілотних літальних апаратів починають слабшати. Катапультні системи старту стають величезного розміру, різко збільшується їх складність та вимоги з технічного обслуговування.

Посадочні системи потребують виділення значних об'ємів планера і також стають надмірно складними і вимогливими до технічного обслуговування. При цьому надійність таких посадкових систем залишає бажати кращого. Складні системи м'якої посадки не забезпечують необхідного рівня збереження бортової електронної апаратури з планера безпілотного літального апарату.

Для безпілотних літальних апаратів одним з найбільш важливих показником ефективності є його розміри. Оскільки для безпілотного літального апарату важлива мобільність, використання габаритних систем навігації стає неможливим. З цією метою використовують MEMS системи. Але, не дивлячись на те, що такі системи надають достатню мобільність, вони не досить точні [8].

Безпілотні літальні апарати використовують для аерофотозйомки, тому доцільним є підвищення цієї якості. Зокрема, ми пропонуємо використовувати багатофункціональну бортову радіолокаційну систему для безпілотного літального апарату, яка допоможе покращити якість зображення простору.

Можливості радіолокаційної апаратури визначаються виділеними ресурсами маси, габаритів і споживаної потужності і зростають при переході від безпілотного літального апарату середнього класу до тяжких безпілотних літальних апаратів.

В якості основного методу огляду простору застосовується бічний огляд із синтезом апертури (РСА) за рахунок руху безпілотного літального апарату, який забезпечує найбільшу інформативність радіолокаційного зображення (РЛІ). Інші функції радіолокаційної системи реалізуються шляхом пристосування апаратури РСА до виконання додаткових завдань. Наприклад, при механічному розвороті антени за напрямом польоту можливий огляд в передній півсфері [5].

Радіолокатори, що встановлюються на безпілотному літальному апараті, можуть бути як спеціалізованими, так і універсальними. Наприклад, безпілотний літальний апарат Heron оснащений РСА для вирішення задачі моніторингу морської поверхні за допомогою локатора Elta EL/M-2022U Maritime Patrol Radar. Інші мають у своєму складі РСА EL/M-2055 SAR/MTI для спостереження суші. Технічна реалізація спеціалізованих РСА простіше. Разом з тим на ряді інших безпілотних літальних апаратів встановлюються багатофункціональні радіолокаційні комплекси, що забезпечують рішення обох задач (приклад – РСА AN/APY-8 Lynx для безпілотного літального апарату Reaper).

До сказаного необхідно додати, що цільові характеристики РСА, такі як смуга огляду, просторова роздільна здатність по дальності і за азимуту, у вирішальній мірі залежать від умов спостереження (висоти польоту, шляховий швидкості) і від якості навігаційного/мікронавігаційного забезпечення. При цьому важливо зазначити, що найвища просторова роздільна здатність досягається при польоті на малих висотах і при відносно малих дальностях до цілі.

Навпаки, широка смуга огляду при помірному просторовому вирішенні забезпечується на великих висотах і максимальних дальностях. Радіолокаторів, у яких в одному і тому ж режимі спостереження гранично висока просторова роздільна здатність поєднується з гранично широкою смугою огляду, не виявлено.

Ілюстрацією наведеного факту може служити радіолокатор з синтезованою апертурою, встановлений на безпілотний літальний апарат Predator, де заявлена просторова роздільна здатність по дальності і за азимуту, що дорівнює 1 м, забезпечується в смузі огляду шириною не більше 800–1000 м [2].

Продуктивність цифрової камери при аерофотозніманню виражається в необхідній кількості знімків на один кілометр квадратний (кв. км) території. Висока продуктивність буде у камери з меншою кількістю знімків на кв. км. Для розрахунку кількості знімків на один кв. км. необхідно обчислити оптимальну відстань між маршрутами аерофотозйомки і центрами фотографування (ц. ф.) на маршруті.

Відстань між маршрутами аерофотозйомки і ц. ф. на маршруті розраховується з урахуванням точності ГЛОНАСС/GPS навігації і особливостей пілотування безпілотного літального апарату. Параметри утримання літака на маршруті наступні:

- поперечне зміщення від осі маршруту  $\pm 10$  м;
- утримання безпілотного літального апарату на запроєктованій висоті  $\pm 15$  м;
- відстань від центру запроєктованого фотографування до точки спрацьовування затвора фотоапарата  $\pm 5$  м;
- зміна кута крену безпілотного літального апарату на маршруті між двома знімками  $10^\circ$ ;
- зміна кута тангажа безпілотного літального апарату на маршруті між двома знімками  $6^\circ$ .

Наведені параметри польоту безпілотного літального апарату були отримані в результаті безлічі пост обробки матеріалів виробничого та експериментального аерофотознімання.

Для розрахунку продуктивності фотокамер необхідно отримати максимально допустиму висоту фотографування при заданому масштабі створюваного фотоплану. Зв'язок край-

нього розміру пікселя знімка з місцевістю показаний на рис. 1.

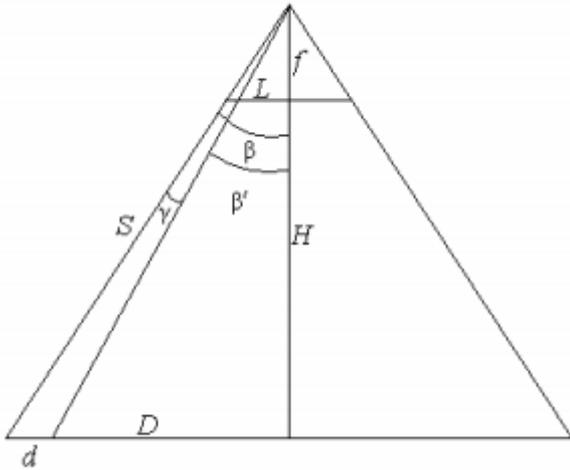


Рисунок 1 – Зв'язок розміру пікселя знімка з місцевістю

Примітки: *f* – фокусна відстань камери в еквіваленті для 35 мм кадру; *L* – довжина половини діагоналі матриці, для 35 мм кадру вона складе 21.6 мм; *H* – висота фотографування під час АФС; *D* – довжина половини діагоналі знімка на місцевості

Величина крайнього пікселів знімка на місцевості не повинна перевищувати 0,07 мм в

масштабі створюваного фото-плану [5]. Розрахунок роздільної здатності знімка слід проводити для найбільш віддалених від центру кадру. З рис. 1 слідує (1)–(2):

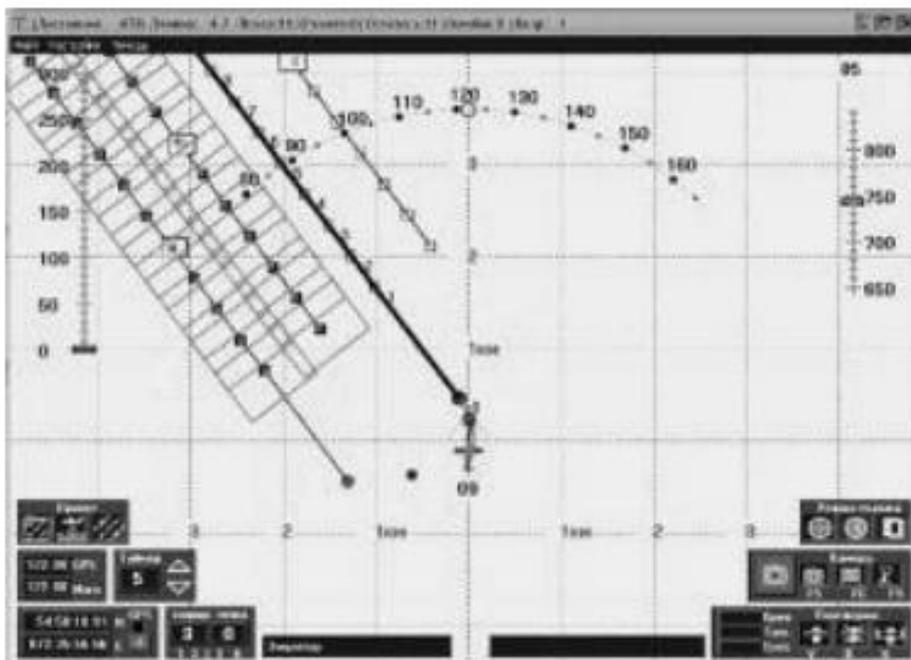
$$S = \frac{d * \cos(\gamma - \beta)}{\sin \lambda}, \tag{1}$$

$$H_{\max} = S * \cos \beta. \tag{2}$$

Для забезпечення суцільного покриття земної поверхні знімками необхідно врахувати максимальні відхилення безпілотного літального апарату від запроєктованого маршруту. Мінімальне значення половини ширини захвату місцевості під час аерофотозйомки з урахуванням сукупності похибок навігаційних даних і пілотування літального апарату обчислюється за формулою (3):

$$D_{\min} = (H_{\text{пол}} - 15\text{м}) * \text{tg}(b - 5^{\circ}) - 10\text{м}. \tag{3}$$

Проектування аерофотозйомки дозволяє використовувати отримані дані в навігаційній програмі (рис. 2).



## Рисунок 2 – Навігаційна програма

При управлінні безпілотним літальним апаратом за допомогою навігаційної програми, можна здійснювати політ з запроєктованими маршрутами. Виконання аерофотозйомки з запроєктованими маршрутами дозволяє застосовувати для створення ортофотопланів існуючі цифрові фотограмметричні станції (ЦФС), що істотно скорочує витрати на виконання робіт і створення спеціалізованого програмного забезпечення.

Третя задача пов'язана з оперативною оцінкою якості матеріалів аерофотознімання. Для цієї мети розроблено та впроваджено у виробництво програмне забезпечення у вигляді додатка до ГІС MapInfo.

Програма за даними, отриманими з борту літального апарату в момент фотографування, будує умовні рамки знімків (рис. 3), за якими оцінюється покриття заданої території аерофотозніманнями.

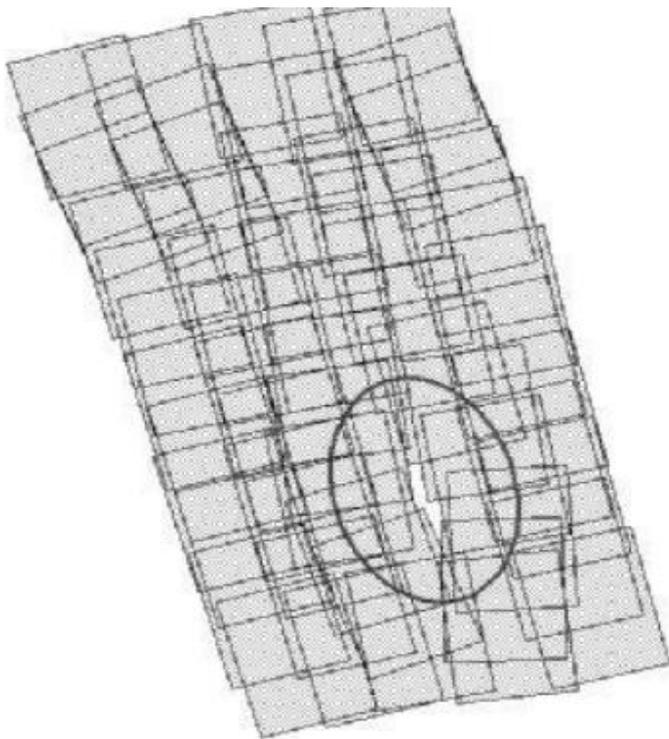


Рисунок 3 – Побудова умовних рамок знімків під час аерофотозйомки

Розроблена методика оцінки якості аерофотозйомки дозволяє використовувати безпілотні літальні надлегкі апарати як повнофункціональні комплекси. Аерофотозйомки в

реальному часі дозволяють уникнути повторних виїздів на відзняті ділянки.

Також досить важливим постає дистанційне керування безпілотним літальним апаратом. Проведений аналіз систем управління показав, що дистанційне керування включає гідності інших режимів і полягає в передачі по командній радіолінії завдань для виконавчих механізмів.

Система дистанційного керування відповідає за планування польотного завдання, формування команд управління для системи автоматичного управління при зміні маршруту польоту пілотом-оператором, налаштування параметрів системи автоматичного управління, відображення телеметричної інформації, аналіз польотних даних, а також управління корисним навантаженням безпілотного літального апарату. З боку пілота-оператора дистанційне керування зводиться до уточнення програми польоту на маршруті, видачі разових команд в районі рішення цільової задачі. Завдання формування команд при дистанційному керуванні носить логіко-аналітичний характер, вироблення єдиних правил визначення програми, параметрів польоту в умовах невизначеності є важкою задачею [6].

Таким чином, оперативна гнучкість, здатність в режимі реального часу передавати інформацію на вище стоячі рівні управління і своєчасно на будь-якому етапі польоту отримувати необхідні дані для її аналізу і прийняття рішення, що обумовлюють доцільність використання дистанційного режиму управління. Дистанційне керування оператором безпілотного літального апарату – це складна багатокритеріальна задача. Суперечливість вимог до результату прийнятих рішень, неоднозначність оцінки ситуації, помилки у виборі пріоритетів ускладнюють процес прийняття рішень

при управлінні, не дозволяють ефективно обробляти інформацію і оперативно аналізувати її для прийняття обґрунтованих рішень.

Основні завдання, які вирішуються оператором при дистанційному керуванні, носять логіко-аналітичний характер, вимагають обґрунтованих оперативних рішень на основі одержуваної фото- і відеоінформації та складаються з:

- вироблення рішення на виконання дій по пошуку об'єктів на підставі результатів аналізу подій і рівня наявних можливостей безпілотного літального апарату;
- виявлення, розпізнавання і визначення координат вибраного об'єкта;
- використання принципу вибору об'єкта за ступенем його важливості і пріоритетності;
- прийому, переробки і аналізу достовірності одержуваної інформації по радіоканалу;
- забезпечення сталого управління рухом безпілотного літального апарату за маршрутом, на якому очікується присутність вакансій оператора об'єктів;
- використання технічних можливостей бортових пристроїв і систем безпілотного літального апарату;
- управління корисним навантаженням: управління лінією видимості камери; напрямками та контролю нахилу камери по осях; захоплення моментального знімка, запам'ятовування і створення мітки на тлі карти; зміна масштабу; зміна фокусування [2].

Оператор безпілотного літального апарату в сучасних умовах ведення бойових дій виконує навігаційні, аналітичні функції, здійснює процеси розшифровки фото і відеоінформації та безпосередньо є особою, що приймає рішення.

Необхідні злагоджені і продумані дії оператора, здійснення яких можна тільки завдяки досвіду, знанням з управління безпілотним літальним апаратом і дешифрування фото і відео інформації. Основні функції спрямовані

на забезпечення виконання типових операцій оператором, а рішення логіко-аналітичних задач, пов'язаних з вибором об'єкта за ступенем її важливості, переробкою одержуваної по радіоканалу інформації, виробленням рішення на виконання дій по пошуку об'єктів з урахуванням рівня наявних можливостей безпілотного літального апарату в умовах оперативного зміни умов спостереження не вирішені і вимагають від оператора високої кваліфікації і інтуїції, оперативності прийняття рішень з управління безпілотним літальним апаратом.

Існує протиріччя між необхідністю своєчасного вироблення достатньо обґрунтованих рекомендацій щодо управління безпілотним літальним апаратом в умовах невизначеності, і обмеженими можливостями за існуючих наземних ПУ.

## ВИСНОВКИ

Використання дистанційного управління при управлінні безпілотного літального апарату дозволяє своєчасно приймати обґрунтовані рішення оператором в умовах невизначеності, суперечливості вхідної інформації про об'єкти, обмежені можливості безпілотного літального апарату, складній завадовій ситуації, маневреної, вогневої, інформаційної протидії з сторони наземної цілі, значної кількості параметрів, значення багатьох з яких явно невизначені. Знання експертів дозволять сформулювати єдині правила по управлінню безпілотним літальним апаратом при вирішенні різних цільових завдань в умовах невизначеності.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Andreev, K. V. (2015). *Optimal'nye traektorii bespilnogo letatel'nogo apparata pri slezhenii za podvizhnoy cel'ju s pomoshh'ju antennoj reshetki* [The optimal trajectories of an unmanned aerial vehicle while tracking a mobile target using an antenna array]. *Problemy upravleniya*, 5, 76–83 (in Russian)  
[Андреев, К. В. (2015). Оптимальные траектории беспилотного летательного аппарата при слежении за подвижной целью с помощью антенной решетки. *Проблемы управления*, 5, 76–83].
2. Degtjarev, Ju. I. (1980). *Metody optimizacii* (Optimization methods). Moscow: Sovetskoe radio (in Russian)  
[Дегтярев, Ю. И. (1980). *Методы оптимизации*. Москва: Советское радио].
3. Galushko, S. (2001). *Bespilotnye letatel'nye apparaty kardinal'no izmenjat oblik aviacii budushhego* [Unmanned aerial vehicles will radically change the look of the future aviation]. *Nauka i zhizn'*, 9, 18–20 (in Russian)

- [Галушко, С. (2001). Беспилотные летательные аппараты кардинально изменят облик авиации будущего. *Наука и жизнь*, 9, 18–20].
4. Kharchenko, O. V., Kuleshyn, V. V., & Kotsurenko, Yu. V. (2005). Klyasyfikatsiia ta tendentsii stvorennia bezpilotnykh litalnykh aparativ viiskovoho pryznachennia [Classification and trends of the creation of unmanned aerial vehicles for military use]. *Nauka i oborona*, 1, 57–60 (in Ukrainian)  
[Харченко, О. В., Кулешин, В. В., & Коцуренко, Ю. В. (2005). Класифікація та тенденції створення безпілотних літальних апаратів військового призначення. *Наука і оборона*, 1, 57–60].
5. Kljuchka, Ju. P., Gasanov, H. Sh., & Krynskaja, N. V. (2014). *Analiz primenenija teplovizorov pri tushenii pozharov* [Analysis of applying the thermal imagers for fire extinguishing]. *Problemy pozharnoj bezopasnosti*, 36, 109–116 (in Russian)  
[Ключка, Ю. П., Гасанов, Х. Ш., & Крынская, Н. В. (2014). Анализ применения тепловизоров при тушении пожаров. *Проблемы пожарной безопасности*, 36, 109–116].
6. Krasil'shnikov, M. N., & Sebrjakov, G. G. (Red.). (2005). *Upravlenie i navedenie bespilotnykh manevrennykh letatel'nykh apparatov na osnove sovremennykh informacionnykh tehnologij* [Management and guidance of unmanned aerial vehicles on the basis of modern information technologies]. Moscow: FIZMATLIT (in Russian)  
[Красильщиков, М. Н., & Себряков, Г. Г. (Ред.). (2005). *Управление и наведение беспилотных маневренных летательных аппаратов на основе современных информационных технологий*. Москва: ФИЗМАТЛИТ].
7. Nikitin, S. K. (2013). *Teplovizory kak sredstvo profilaktiki pozharov* [Thermal imaging as a means of preventing fires]. *Algoritm bezopasnosti*, 5, 60–61 (in Russian)  
[Никитин, С. К. (2013). Тепловизоры как средство профилактики пожаров. *Алгоритм безопасности*, 5, 60–61].
8. Sovetov, B. Ja., & Jakovlev, S. A. (1998). *Modelirovanie sistem* [Simulation of systems]. Moscow: Vysshaja shkola (in Russian)  
[Советов, Б. Я., & Яковлев, С. А. (1998). *Моделирование систем*. Москва: Высшая школа].

# Studies on Cd<sub>1</sub>Se<sub>0.6</sub>Te<sub>0.4</sub> Thin Films by Spectroscopic and Diffractometer Characterization

Cliff Orori Mosiori<sup>1</sup>, Duke Ateyh Oeba<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Technical University of Mombasa

P. O. Box 90420-80100, Mombasa, Kenya

<sup>2</sup> Kenyatta University

P. O. Box 43844-00100, Nairobi, Kenya

DOI: 10.22178/pos.26-3

LCC Subject Category:  
TP155-156, QC450-467,  
QD450-801

Received 12.07.2017

Accepted 12.09.2017

Published online

20.09.2017

Corresponding Author:

corori@tum.ac.ke

© 2017 The Authors.  
This article is licensed  
under a Creative  
Commons Attribution  
4.0 License

**Abstract.** Cadmium selenide tellurium is a compound containing cadmium, tellurium and selenium elements forming a combined solid. Hall measurements suggest that it is an n-type semiconductor. Related optical studies indicate that it is transparent to infra-red radiation. Structural studies clearly show that it has a wurtzite, sphalerite crystalline forms. Cadmium is a toxic heavy metal, and selenium is only toxic in large amounts or doses. By this toxicity, cadmium selenide is known to be carcinogenic to humans; however, this does not stop investigating it for optoelectronic applications. Current research has narrowed down to investigating cadmium selenide when in the form of nanoparticles. Cadmium selenide finds applications in opto-electronic devices like laser diodes, biomedical imaging, nano-sensing, high-efficiency solar cells and thin-film transistors. By chemical bath deposition, Cd<sub>1</sub>Se<sub>0.6</sub>Te<sub>0.4</sub> thin films were grown onto glass. Tellurium was gradually introduced as an impurity and its crystalline structure and optical properties were investigated by XRD and UV-VIS spectroscopy. The main Cd<sub>1</sub>Se<sub>0.6</sub>Te<sub>0.4</sub>/glass characteristics were correlated with the conditions of growing and post-growth treatment and it was found out that films were homogeneous films with controllable thickness onto the glass substrate and suitable for n-type "sandwich" heterostructures applications. Comparison of the intensities of equivalent reflexions provided a test for the internal consistency of the measurements. Equivalent reflexions in two specimens differed on average by 1.4 % and 0.6% from the mean measured intensity, attesting to the high internal consistency of measurements from extended-face crystals. By comparison from data obtained from all samples showed their average deviation from the mean to be 0.9 %.

**Keywords:** cadmium selenide tellurium; Cd<sub>1</sub>Se<sub>0.6</sub>Te<sub>0.4</sub> thin films; glass; chemical bath deposition.

## INTRODUCTION

Cadmium selenide compounds are used as n-type semiconducting layer in different kinds of "sandwiched" optoelectronic heterostructures due to their very interesting properties. They have a band gap of about 1.74 eV, good dielectric constants of about 10.2 [13] and varying electrical resistivity of about 1 Ω cm to 10<sup>12</sup> Ω cm [3]. Pure crystal of CdSe has its band edge in the near infrared and show clear transmittance far into the infrared region [6]. Their long wavelength limits determined by the onset of lattice absorption are about 1.5 cm<sup>-1</sup> at 24.3 μm [14] with a narrow impurity absorption centered at 18.5 μm which varies from one crystal of CdSe to another. They also show a nonlinear optical behavior with

pulses tunable from 10 to 20 μm [1]. Tellurium equally is a rare, silvery-white, brittle, lustrous metalloid that can burn in air with a greenish-blue flame to form white tellurium dioxide (TeO<sub>2</sub>). When its present in certain compounds, tellurium exists mostly in the oxidation state IV and VI depending of other conditions [12]. Tellurium is therefore a semiconductor that is slightly photosensitive with radioactive isotopes. It is among the lightest element to exhibit alpha decay. Therefore, when investigating it, caution must be exercised. Using the Sellmeier equations [10] and where λ is in microns, it has refractive index varying as:

$$n_o^2 = 4.1321 + \frac{1.8587\lambda^2}{\lambda^2 - 0.2187} + \frac{3.0461\lambda^2}{\lambda^2 - 3380}, \quad (1)$$

$$n_e^2 = 4.0829 + \frac{2.0038\lambda^2}{\lambda^2 - 0.2075} + \frac{3.5540\lambda^2}{\lambda^2 - 3629}, \quad (2)$$

where symbols have their conventional meanings.

Different techniques could be used to grow impure CdSe thin films preparation such as chemical bath deposition [2], sputtering [9], chemical vapour deposition [8] or electrodeposition [4]. Among them, chemical bath deposition (CBD) is a simple and low-cost method and produces uniform, adherent and reproducible films. Moreover, CBD is a low temperature technique and can be used for CdSe deposition onto a wide range of substrates. Thin films of were grown by chemical bath deposition on glass using the multilayer technique is not new [6, 3]. Pure cadmium selenide films properties are extremely sensitive to preparation conditions [7, 14] and therefore the aim of this work is to study the influence of tellurium impurity on structural and optical properties.

## METHODOLOGY

### Materials and Reagents

Cadmium acetate,  $\text{NH}_3$  aqueous solution, acetone, ethanol, sodium citrate and distilled water were purchased and used without purification. Chemical were bought from Sigma Aldrich while the glass pieces were purchased from Optical Filters Ltd.

### Preliminary Procedures

Prior the deposition, the coated glass (50 mm × 25 mm × 1 mm) were ultrasonically cleaned with acetone/ethanol mixture and dried.

### Procedure

**Single-layer Growth.**  $\text{Cd}_1\text{Se}_{0.6}\text{Te}_{0.4}$ / glass thin film structures were grown successively from renewed chemical bath (CB) using a precursor solution prepared from cadmium acetate,  $\text{NH}_3$  aqueous solution, sodium citrate and distilled water. The glass substrates were immersed vertically suspending them around the stirrer and the bath stirred was continuously while maintained at 70 °C. After attaining thermal equilibrium, Te impurities were introduced under stirring conditions.

**Multi-layer Growth.** To grow a multi-layer procedure, wet glass were immersed into the hot

chemical bath and only taken out after 1.0 hr, washed and re-introduced into a renewed hot chemical bath solution repeatedly. All other growth conditions were maintained.

**Deposition parameters.** For the two procedures in above, the deposition parameters were maintained as follows:

$$[\text{Cd}^{2+}] = 3 \times 10^{-3} \text{ M}; [\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-}] = 1.2 \times 10^{-1} \text{ M};$$

$$[\text{NH}_3] = 3 \times 10^{-1} \text{ M}; [\text{Se}] = 3.1 \times 10^{-2} \text{ M};$$

$$\text{pH} = 10.5; [\text{Te}] = 1.85 \times 10^{-2} \text{ M}.$$

All samples were washed, dried and annealed in air; at 350 °C to result into  $\text{Cd}_1\text{Se}_{0.6}\text{Te}_{0.4}$  thin films.

**Characterization.** The films were characterised by thickness using a profilometer and microweighing method and the film thickness was evaluated by averaging the resulting measurements, crystalline structure using diffractometer and obtained UV-Vis transmittance spectra from a photo Spectrometer.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

This work specifically investigated the structure and optical transmittance in the range of 300–900 nm wavelength which is in the UV-Vis spectroscopy (Figure 1 and Figure 2).

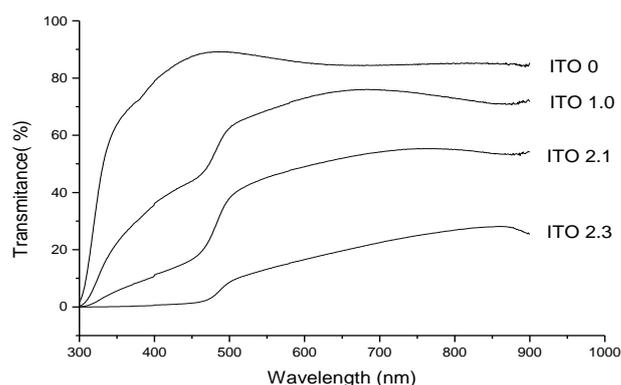


Figure 1 – Transmittance in multilayered  $\text{Cd}_1\text{Se}_{0.6}\text{Te}_{0.4}$  / glass film

Observed intensities were analyzed by crystallographic least-squares program and modified to include dispersion corrections and to calculate the values of the atomic scattering factors at the appropriate value of  $\sin(\theta/2)$  using the polynomial expansion [4].

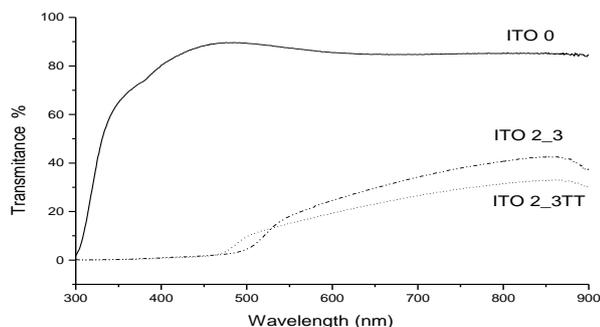


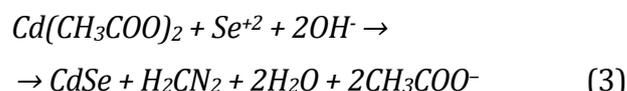
Figure 2 – Transmittance in  $\text{Cd}_1\text{Se}_{0.6}\text{Te}_{0.4}$  / glass after the thermal treatment

For a structure consisting of light atoms and including low-angle data the effect of replacing the usual interpolation procedure by the polynomial expansion could well be more significant.

### Chemical Reactions

$\text{Cd}_1\text{Se}_{0.6}\text{Te}_{0.4}$ /glass samples were grown by chemical bath deposition method from cadmium

acetate solutions. The chemical bath deposition of films involves the decomposition of alkaline solutions in the presence of a metal salt in the presences of chelating agents such as ammonia or sodium citrate, whose role is to control the  $\text{Cd}_1\text{Se}_{0.6}\text{Te}_{0.4}$ /glass film-growing rate as follows [8]:



### Film Thickness

Chemical Bath technique was adapted for multi-layer  $\text{Cd}_1\text{Se}_{0.6}\text{Te}_{0.4}$ /glass and samples with 1, 2 and 4 consecutively deposited were prepared and characterised. Composition of the as prepared heterostructures, packing density, growing rate and thickness of  $\text{Cd}_1\text{Se}_{0.6}\text{Te}_{0.4}$  films are presented in Table 1.

Table 1 – Raw data for heterostructures  $\text{Cd}_1\text{Se}_{0.6}\text{Te}_{0.4}$  / glass

Samples code	Heterostructures Type	$\text{Cd}_1\text{Se}_{0.6}\text{Te}_{0.4}$ film type	Total dep. time*	Packing density ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ )	Film thickness (nm)	Growing rate (nm/min)
ITO-0	Glass	-	0	0	20**	0
ITO 1-0	$\text{Cd}_1\text{Se}_{0.6}\text{Te}_{0.4}$ / glass	Mono-layer	1 h	0.098	17	0.2
ITO-2.1	$\text{Cd}_1\text{Se}_{0.6}\text{Te}_{0.4}$ / glass	Multi-layer	2 h	0.470	89	0.7
ITO2.3	$\text{Cd}_1\text{Se}_{0.6}\text{Te}_{0.4}$ / glass		4 h	1.434	243	1.3

Notes: \* n = number of layers, m = deposition time; \*\* – manufacturer measurement

The increase of  $\text{Cd}_1\text{Se}_{0.6}\text{Te}_{0.4}$ /glass film thickness with the total deposition time could be noticed. Moreover, for the same deposition time, the multilayer film is almost 7 times thicker than the corresponding monolayer one. The use of a high number of successively deposited layers (coatings) determines the increase of the film thickness. One can note that for various heterostructures, the growing rate is different, increasing with the number of coatings.

### Optical Transmittance

The transmission spectra of the heterostructures that contain multilayer  $\text{Cd}_1\text{Se}_{0.6}\text{Te}_{0.4}$ /glass films illustrates the decrease in film transparency parallel with increases in film thickness (Figure 1).

As opposed to post treated films, there seems to be an increase film transmittance (Figure 2). It can be noted that the glass substrate shows a high transparency on the entire visible domain.

### X-ray diffraction

The X-ray diffraction were used to investigate the optical and structural properties of different  $\text{Cd}_1\text{Se}_{0.6}\text{Te}_{0.4}$ /glass hetero-structures (Figure 3 and Figure 4). The crystalline structure of thermally treated  $\text{Cd}_1\text{Se}_{0.6}\text{Te}_{0.4}$ /glass heterostructures was investigated by X-ray diffraction and characteristic bands of the hexagonal crystalline structure of the cadmium selenide could be noticed as depicted in Figure 3.

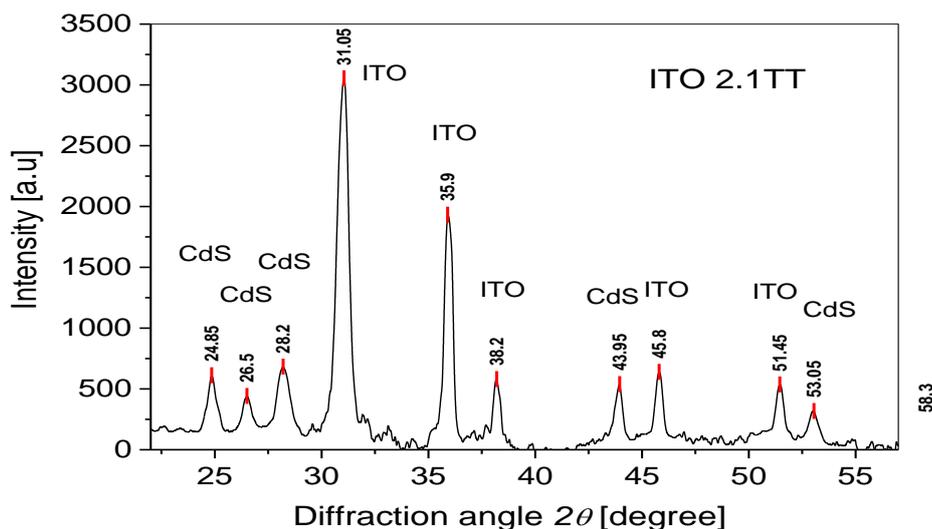


Figure 3 – XRD spectra for  $\text{Cd}_1\text{Se}_{0.6}\text{Te}_{0.4}$  / glass after the thermal treatment

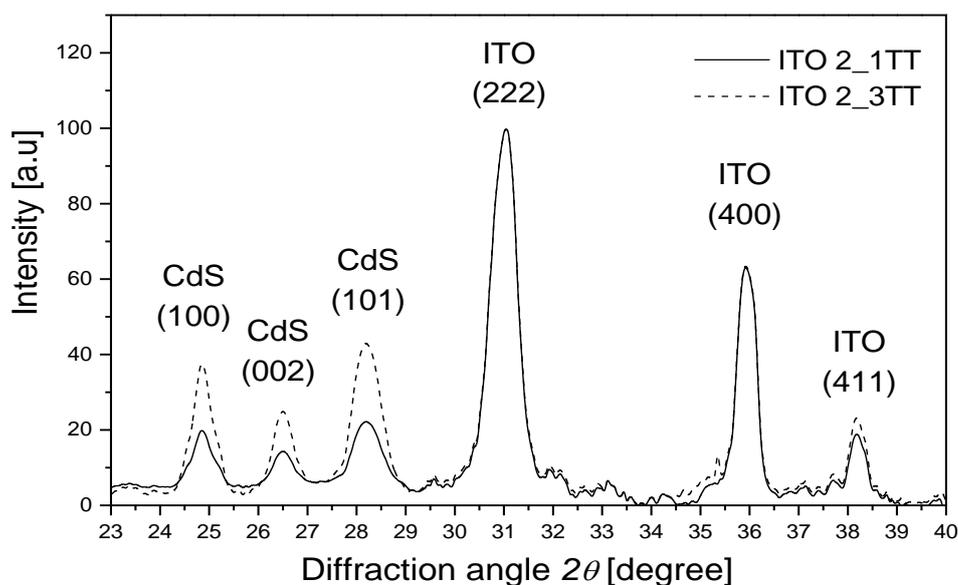


Figure 4 – XRD spectra for  $\text{Cd}_1\text{Se}_{0.6}\text{Te}_{0.4}$ /glass with multilayer CdS films

It was also noted that the crystallinity of the films were high as a result of post-growing thermal treatment. Therefore, in order to compare the effect of multiple layers on crystalline structure observed, the XRD spectra were first normalised in rapport with (222) peak of the indium-tin oxide as shown in Figure 4. The spectra normalisation was used in evidence of the increase of the three XRD characteristic bands observed in  $\text{Cd}_1\text{Se}_{0.6}\text{Te}_{0.4}$  / glass i.e. (100), (002), (101). This observation was attributed to the presence of a higher  $\text{Cd}_1\text{Se}_{0.6}\text{Te}_{0.4}$  crystal amount on the surface of glass.

## CONCLUSION

Thin films of  $\text{Cd}_1\text{Se}_{0.6}\text{Te}_{0.4}$  were synthesized using special CBD. It proved to be a convenient deposition method since its films were well adhered to and were also homogeneous films with controllable thickness onto the glass substrate. Powder X-ray analysis confirmed the fundamental diffraction patterns of  $\text{Cd}_1\text{Se}_{0.6}\text{Te}_{0.4}$ . UV-Vis and XRD investigation illustrated the quality of the as prepared  $\text{Cd}_1\text{Se}_{0.6}\text{Te}_{0.4}$  hetero-structures as determined, from X-ray intensity data obtained with extended-face crystals [11]. The wurtzite parameter  $u$  was found to be  $0.37679 \pm 0.00012$ .

Comparison of the intensities of equivalent reflexions provided a test for the internal consistency of the measurements. Equivalent reflexions in the samples differed on average by 1.4 % and 0.6 % from the mean measured intensity, attesting to the high internal consistency of measurements from extended-face crystals. By comparing data obtained from all its samples their average deviation from the mean to be 0.9 %.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors acknowledge the support given by Dr. Walter Kamande Njoroge of Kenyatta University in performing the XRD spectra and Mr Maera John of Maasai Mara University for performing transmittance measurements.

## REFERENCES

1. Chen, J., Gao, Y., Xu, Z., Wu, G., Chen, Y., & Zhu, C. (2006). A novel fluorescent array for mercury (II) ion in aqueous solution with functionalized cadmium selenide nanoclusters. *Analytica chimica acta*, 577(1), 77–84. doi: [10.1016/j.aca.2006.06.039](https://doi.org/10.1016/j.aca.2006.06.039)
2. García-Santamaría, F., Brovelli, S., Viswanatha, R., Hollingsworth, J. A., Htoon, H., Crooker, S. A., & Klimov, V. I. (2011). Breakdown of volume scaling in Auger recombination in CdSe/CdS heteronanocrystals: the role of the core– shell interface. *Nano letters*, 11(2), 687–693. doi: [10.1021/nl103801e](https://doi.org/10.1021/nl103801e)
3. Hossain, M. A., Jennings, J. R., Koh, Z. Y., & Wang, Q. (2011). Carrier generation and collection in CdS/CdSe-sensitized SnO<sub>2</sub> solar cells exhibiting unprecedented photocurrent densities. *Acs Nano*, 5(4), 3172–3181. doi: [10.1021/nn200315b](https://doi.org/10.1021/nn200315b)
4. Ithurria, S., Bousquet, G., & Dubertret, B. (2011). Continuous transition from 3D to 1D confinement observed during the formation of CdSe nanoplatelets. *Journal of the American Chemical Society*, 133(9), 3070–3077. doi: [10.1021/ja110046d](https://doi.org/10.1021/ja110046d)
5. Lee, J. S., Kovalenko, M. V., Huang, J., Chung, D. S., & Talapin, D. V. (2011). Band-like transport, high electron mobility and high photoconductivity in all-inorganic nanocrystal arrays. *Nature nanotechnology*, 6(6), 348–352. doi: [10.1038/nnano.2011.46](https://doi.org/10.1038/nnano.2011.46)
6. Liu, Y. H., Wang, F., Wang, Y., Gibbons, P. C., & Buhro, W. E. (2011). Lamellar assembly of cadmium selenide nanoclusters into quantum belts. *Journal of the American Chemical Society*, 133(42), 17005–17013. doi: [10.1021/ja206776g](https://doi.org/10.1021/ja206776g)
7. Owen, J. S., Park, J., Trudeau, P. E., & Alivisatos, A. P. (2008). Reaction chemistry and ligand exchange at cadmium– selenide nanocrystal surfaces. *Journal of the American Chemical Society*, 130(37), 12279–12281. doi: [10.1021/ja804414f](https://doi.org/10.1021/ja804414f)
8. Pernik, D. R., Tvrđy, K., Radich, J. G., & Kamat, P. V. (2011). Tracking the adsorption and electron injection rates of CdSe quantum dots on TiO<sub>2</sub>: linked versus direct attachment. *The Journal of Physical Chemistry C*, 115(27), 13511–13519. doi: [10.1021/jp203055d](https://doi.org/10.1021/jp203055d)
9. Pradhan, N., Goorskey, D., Thessing, J., & Peng, X. (2005). An alternative of CdSe nanocrystal emitters: pure and tunable impurity emissions in ZnSe nanocrystals. *Journal of the American Chemical Society*, 127(50), 17586–17587. doi: [10.1021/ja055557z](https://doi.org/10.1021/ja055557z)
10. Qian, L., Zheng, Y., Xue, J., & Holloway, P. H. (2011). Stable and efficient quantum-dot light-emitting diodes based on solution-processed multilayer structures. *Nature photonics*, 5(9), 543–548. doi: [10.1038/nphoton.2011.171](https://doi.org/10.1038/nphoton.2011.171)
11. Robel, I., Subramanian, V., Kuno, M., & Kamat, P. V. (2006). Quantum dot solar cells. Harvesting light energy with CdSe nanocrystals molecularly linked to mesoscopic TiO<sub>2</sub> films. *Journal of the American Chemical Society*, 128(7), 2385–2393. doi: [10.1021/ja056494n](https://doi.org/10.1021/ja056494n)
12. Skaff, H., Ilker, M. F., Coughlin, E. B., & Emrick, T. (2002). Preparation of cadmium selenide– Polyolefin composites from functional phosphine oxides and ruthenium-based metathesis. *Journal of the American Chemical Society*, 124(20), 5729–5733. doi: [10.1021/ja012576+](https://doi.org/10.1021/ja012576+)

13. Werlin, R., Priester, J. H., Mielke, R. E., Krämer, S., Jackson, S., Stoimenov, P. K., ... & Holden, P. A. (2011). Biomagnification of cadmium selenide quantum dots in a simple experimental microbial food chain. *Nature nanotechnology*, 6(1), 65–71. doi: [10.1038/nnano.2010.251](https://doi.org/10.1038/nnano.2010.251)
14. Yu, W. W., Qu, L., Guo, W., & Peng, X. (2003). Experimental determination of the extinction coefficient of CdTe, CdSe, and CdS nanocrystals. *Chemistry of Materials*, 15(14), 2854–2860. doi: [10.1021/cm034081k](https://doi.org/10.1021/cm034081k)

# Optical Analysis of Ag-NPs Containing Methyl Ammonium Lead Tri-iodide Thin Films

Cliff Orori Mosiori<sup>1</sup>, Walter Kamande Njoroge<sup>2</sup>, Lawrence Otieno Ochoo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Technical University of Mombasa

P. O. Box 90420-80100, Mombasa, Kenya

<sup>2</sup> Kenyatta University

P. O. Box 43844-00100, Nairobi, Kenya

DOI: 10.22178/pos.26-10

LCC Subject Category:

TP155-156, QC450-467, QD450-801

Received 12.07.2017

Accepted 12.09.2017

Published online 30.09.2017

Corresponding Author:

corori@tum.ac.ke

© 2017 The Authors. This article is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 License](#)

**Abstract.** Methyl ammonium lead tri-iodide hybrid thin films were grown using solution technique. They were doped with silver nano-particles at different concentrations at concentrations of 0.05, 0.06, 0.07, 0.08, and 0.09 mM. Their reflectance and transmittance were recorded in the wavelength range 300–900 using UV-Vis double - beam spectrophotometer. Using these measurements, other optical parameters were simulated using scout software. The effect of silver nanoparticles was investigated. Results revealed that the thin films had highest transmittance of about 79 % as their band gap varied from 1.921–1.832 eV. Electrical conductivity varied from  $1.4\text{--}1.6 \times 10^5 \text{ S cm}^{-1}$  while optical conductivity varied in the range of  $0.3\text{--}0.6 \times 10^{10} \text{ sec}^{-1}$ . They had a significantly low refractive index, suitable for optical applications within the range of 1.6–1.8. The extinction coefficient varied in the range as  $1.0\text{--}1.7 \times 10^5$  while the absorption coefficient varied varies in the range of  $2.1\text{--}4.2 \text{ cm}^{-1}$ . It was concluded that the thin films were suitable for photonic device applications.

**Keywords:** optical parameters; silver nano-particles; methyl ammonium lead tri-iodide;  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ ; energy band gap.

## INTRODUCTION

Hybrid nonlinear optical materials have received much interest because of their potential applications in optical devices such as optical signal processing, optical switching and optical power limiting [1, 4, 21]. Hybrid materials are currently attracting considerable attention and they are emerging as a new front runner promising materials for optical devices applications owing to their high nonlinearity and ultra-fast responses. These are qualities required in many scientific and material technology device applications [8, 22]. Hybrid materials can be modified when they are doped using suitable metal nanoparticles to display unique optical nonlinearities. In this study, silver nanoparticles were chosen because have excellent unique nonlinear optical properties. Silver as a dopant in methyl ammonium lead tri-iodide, it may contribute to its nonlinear to offer several characteristics advantages like flexibility, ease of fabrication, good transparency or non linear reflectivity, photo and thermal sta-

bility [3, 19, 24]. Low fabrication cost may be an added advantage. Scientific developments have developed various techniques to prepare the hybrid films [10, 28, 29]. Among them is solution technique which is a very good, simple, and easy to prepare the hybrid films. It is a technique that was employed to grow silver containing methyl ammonium lead tri-iodide hybrid films at different concentrations. This work reports on the optical properties of  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ , as modified by silver nanoparticles as simulated using the scout software.

## THEORETICAL FRAMEWORK

It's generally accepted that in thin or thick films or wafers, linear absorption coefficient  $\alpha$  of an optical medium is usually described by the Lambert-Beer law [7] as (1):

$$I = I_0 e^{-\alpha L} \quad (1)$$

This is acceptable that absorbance  $A$  can be defined as (2):

$$A = I_0 / I. \quad (2)$$

So that Equation (2) can be written as (3):

$$A = e^{\alpha L}. \quad (3)$$

From the Equation (3) absorption coefficient takes the form (4):

$$\alpha = 2.303 \frac{A}{L}, \quad (4)$$

where  $I_0$  – is the incident light intensity;

$A$  – is absorbance;

$I$  – is the transmitted light intensity;

$L$  – is the length of the absorbing medium.

The extinction coefficient  $k$  of the medium sample is directly proportional to the absorption coefficient  $\alpha$  according to the following Equation (5):

$$k = \frac{\alpha \lambda}{4\pi}, \quad (5)$$

where  $\lambda$  – is the wavelength of incident light [15].

Based on this concept, the refractive index  $n$  is fundamental parameters as it relates the properties of material as [20]:

$$n = \left[ \frac{1+R}{1-R} \right] + \left[ \frac{4R}{(1-R)^2} - \kappa^2 \right]^{1/2}, \quad (6)$$

where the optical reflectance  $R$  of the material is given by the relation [15]:

$$R = \left[ 1 - (Te^{eL}) \right]^{1/2} \quad (7)$$

Optical conductivity and refractive index of the material relates as [30]:

$$\sigma_{opt} = \left[ \frac{anc}{4\pi} \right] \quad (8)$$

where  $c$  – is the velocity of light, then electrical conductivity  $\sigma_{elect}$  of the material is related to its optical conductivity  $\sigma_{opt}$  as [32]:

$$\sigma_{opt} = \left[ \frac{2\lambda\sigma_{opt}}{\alpha} \right] \quad (9)$$

Finally, the optical energy gap  $E_g$  between the valence band  $VB$  and the conduction band  $CB$  of any material relates to the absorption coefficient  $\alpha$  and the incident photon energy  $h\nu$  according to the following relation (10):

$$(\alpha h\nu) = C(h\nu - E_g)^m \quad (10)$$

where  $h$  – is the Planck's constant;

$\nu$  – is the frequency of incident photons;

$C$  – is a constant, its value depends on the transition probability;

$m$  – is an index, its value depends on the type of the electronic transition [12].

## METHODOLOGY

### Material and Chemicals

Silver nitrate  $AgNO_3$ , hydrazine hydrate, sodium citrate and sodium dodecyl sulphate, double-distilled de-ionized water, Potassium chloride  $KCl$ , zinc nitrate  $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ , copper sulfate  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ , absolute ethyl alcohol  $CH_3CH_2OH$ , ethylene glycol  $AR$ , sodium hydroxide  $NaOH$ , sodium borohydride  $NaBH_4$ , ascorbic acid  $C_6H_8O_6$ , trisodium citrate  $C_6H_5Na_3O_7 \cdot 2H_2O$ , ammonia  $NH_3$ , poly vinyl alcohol  $PVA$  among others.

### Preparation of silver nanoparticles

Sodium dodecyl sulphate and citrate of sodium were used. Silver nitrate solution containing 1.0 mM and sodium dodecyl sulphate of concentration of 8 % w/w was used as a metal salt precursor and a stabilizing agent, respectively. Hydrazine hydrate solution with a concentrate ranging of 1.0 mM and citrate of sodium solution of 1.0 mM was used as a reducing and stabilizing agents. The silver nanoparticles were purified by centrifugation and to remove excess silver ions, the silver colloids were washed at least three times with de-ionized water under nitrogen stream. The obtained dried powder of the nano-size silver was obtained. This solution was diluted by the solvent and samples of solutions

with different nanoparticles concentrations were obtained. Silver nanoparticles with different concentrations (0.05, 0.06, 0.07, 0.08, 0.09 mM) were used. Then, the right quantities were measured and used to coated thin glass substrates and kept for drying for 48 hours at room temperature [25].

### Preparation of silver doped $CH_3NH_3PbI_3$ Thin films

Thin films of  $CH_3NH_3PbI_3$  were prepared by solvent-solvent method as proposed [34]. The precursors was dissolved in a solvent called *NMP*, then *Ag-NPs* solution were added before coating was done onto a glass substrate. The coated substrate was bathed in diethyl ether *DEE*, a second solvent that selectively grabbed the *NMP* solvent and whisked it away leaving an ultra-smooth film of crystals.

### Characterization of silver doped $CH_3NH_3PbI_3$ Thin Films

Transmittance and reflectance was measured by a spectrophotometer within the wavelength range 300–900 nm. Optical parameters were determined through simulation using a computer program (Scout 2.4 software). Analysis was carried out to evaluate the optical properties and the interactions of intrinsic and extrinsic properties of *Ag-CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub>* as modified by silver nanoparticles. An uncoated glass slide was used as a reference sample for determining transmittance, reflectance, and absorption to determine other optical constants like band gap and energy losses.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Crystal Structure

The crystal structure of was accepted in this work as developed by models in literature [2, 5, 13]. This formed the base of explaining the observations made in this work. Absorbance *A*, transmittance *T* and reflectance *R* was obtained for silver nanoparticles-doped hybrid perovskite thick films at different nanoparticles concentrations recorded over the wavelength range 300–900 nm using the UV-Vis Spectrophotometer. The raw data was plotted to obtain curves using Origin Pro software. The interactions based on simulated data was analyzed and explained.

A crystal structure is composed of a unit cell, a set of atoms arranged in a particular way; which is periodically repeated in three dimensions on a lattice. A crystal structure is a unique arrangement of atoms in a crystal. The obtained doped hybrid perovskite thick films were examined and found to be uniform. Its optical quality was also good. The crystal structure of the precursor methyl ammonium lead tri-iodide is given in Figure 1.

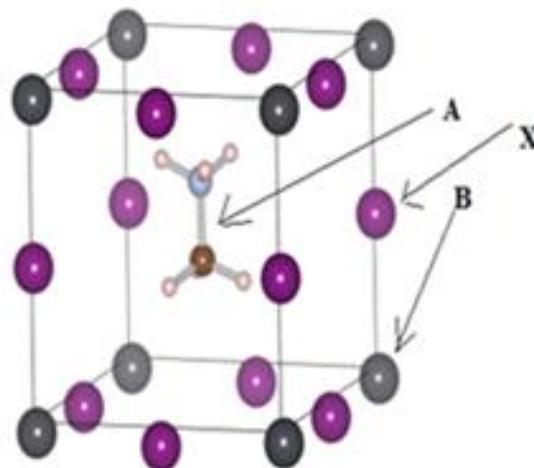


Figure 1 – Chemical structure of  $CH_3NH_3PbI_3$  (A -  $CH_3NH_3$ , B - Pb, X - I)

### Absorbance A

Although silver nanoparticles at different concentrations were used as follows, it was assumed that the thickness of the films was uniform. In this work, an average large thickness of 89 nm was obtained. Since absorbance is measure of the capacity of a substance to absorb light of a specified wavelength. It is equal to the logarithm of the reciprocal of the transmittance and therefore, the plot in Figure 2 depicted the variation absorbance against wavelength.

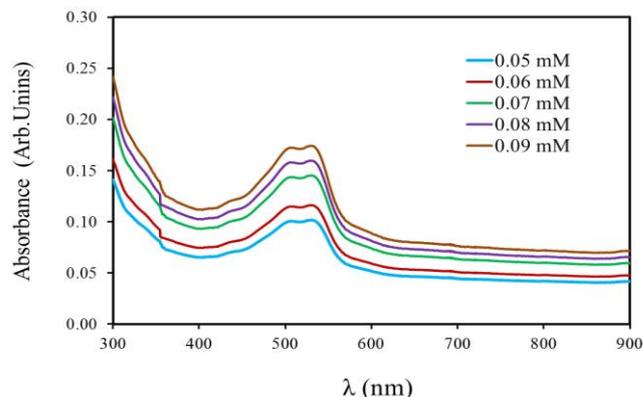


Figure 1 – Absorption spectra of silver-doped hybrid perovskite thick films at different concentrations

As depicted in Figure 2, the films exhibited strong broad band with peak absorption at around 530 nm wavelength. This absorption peak was similar to silver nanoparticles peak shown by silver nanoparticles of about 60 nm nano-size [9, 15, 16, 23]. It was also observed that absorbance varied within 10–17 % for all concentrations used.

**Transmittance  $T$**

Transmittance is the ratio of the radiant energy transmitted through a sample to the radiant energy incident on the surface of the sample. It is the fraction of incident electromagnetic power that is transmitted through a sample, in contrast to the transmission coefficient, which is the ratio of the transmitted to incident electric field. Transmittance reached as high as about 79 % for thick films containing low silver nanoparticles concentration of 0.05 mM. However, this decreased as silver nanoparticles concentration increased as depicted by Figure 3.

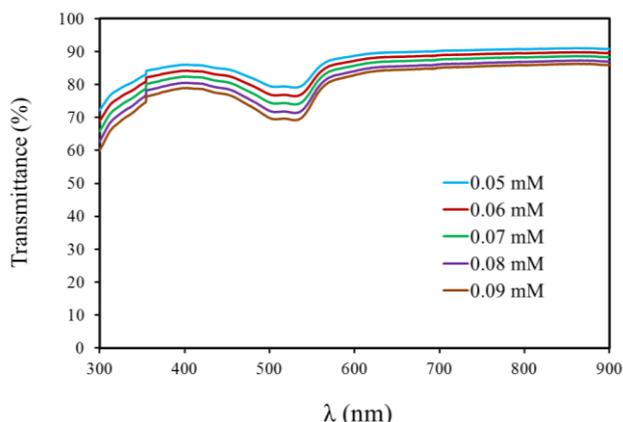


Figure 3 – Absorption spectra of silver-doped hybrid perovskite thick films at different concentrations

**Reflectance  $R$**

Reflectance of a material defines how effective the surface reflects radiant energy. It is the fraction of incident electromagnetic power that is reflected at an interface. The reflectance spectrum or spectral reflectance curve is the plot of the reflectance as a function of wavelength. The spectrum curves of the reflectance of the thick films had a similar but inverted behavior to those of the absorbance as depicted in Figure 4.

This was therefore attributed to the correlation between reflectance and the absorbance for all

concentrations used. It was observed that the value of reflectance  $R$  was minima for the low nanoparticles concentration of 0.05 mM at about 6.4 % at visible wavelength region. However, this reflectance increased with increasing silver nanoparticles concentrations till it attained a value of about 9.2 % at 0.09 mM at wavelength  $\lambda$  of approximately 545 nm.

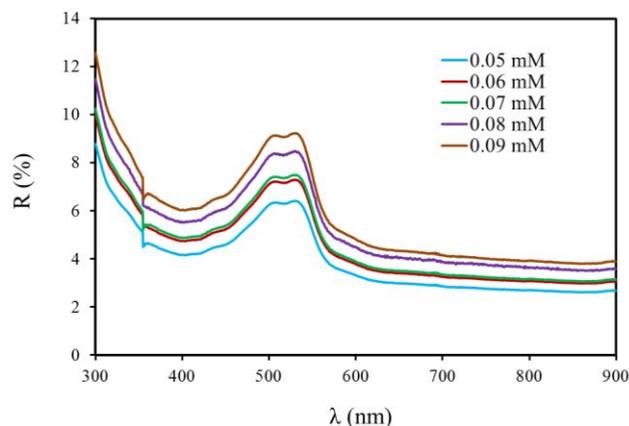


Figure 4 – Reflectance  $R$  spectra of the silver-doped hybrid films at different concentrations

**Absorption Coefficient  $\alpha$**

Absorption in the physics of materials can be defined based on a fractional amount that is proportional to the thickness of the layer. The change in energy as the wave passes through a layer is a constant of the material for a given wavelength and is called its absorption coefficient. The values of the absorption coefficients  $\alpha$  was calculated using Equation 3 under the theoretical frame work. The variation plot of  $\alpha$ , with the photon energy  $h\nu$  at different concentrations is depicted in Figure 5 with the photon energy range of 1.5–5.0 eV.

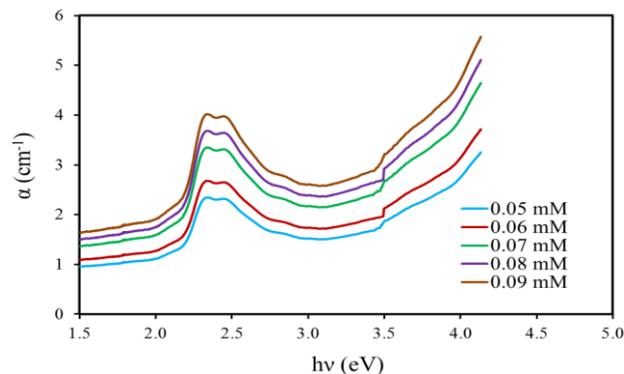


Figure 5 – The absorption coefficient for different silver nanoparticles concentrations

It was noted that the extinction coefficient  $\alpha$  increased with increase the photon energy  $h\nu$ . A notable band gap occurred between photon energy 2.4–2.6 eV. This was attributed to the presence of silver nanoparticles having influenced the outcome of the absorbance or reflectance of the films [25, 27, 32]. The absorption coefficient varied varies within the range 2.1–4.2  $\text{cm}^{-1}$  depending on silver nanoparticles concentrations.

**Extinction Coefficient  $k$**

Extinction coefficient is also referred to as molar absorptivity in chemical engineering. It’s a parameter that defines how strongly a substance absorbs light at a given wavelength, per mass density or per molar concentration, respectively. Using the calculated and simulated values of the corresponding  $\alpha$  and Equation 5, extinction coefficient  $k$  was calculated for against incident photon energy  $h\nu$  and the results plotted in Figure 6 for different nanoparticles concentrations.

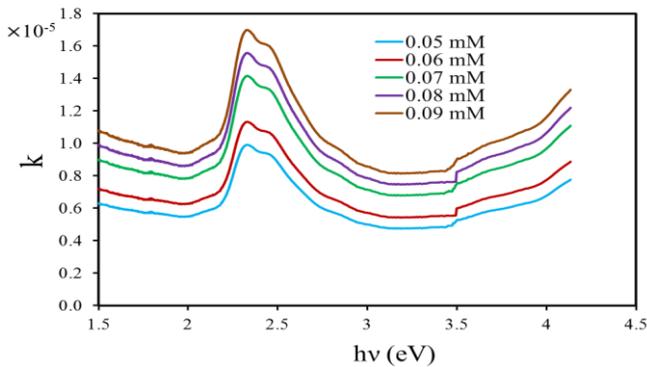


Figure 6 – The extinction coefficient for different nanoparticles concentrations

From the Figure 6, it can be noted that the variation of extinction coefficient was approximately similar to that of absorption coefficient. This was in agreement as this was equally portrayed by the direct relation between the two constants by Equation 5. Therefore, based on the findings, the extinction coefficient varies within the range 1.0–1.7  $\times 10^{-5}$ .

**Refractive Index  $n$**

Refractive Index or index of Refraction is a value calculated from the ratio of the speed of light in a vacuum to that in a second medium of greater density [18]. Refractive index variable is symbol-

ized by the letter  $n$  or  $n'$  in descriptive text and mathematical equations. The variation of the refractive index  $n$  with incident photon energy  $h\nu$  for different nanoparticles concentration s plotted in Figure 7 and it can be shown that the refractive index was within the range of 1.6–1.8 for the concentration used.

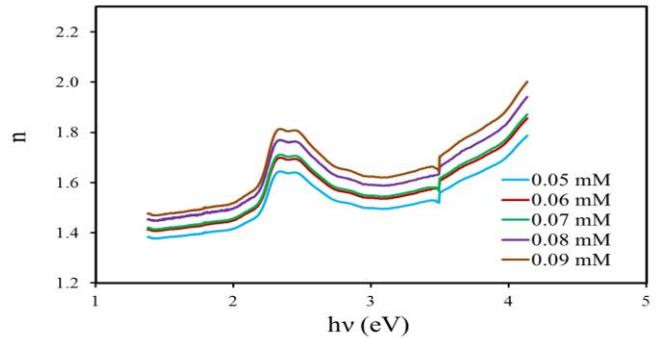


Figure 7 – The refractive index  $n$  versus the incident photon energy  $h\nu$  for different nanoparticles concentrations

The maximum obtained refractive index was the photon energy  $h\nu$  of about 2.2 eV.

**Optical Conductivity  $\sigma_{opt}$  and  $\sigma_{elect}$**

Both optical  $\sigma_{opt}$  and electrical  $\sigma_{elect}$  conductivity were determined by using Equation 8 and Equation 9 respectively and the results obtained were plotted in Figure 8 for optical conductivity and Figure 9 for electrical conductivity respectively for different nanoparticles concentrations.

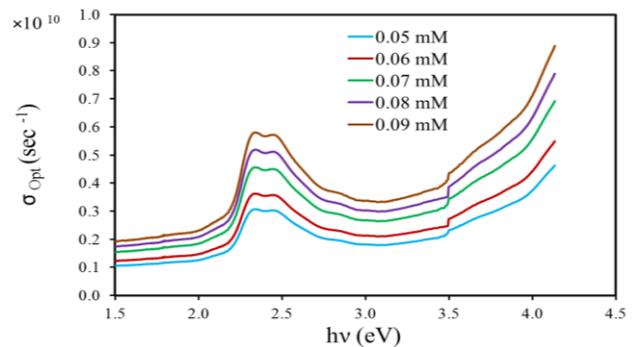


Figure 8 – The variation of the optical conductivity  $\sigma_{opt}$  with the incident photon energy at different concentrations

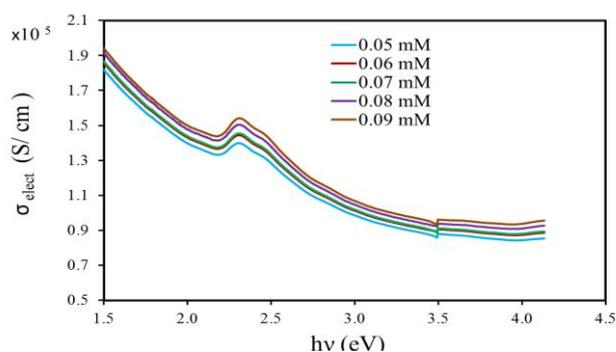


Figure 9 – The variation of the electrical conductivity  $\sigma_{elect}$  with the incident photon energy at different concentrations

Optical conductivity is a measure of electrical conductivity in an alternating field. This allows the dielectric constant as parameter comes into play when analyzing thin films which rules allowed propagations of light into matter. Evaluated optical conductivity revealed that it varied within the range  $0.3\text{--}0.6 \times 10^{10} \text{ sec}^{-1}$ .

Electrical conductivity is the measure of a material's ability to allow transport of an electric charge and it is taken as the ratio of the current density to the electric field strength. It is equivalent to the electrical conductance measured between opposite faces of a 1-metre cube of the material under test [14, 26]. Similarly, the electrical conductivity  $\sigma_{elect}$  was determined and it was found out that it varied within the range  $1.4\text{--}1.6 \times 10^5 \text{ S cm}^{-1}$ . It was concluded that the value of  $\sigma_{elect}$  was noted to be high at the low photon energies and consequently decreased as the incident photon energy  $h\nu$  increased.

### Optical band gap $E_g$

In hybrid perovskite semiconductors, electrons are confined to a number of allowed bands of energy, and forbidden bands of energy in other regions. Therefore, the term "band gap" refers to the energy difference between the top of the valence band and the bottom of the conduction band. Electrons are able to jump from one band to another. In this work, the values of the band gap  $E_g$  was determined from the simulated data through the scout software, without using extrapolated technique where the linear part of the plot  $\alpha h\nu^{1/2}$  versus the incident photon energy  $h\nu$  with abscissa [33, 34] is used. The simulated

band gap was tabulated in table 1 where it was observed that silver nanoparticles increased the band gap [15]. This was explained that increase in absorption coefficient  $\alpha$  was not as a result of introducing silver dopant atoms but rather, it was due to the change and realignment of the crystal structure. This was attributed to the crystal defects. It was assumed that the rotation of the  $PI_3$  octet may have been restricted to rotate and as a result, the interaction of the Valence band and conduction band may have shifted resulting to increased band gap [6, 14, 17]. From Table 1, it was concluded that the band gap of the  $CH_3NH_3PbI_3$  hybrid perovskite film was modified significantly by the presence of silver nanoparticles resulting into a decreased band gap from 1.921–1.832 eV [9, 27, 32].

Table 1 – Band gap  $E_g$  at different concentrations

Sample	Silver nanoparticles concentration, mM	Energy band gap $E_g$ , eV
A	0.05	1.921
B	0.06	1.902
C	0.07	1.883
D	0.08	1.867
E	0.09	1.832

This was attributed to a creation or inhalation of both structural and point defects within the optical energy band gap.

### CONCLUSIONS

In this work, silver nanoparticles were used to dope  $CH_3NH_3PbI_3$  hybrid perovskite thin films using the solution technique at room temperature. Optical properties were investigated and determined for different silver nanoparticles concentrations where the results showed that the thin films had highest transmittance of about 79 % while its band gap varied from 1.921–1.832 eV. Electrical conductivity was  $1.4\text{--}1.6 \times 10^5 \text{ S cm}^{-1}$  while optical conductivity varied within the range  $0.3\text{--}0.6 \times 10^{10} \text{ sec}^{-1}$ . The refractive index was within the range of 1.6–1.8 which was significantly low for optical applications. Finally extinction coefficient varied in the range  $1.0\text{--}1.7 \times 10^{-5}$  while absorption coefficient varied within the range  $2.1\text{--}4.2 \text{ cm}^{-1}$ . It was concluded that the thin films grown were suitable for photonic device applications.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors appreciate the laboratory technicians of the Department of Pure and Applied Science of Technical University of Mombasa for aid-

ing and performing photo spectrometric measurements.

## REFERENCES

1. Abate, A., Saliba, M., Hollman, D. J., Stranks, S. D., Wojciechowski, K., Avolio, R., ... Snaith, H. J. (2014). Supramolecular Halogen Bond Passivation of Organic-Inorganic Halide Perovskite Solar Cells. *Nano Letters*, 14(6), 3247–3254. doi: [10.1021/nl500627x](https://doi.org/10.1021/nl500627x)
2. Agarwal, S., & Nair, P. R. (2014). Performance optimization for Perovskite based solar cells. In *2014 IEEE 40th Photovoltaic Specialist Conference (PVSC)*. doi: [10.1109/pvsc.2014.6925202](https://doi.org/10.1109/pvsc.2014.6925202)
3. Agarwal, S., & Nair, P. R. (2015). Device engineering of perovskite solar cells to achieve near ideal efficiency. *Applied Physics Letters*, 107(12), 123901. doi: [10.1063/1.4931130](https://doi.org/10.1063/1.4931130)
4. Ball, J. M., Lee, M. M., Hey, A., & Snaith, H. J. (2013). Low-temperature processed meso-structured to thin-film perovskite solar cells. *Energy & Environmental Science*, 6(6), 1739–1743. doi: [10.1039/c3ee40810h](https://doi.org/10.1039/c3ee40810h)
5. Burschka, J., Pellet, N., Moon, S.-J., Humphry-Baker, R., Gao, P., Nazeeruddin, M. K., & Grätzel, M. (2013). Sequential deposition as a route to high-performance perovskite-sensitized solar cells. *Nature*, 499(7458), 316–319. doi: [10.1038/nature12340](https://doi.org/10.1038/nature12340)
6. Collavini, S., Völker, S. F., & Delgado, J. L. (2015). Understanding the Outstanding Power Conversion Efficiency of Perovskite-Based Solar Cells. *Angewandte Chemie International Edition*, 54(34), 9757–9759. doi: [10.1002/anie.201505321](https://doi.org/10.1002/anie.201505321)
7. Eames, C., Frost, J. M., Barnes, P. R. F., O'Regan, B. C., Walsh, A., & Islam, M. S. (2015). Ionic transport in hybrid lead iodide perovskite solar cells. *Nature Communications*, 6, 7497. doi: [10.1038/ncomms8497](https://doi.org/10.1038/ncomms8497)
8. Eperon, G. E., Burlakov, V. M., Docampo, P., Goriely, A., & Snaith, H. J. (2013). Morphological Control for High Performance, Solution-Processed Planar Heterojunction Perovskite Solar Cells. *Advanced Functional Materials*, 24(1), 151–157. doi: [10.1002/adfm.201302090](https://doi.org/10.1002/adfm.201302090)
9. Gardini, D., Christensen, J. M., Damsgaard, C. D., Jensen, A. D., & Wagner, J. B. (2016). Visualizing the mobility of silver during catalytic soot oxidation. *Applied Catalysis B: Environmental*, 183, 28–36. doi: [10.1016/j.apcatb.2015.10.029](https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2015.10.029)
10. Gonzalez-Pedro, V., Juarez-Perez, E. J., Arsyad, W.-S., Barea, E. M., Fabregat-Santiago, F., Mora-Sero, I., & Bisquert, J. (2014). General Working Principles of CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbX<sub>3</sub> Perovskite Solar Cells. *Nano Letters*, 14(2), 888–893. doi: [10.1021/nl404252e](https://doi.org/10.1021/nl404252e)
11. Jeon, N. J., Noh, J. H., Kim, Y. C., Yang, W. S., Ryu, S., & Seok, S. I. (2014). Solvent engineering for high-performance inorganic-organic hybrid perovskite solar cells. *Nature Materials*, 13(9), 897–903. doi: [10.1038/nmat4014](https://doi.org/10.1038/nmat4014)
12. Im, J.-H., Lee, C.-R., Lee, J.-W., Park, S.-W., & Park, N.-G. (2011). 6.5% efficient perovskite quantum-dot-sensitized solar cell. *Nanoscale*, 3(10), 4088–4093. doi: [10.1039/c1nr10867k](https://doi.org/10.1039/c1nr10867k)
13. Kojima, A., Teshima, K., Shirai, Y., & Miyasaka, T. (2009). Organometal Halide Perovskites as Visible-Light Sensitizers for Photovoltaic Cells. *Journal of the American Chemical Society*, 131(17), 6050–6051. doi: [10.1021/ja809598r](https://doi.org/10.1021/ja809598r)
14. Lang, L., Yang, J.-H., Liu, H.-R., Xiang, H. J., & Gong, X. G. (2014). First-principles study on the electronic and optical properties of cubic ABX<sub>3</sub> halide perovskites. *Physics Letters A*, 378(3), 290–293. doi: [10.1016/j.physleta.2013.11.018](https://doi.org/10.1016/j.physleta.2013.11.018)

15. Li, Z., Zhang, M., Cheng, D., & Yang, R. (2016). Preparation of silver nano-particles immobilized onto chitin nano-crystals and their application to cellulose paper for imparting antimicrobial activity. *Carbohydrate Polymers*, 151, 834–840. doi: [10.1016/j.carbpol.2016.06.012](https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.06.012)
16. Lou, X., Pan, H., Zhu, S., Zhu, C., Liao, Y., Li, Y., ... Chen, Z. (2015). Synthesis of silver nanoprisms on reduced graphene oxide for high-performance catalyst. *Catalysis Communications*, 69, 43–47. doi: [10.1016/j.catcom.2015.05.021](https://doi.org/10.1016/j.catcom.2015.05.021)
17. Minemoto, T., & Murata, M. (2014). Device modeling of perovskite solar cells based on structural similarity with thin film inorganic semiconductor solar cells. *Journal of Applied Physics*, 116(5), 054505. doi: [10.1063/1.4891982](https://doi.org/10.1063/1.4891982)
18. Mosconi, E., Amat, A., Nazeeruddin, M. K., Grätzel, M., & De Angelis, F. (2013). First-Principles Modeling of Mixed Halide Organometal Perovskites for Photovoltaic Applications. *The Journal of Physical Chemistry C*, 117(27), 13902–13913. doi: [10.1021/jp4048659](https://doi.org/10.1021/jp4048659)
19. Nie, W., Tsai, H., Asadpour, R., Blancon, J.-C., Neukirch, A. J., Gupta, G., ... Mohite, A. D. (2015). High-efficiency solution-processed perovskite solar cells with millimeter-scale grains. *Science*, 347(6221), 522–525. doi: [10.1126/science.aaa0472](https://doi.org/10.1126/science.aaa0472)
20. Noel, N. K., Stranks, S. D., Abate, A., Wehrenfennig, C., Guarnera, S., Haghighirad, A.-A., ... Snaith, H. J. (2014). Lead-free organic-inorganic tin halide perovskites for photovoltaic applications. *Energy & Environmental Science*, 7(9), 3061–3068. doi: [10.1039/c4ee01076k](https://doi.org/10.1039/c4ee01076k)
21. Noh, J. H., Im, S. H., Heo, J. H., Mandal, T. N., & Seok, S. I. (2013). Chemical Management for Colorful, Efficient, and Stable Inorganic–Organic Hybrid Nanostructured Solar Cells. *Nano Letters*, 13(4), 1764–1769. doi: [10.1021/nl400349b](https://doi.org/10.1021/nl400349b)
22. Saoud, K., Alsoubaihi, R., Bensalah, N., Bora, T., Bertino, M., & Dutta, J. (2015). Synthesis of supported silver nano-spheres on zinc oxide nanorods for visible light photocatalytic applications. *Materials Research Bulletin*, 63, 134–140. doi: [10.1016/j.materresbull.2014.12.001](https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2014.12.001)
23. Sha, W. E. I., Ren, X., Chen, L., & Choy, W. C. H. (2015). The efficiency limit of CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub> perovskite solar cells. *Applied Physics Letters*, 106(22), 221104. doi: [10.1063/1.4922150](https://doi.org/10.1063/1.4922150)
24. Shabani Shayeh, J., Ehsani, A., Ganjali, M. R., Norouzi, P., & Jaleh, B. (2015). Conductive polymer/reduced graphene oxide/Au nano particles as efficient composite materials in electrochemical supercapacitors. *Applied Surface Science*, 353, 594–599. doi: [10.1016/j.apsusc.2015.06.066](https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2015.06.066)
25. Snaith, H. J. (2013). Perovskites: The Emergence of a New Era for Low-Cost, High-Efficiency Solar Cells. *The Journal of Physical Chemistry Letters*, 4(21), 3623–3630. doi: [10.1021/jz4020162](https://doi.org/10.1021/jz4020162)
26. Sönnichsen, C., Franzl, T., Wilk, T., Plessen, G. von, & Feldmann, J. (2002). Plasmon resonances in large noble-metal clusters. *New Journal of Physics*, 4, 93–93. doi: [10.1088/1367-2630/4/1/393](https://doi.org/10.1088/1367-2630/4/1/393)
27. Stranks, S. D., Eperon, G. E., Grancini, G., Menelaou, C., Alcocer, M. J. P., Leijtens, T., ... Snaith, H. J. (2013). Electron-Hole Diffusion Lengths Exceeding 1 Micrometer in an Organometal Trihalide Perovskite Absorber. *Science*, 342(6156), 341–344. doi: [10.1126/science.1243982](https://doi.org/10.1126/science.1243982)
28. Sun, X., Asadpour, R., Nie, W., Mohite, A. D., & Alam, M. A. (2015). A Physics-Based Analytical Model for Perovskite Solar Cells. *IEEE Journal of Photovoltaics*, 5(5), 1389–1394. doi: [10.1109/jphotov.2015.2451000](https://doi.org/10.1109/jphotov.2015.2451000)
29. Umari, P., Mosconi, E., & De Angelis, F. (2014). Relativistic GW calculations on CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub> and CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>SnI<sub>3</sub> Perovskites for Solar Cell Applications. *Scientific Reports*, 4(1). doi: [10.1038/srep04467](https://doi.org/10.1038/srep04467)
30. Wang, U. (2014, September 28). *Perovskite Offers Shot at Cheaper Solar Energy*. Retrieved from <https://www.wsj.com/articles/perovskite-offers-shot-at-cheaper-solar-energy-1411937799>

31. Wei, L., Lu, J., Xu, H., Patel, A., Chen, Z.-S., & Chen, G. (2015). Silver nanoparticles: synthesis, properties, and therapeutic applications. *Drug Discovery Today*, 20(5), 595–601. doi: [10.1016/j.drudis.2014.11.014](https://doi.org/10.1016/j.drudis.2014.11.014)
32. Xiao, Z., Bi, C., Shao, Y., Dong, Q., Wang, Q., Yuan, Y., ... Huang, J. (2014). Efficient, high yield perovskite photovoltaic devices grown by interdiffusion of solution-processed precursor stacking layers. *Energy & Environmental Science*, 7(8), 2619–2623. doi: [10.1039/c4ee01138d](https://doi.org/10.1039/c4ee01138d)
33. You, J., Hong, Z., Yang, Y. (Michael), Chen, Q., Cai, M., Song, T.-B., ... Yang, Y. (2014). Low-Temperature Solution-Processed Perovskite Solar Cells with High Efficiency and Flexibility. *ACS Nano*, 8(2), 1674–1680. doi: [10.1021/nn406020d](https://doi.org/10.1021/nn406020d)
34. Zhou, Y., Yang, M., Wu, W., Vasiliev, A. L., Zhu, K., & Padture, N. P. (2015). Room-temperature crystallization of hybrid-perovskite thin films via solvent–solvent extraction for high-performance solar cells. *Journal of Material Chemistry A*, 3(15), 8178–8184. doi: [10.1039/c5ta00477b](https://doi.org/10.1039/c5ta00477b)

# Operational Excellence in Manufacturing, Service and the Oil & Gas: the Sectorial Definitional Constructs and Risk Management Implication

Muazu Hassan Muazu<sup>1,2</sup>, Rosmaini Tasmin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dangote Business School, Bayero University Kano  
Nigeria Gwarzo Road, P. M. B. 3011, Kano, Nigeria

<sup>2</sup> Universiti Tun Hussein Onn Malaysia  
101 Beg Berkunci, Parit Raja, Batu Pahat, Johor, 86400, Malaysia

DOI: [10.22178/pos.26-4](https://doi.org/10.22178/pos.26-4)

JEL Classification: L1,  
M11

Received 12.07.2017  
Accepted 12.09.2017  
Published online  
22.09.2017

Corresponding Author:  
[mhmuazu.dbs@buk.edu.ng](mailto:mhmuazu.dbs@buk.edu.ng)

© 2017 The Authors. This  
article is licensed under a  
[Creative Commons  
Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

**Abstract.** The current global business climate has not been favorable to most firms irrespective of industry affiliation. That condition necessitated companies to adopt operational excellence as a strategy for optimising output with little resources, reducing lead time with the efficient use of assets and employees and avoiding safety and health issues to people and the environment. As a result of the need for operational excellence, many kinds of literature defined the concept based on the context of industry or sector. Industries such as manufacturing, services, oil and gas, mining and so many industries to mention a few, have their unique construct in the definition and therefore causing dilemma on which dimension to hold on to. It is against this backdrop that this paper synthesizes and integrate all the varying dimensions and fuses out similarities, differences and the antecedence of research directions taken on the few mentioned sectors. The paper thus concludes that the unique construct among all the definitions is continuous improvement, cost reduction, quality, time utilization, operational efficiency, staff involvement and output optimisation. However, they varied on risk management, staff health, safety and the concern for the environment, which is unique to oil and gas industry and that can affect the choice of research variables.

**Keywords:** operational excellence; risk; continuous improvement; efficiency; cost reduction.

## INTRODUCTION

It is generally well acknowledge that businesses, irrespective of industry affiliation are operating under increasing pressure to improve productivity. Improve quality, reduce cost and waste, minimize lead time, optimize efficient asset utilization and flexibility [10, 12, 18]. As a result, businesses have realized that it would be challenging for them to excel in a single dimension of business strategy. For that strategic perspective, firms now resort to operational excellence as the best option to meet up or reduce the rising pressure from their stakeholders to improve performance result with minimal resources. So as a consequence of this strive for excellence, industries fuse out their unique construct of the main performance metrics to pursue in achieving operational excellence [12, 29]. Even at the time of recession, companies that thrived adopted and

maintained operational efficiency as a strategy [14]. The thrived firms reduced the cost of production while improving efficiency in their operations.

Operational excellence (OE) has so many meanings and methodologies [26]. Most industries consider operational excellence as an atmosphere that triggers the accomplishment of optimal performance in all facets of the business in a continuous manner. Author [34] viewed that operational excellence could be attained through innovation, working process improvement and means in managing organisational knowledge; via knowledge leadership, knowledge culture, knowledge technology, knowledge process and knowledge measurement. In another view by [27] operational excellence is about having the strategy management capability, excellent execution of the plan in a speedy, and cheaper manner

and continuous improvement over a long term. That notwithstanding, it rooted in diverse business process improvement approaches employed by industries in the last three decades, they include Six Sigma, Lean manufacturing, continuous improvement, business process management, and process excellence [21, 17]. However, [7] view operational excellence in total isolation from lean management and continuous improvement because they only look at waste elimination and making the organization better every day. Operational excellence is broader because it sets business growth as a goal and provides a step by step approach to achieving it in firms [7]. From the preceding, it would be difficult to have a universally accepted definition of operational excellence.

The spread of the concept of operational excellence in the present day has gone across many industries [16]. Nonetheless, scientific literature describing operational excellence practice implementations in industries, in general, is still scarce [33]. As conclusions from other industries might be difficult to be generalized, a times is even misleading [5]. While some industries may see the definition as synonymous; others may see the approaches (lean, six sigma and continuous improvement) as part of the evolutionary route to OE. Industries such as manufacturing, service and oil and gas are conceptually looking at operational excellence construct from different dimensions. However, they may share certain perspectives in common, but the reality is they have fewer differences of what operational excellence is all about.

Efforts to distinguish the field of operational excellence among industries are rare. This paper, therefore, tried to elaborate on the key issues in the diverse view of operational excellence based on three industries, manufacturing, service and oil and gas with the aim of solving particular research complexities – with concerns to key variables applications. Again is to lay a foundation for theory development in the area of operational excellence that would further enrich literature.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

### Operational Excellence in Manufacturing Sector

Operational excellence has been in the manufacturing industries for decades, known as lean production. Operational excellence in the manufac-

turing practice meant optimizing business processes, broadly production and manufacturing [27]. According to [12], operational excellence is the act of increasing productivity within the minimal lead time flexible while being cost effective for improved quality. In the manufacturing industry, operational excellence is a mechanism for a continuous production improvement at the barest minimum cost for profit maximization. Operational excellence is reaching the height of operational efficiency by doing things better, faster, and cheaper [27]. Operational excellence is the unification of firms' entire operations such as procurement, manufacturing, and after-sales service as an end-to-end system [35]. It has been the purpose of operational excellence to boost production efficiency, improve quality and meet up with market demand. Operational excellence approach is similar to a typical production system combined with customer orientation and the necessity of continuous improvement [17].

Over the past few decades, operational excellence has evolved to include process improvement through individual management programs. In the manufacturing sector, management philosophies such as total quality management (TQM) and Lean Management tools-Six Sigma, Business Process Reengineering (BPR) are often used to achieve operational excellence [17, 12, 27]. OE is the efficient management of people, transactions or hangovers, measurement on quality, cost and time, with a provision of a limited variety of products [18]. The need for operational excellence extends far beyond the manufacturing industries, and there is, therefore, need to study operational excellence in the service sector and probably the oil and gas sector.

### Operational Excellence in the Service Sector

Operational excellence is also the current trend not only in the manufacturing industry but also in the service industry. Author [24] in the book see operational excellence as a relatively new phenomenon in many service industries. Operational excellence refers to a significant increase in performance across various aspects including operations [9]. Operational excellence is an approach designed to achieve outstanding production and delivery systems with excellent technical and social aspects [36]. Operations in the service industry, there is no clear production line. As a result, it is influenced by the level variety of offerings and variability of delivery [29]. Opera-

tional excellence is the maximization of value that operations deliver to customers through strong leadership and the application of value-added technologies by maintaining industry best practices [32, 30]. Operational excellence enables sustained delivery of high-quality, cost-effective services and capabilities that provide exceptional customer value [29]. According to [32], Operational excellence is a strategic competitive advantage that leverages on the effectiveness of operations in creating and sustaining customer satisfaction and loyalty.

Operational excellence is the processes of optimizing post-sales services [37]. It is clear that service operations involve synchronization of the various processes involved in service delivery. According to [29], operational excellence is about firm's position in handling costs and risks associated with its service portfolios beyond just operational effectiveness but also for achieving outstanding performance. Operational excellence is expressly about customer satisfaction, cycle time reduction, waste reduction, improvement in quality, cost reduction, yield improvement, and systems development [28]. Operational excellence is the destination of leaders who are passionate about delivering exceptional customer value and outstanding business results [25]. They further maintained that operations excellence is an act of leveraging the power of employees, enacting effective process management, implementing value-added technologies, and installing individual accountability to achieve sustainable success, all on behalf of the customer [25].

### **Operational Excellence in the Oil and Gas**

Oil and gas operations such as exploration, production, and transportation contain inherent risks: like slips and trips, fatalities or severe environmental incidents [10]. Operational performance in the oil sector cannot, therefore, be separated from risk. So because of these inherent risks, and specific recent incidents in the global oil and gas operations, stakeholders pressure for firms in the industry to perform becomes intense [1, 15]. Pressure such as the need to improve productivity that is faster, safer, more reliable, more resilient and environmentally sound [10] made the need for operational excellence in the sector more than ever before [23]. As result of the pressures, companies resort to operational excellence to meet up with these stakeholders demands. So

operational excellence according to [4] is about process safety, environmental protection, risk mitigation and achieving a consistent world class performance. In the oil and gas sector, health, safety, environment, and quality are the foundation of operational excellence [10] where every employee, contractors, and the environment understood the operational risks involved. Operational excellence is a strategy that ensures continued pursuit to eliminate injuries to people, the environment and zero defect approach to product quality [23]. Operational excellence is the process of improving feedback stock flexibility, growing high-value product yield, guaranteeing the availability of product, increasing logistics capabilities and reducing risk [11]. It is saying that product quality, availability, and risk management are among the major elements in attaining operational excellence in the oil and gas sector.

Unlike other areas of the economy, oil and gas companies are under tremendous pressure from both regulators and the environment to reduce risk in their operations. So the growing complexity, costs, and risks combine in the oil sector trigger the need for operational excellence to achieve efficiency more than ever before [23]. Hence any strategy aimed at improving operations and supply chain efficiency is expressly managing and minimizing operational risk and uncertainty [8] categorically in the oil industry. These uncertainties have potential effects on firms' assets and operations that cause failure in the internal process, systems, technology, actions of people, or external events leading to disruption in business operations [14]. This confusion might result in production shutdown and loss of revenue. So effective and efficient services help fulfil organizational goals at the lowest cost, least negative social consequence, and least damaging environmental impact [8]. R. Edgeman position coincides with the saying of [11] that any discussion on oil and gas operations cannot go independent of workers safety, community health and the environment.

Authors [23] and [26] maintain that risk management can play a role in achieving exploration of wells, thousands of kilometres of pipelines and millions of items of processing equipment deliver energy safely to homes, transport systems, businesses, and communities. Thus it could be said that operational excellence in O&G is the management of assets safely, reliably, sustainably and cost-effectively [23]. In its operational excellence,

[4] capitalized on health, safety, and the environment (HSE), quality and reliability. Similarly, according to [6] the oil and gas operations with risks attached, and price fluctuating challenges and costs, the efficiency of operations and safety are crucial to operational excellence in the industry. They further maintained that risks mitigation must be active before the commencement of operations for Lundin to achieve its goal of being a best-in-class operation.

The tremendous pressure on oil and gas industry to control risk, even as challenges on new drilling in the Arctic, ultra-deepwater or intensive on-shore operations in densely populated areas is rising [1, 11]. It is true that operational excellence is demonstrated through integrated performance across risk, revenue and cost [15]. From all the various definitions and perspectives of operational excellence one was made to understand that HSE and risk management are unique constructs in the oil and gas operational excellence.

**Area of Convergence and Divergence among the Industries**

Operations and operational excellence among industries vary as described in the early part of this paper. For instance, the oil and gas industry is known for combining operations, maintenance, and quality measurements in a particular performance indicator, where general equipment effectiveness is an ideal way of gathering the life cycle performance of processing equipment [2]. In manufacturing sector for instance, if a machine produces 20,000 units, and when it goes down, at the end of the shift, it will be some pieces short of its target [2]. Whereas in the oil and gas, production will drop whenever a compressor goes down, but the dynamics are more complex, so it is harder to measure such an impact in the oil & gas because of the nature of operations in the industry unlike in the case of manufacturing (Table 1).

Table 1 – Convergence and Divergence of Operational Excellence Constructs among Industries

Convergence	Divergence		
	Manufacturing	Service	Oil and Gas
Continuous improvement Cost reduction Quality of product/service Operational efficiency Time utilization Output optimisation Employee engagement Integration of all work processes	Waste reduction (Lean) Flexibility Asset yield	Customer satisfaction Delivery period	Risk management Health Safety Environment Reliability Asset yield

The operations function is strategic in manufacturing as it is in the service companies. The service sector is different from the manufacturing because of its intangible output, higher customer contact, shorter response time, non-inventoried product, and a labour intensive nature [19]. On the other hand, industrial engineering was the root of most operational excellence concepts like scientific management principles, modern quality concepts (six-sigma) and the Toyota Manufacturing System (lean management principles) in the manufacturing industries [37].

In an interview with the chief director of the Shingo Prize for operational excellence, Robert Miller where he shares his view of the common traits between manufacturing and service sectors as regards operational excellence. According to

Robert “principles whether in automobile manufacturing plant, in the bank or hospital are universal by definition and such quality and value addition are applicable principles” [24]. However, because of the difference in policies and systems used by industries, the tools applied also differ, what matters is how well they align to behaviour that generates operational excellence thereby helping the firm produce efficient result [24]. The Shingo (Toyota manufacturing) principles are thus applicable in any business or industry.

Unlike in the manufacturing or service sectors, oil and gas operational excellence definitions emphasize on health, safety, and the environment (HSE) and reliability, for example [35, 11, 4, 10]. Most of their perspective centered on HSE which

by implication means they would need risk management to achieve that. Researchers such as [15, 1, 6, 26] considers the nature of oil and gas operations (onshore or offshore) and therefore capitalized on risk management in defining operational excellence. While in the service sector, the emphasis of operational excellence is customer satisfaction and delivery time, for example, researchers like [37, 32, 29]. Whereas in the manufacturing sector, operational excellence was viewed from the angle of waste elimination (lean), continuous improvement and flexibility [12]. To this end, it is clear that all the industries focused on (manufacturing, service, and oil & gas) in this paper have their unique constructs of what operational excellence is all about. Although they share certain similarities, the difference in constructs between oil and gas and the other industries is so pronounced. Difference such as HSE, reliability and the emphasis on risk management, put on the other hand as an area of divergence in the paper.

All the industries share certain common constructs as regards operational excellence; they are both after improved productivity, cost reduction, and lead-time minimization. Furthermore, the issue of asset yield is found in both manufacturing and the oil and gas industries, as defined by [10, 12, 18, 23]. Most of the articles reviewed showed how valuable employee education and engagement is to achieving operational excellence in all the industries. It is also synonymous with all of them, the issue of efficiency in operations. However, there are issues regarding research dimensions and variables application in each industry. From the few studies conducted in the manufacturing [12] and [3] and service [30] industries, human resource variables such as change management, leadership, culture and six sigma factors used as predictors of OE. In the oil and gas sector with no traced study conducted on OE and due to the nature of its operations, and also considering the definitions that emphasize on HSE and risk management. Perhaps enterprise risk management (ERM) adoption determinants (IT, regulations, new business opportunities, staff capacity, firm size, characteristics, recent incidents, etc.) and ERM implementation intensity would have some effect on operational excellence. It is because the risk involved in operations from the point of oil well drilling, storage, pumping to the refinery, refining, distribution to retailing in the filling station and should there be any incident in the process, the whole

operation would stall. And instead of minimising cost, fixing the event would mean more budget, and by extension, the objective of HSE as factors in achieving operational excellence in the sector is defeated without ERM in place.

### **Risk Management Implications**

Businesses from every industry are faced with strategic, financial, investment, and operational risks. Other risks are that of the business environment such as political, economic, socio-cultural and ecological. Risk management is basically about identifying, analyzing and controlling any uncertainty that would affect firms' business activities [31]. It is the provision of an overview of all risky activities, building recovery plans and consistent monitoring of regular operations of the business [22]. ERM, therefore, turns out to be a framework necessary for companies to improve and sustain performance (operational and financial). So by implication, ERM is relevant to operational excellence in all industries. However, some industries have high risky undertakings than others and therefore consider ERM importance more. ERM has gone beyond only protecting business to making it successful in all quotas, because it would help in costs reduction, eliminate and manage injuries to staff and develop strategies to accept, manage, and capitalize on positive business opportunities [20] and [13]. Perhaps enterprise risk management could be employed in manufacturing industry's OE as it deals with machine processes in production, finances and the environment. As for the oil and gas, enterprise risk management appeared to be a major factor in all their activities. Equally, risks such as loss of customers, service delivery, and financial risk will require enterprise risk management component to be ahead of competitors.

### **CONCLUSION**

The primary aim of this paper was to clear up the conceptual dilemma in the learning field of operational excellence by availing synthesis and integrating three industries perspectives. The paper was able to figure out the dimensions and constructs of operational excellence definition among three industries: manufacturing, service and the oil and gas sector. It has become clear that despite the lack of adequate literature and studies on the subject matter, the paper still fuses out several similarities and differences shared in

the constructs among the industries. Similarities such as continuous improvement, cost reduction, quality, operational efficiency, time utilization, employee engagement and output optimisation discussed. On the other hand the differences so pronounced was that of the oil and gas sector, where HSE and risk management emphasized in OE. As for the manufacturing and service industries, issues such as customer satisfaction, and delivery time are critical to service companies, and waste reduction (lean) and flexibility are in the manufacturing sector. Also, the direction for research and variables to use was also high-

lighted considering what was obtained in earlier studies. The divergence was more on the oil and gas due to the nature of its operations that involve a lot of risks. The paper is presumed to have broadened the scope of operational excellence research by setting a new direction for theory development with concerns to combining enterprise risk management and operational excellence, particularly the oil and gas sector, and other extractive industries.

## REFERENCES

1. 360 Factors (n. d.). *An Integrated Approach to Managing Enterprise Risk through a Single Platform*. Retrieved from <http://www.360factors.com/pdf/Oil-Gas-Operational-Excellence-Risk-and-Compliance-for-Oil-Gas-Companies.pdf>
2. Allen-Bradley & Rockwell Software. (2015). *Operational Excellence in the Oil and Gas Industry*. Retrieved from [http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/ap/oag-ap027\\_en-e.pdf](http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/ap/oag-ap027_en-e.pdf)
3. Chetiya, A., R., & Sharma, S. (2014, January 7–9). An Analysis of Predictor Variables for Operational Excellence through Six Sigma. In *Proceedings of the 2014 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Bali, Indonesia (pp. 7150–1757). Retrieved from <http://ieomsociety.org/ieom2014/pdfs/389.pdf>
4. Chevron Corporation. (2010). *Operational Excellence Management System: an Overview of the OEMS*. Retrieved from [https://www.chevron.com/-/media/shared-media/documents/OEMS\\_Overview.pdf](https://www.chevron.com/-/media/shared-media/documents/OEMS_Overview.pdf)
5. Deflorin, P., & Scherrer-Rathje, M. (2011). Challenges in the transformation to lean production from different manufacturing-process choices: a path-dependent perspective. *International Journal of Production Research*, 50(14), 3956–3973. doi: 10.1080/00207543.2011.613862
6. Deloitte. (2015). *Making an Impact that Matters. 2015 Global Report*. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/About-Deloitte/gx-gr15-main-final.pdf>
7. Duggan, K. J. (2012). *Design for Operational Excellence: A Breakthrough Strategy for Business Growth*. New York: McGraw-Hill.
8. Edgeman, R. (2014). *Modeling & Analytics of Sustainable, Resilient and Robust Enterprises*. *Business System Review*, 3(2), 75–99.
9. Edgeman, R., & Eskildsen, J. (2014). Modeling and Assessing Sustainable Enterprise Excellence. *Business Strategy and the Environment*, 23(3), 173–187. doi: 10.1002/bse.1779
10. EY. (2015). *Driving Operational Performance in the Oil and Gas*. Retrieved from [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-driving-operational-performance-in-oil-and-gas/\\$FILE/ey-driving-operational-performance-in-oil-and-gas.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-driving-operational-performance-in-oil-and-gas/$FILE/ey-driving-operational-performance-in-oil-and-gas.pdf)
11. Feblowitz, J. (2015, July). *Downstream Oil and Gas; Achieving Excellence by Integrating Operations*. Retrieved from <http://www.wipro.com/documents/downstream-oil-and-gas-achieving-excellence-by-integrating-operations.pdf>

12. Fork-Yew, O., & Ahmad, H. (2014). The Effect of Change Management on Operational Excellence in Electrical and Electronics Industry: Evidence from Malaysia. *British Journal of Economics, Management & Trade*, 4(8), 1285–1305. doi: [10.9734/BJEMT/2014/9201](https://doi.org/10.9734/BJEMT/2014/9201)
13. Franke, A., & Weber, V. (2017). National oil companies need to up their game. To compete with the majors, NOCs must improve their enterprise risk management. *Energy Journal*, 3, 1–4. Retrieved from [http://www.oliverwyman.com/content/dam/oliverwyman/v2/publications/2017/may/National\\_Oil\\_Companies\\_Need\\_To\\_Up\\_Their\\_Game.pdf](http://www.oliverwyman.com/content/dam/oliverwyman/v2/publications/2017/may/National_Oil_Companies_Need_To_Up_Their_Game.pdf)
14. Gulati, R., Nohria, N., Wohlgezogen, F. (2010, March). Roaring Out of Recession. *Harvard Business Review*. Retrieved from <https://hbr.org/2010/03/roaring-out-of-recession>
15. Heath, B., Peterson, R., Marcontell, D., & Scott, S. (2017). What Oil and Gas can Learn from Aviation. A New Cyclical Reality Makes Energy Companies Rethink Operation. *Energy Journal*, 3, 2–4. Retrieved from [http://www.oliverwyman.com/content/dam/oliverwyman/v2/publications/2017/may/What\\_Oil\\_And\\_Gas\\_Can\\_Learn\\_From\\_Aviation.pdf](http://www.oliverwyman.com/content/dam/oliverwyman/v2/publications/2017/may/What_Oil_And_Gas_Can_Learn_From_Aviation.pdf)
16. Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(10), 994–1011. doi: [10.1108/01443570410558049](https://doi.org/10.1108/01443570410558049)
17. Jaeger, A., Matyas, K., & Sihm, W. (2014). Development of an assessment framework for Operations Excellence (OsE), based on the paradigm change in Operational Excellence (OE). *Procedia CIRP*, 17, 487–492. doi: [10.1016/j.procir.2014.01.062](https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.062)
18. Kandasamy, S. (2016). [Enhancing Customer Value: The Principles of Value Addition](#). *The International Journal of Business & Management*, 4(1), 198–203.
19. Krajewski, L. J., Malhotra, M. K., & Ritzman, L. P. (2013). *Operations Management: Process and Supply Chains* (10th ed.). Boston: Pearson.
20. Li, S., Nadeem, M. (2010). *Risk Management and Internal Control. A Case Study Of China Aviation Oil Corporation Ltd.* (Master's thesis). Retrieved from <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:323261/fulltext01>
21. LNS Research. (2016, April). [Why APM Is Critical to Operational Excellence in the Oil & Gas Industries](#). Retrieved from <https://www.ge.com/digital/sites/default/files/Why-APM-Is-Critical-to-OpEx-in-Oil-Gas-Industries.pdf>
22. Lukianchuk, G. (2015). [The Impact of Enterprise Risk Management on Firm Performance of Small and Medium Enterprises](#). *European Scientific Journal*, 11(13), 408–427.
23. McCreery, J., Phillips, E., & Cigala, F. (2013, February 25). [Operational Excellence: The Imperative for Oil and Gas Companies](#). Retrieved from <http://www.bain.com/publications/articles/operational-excellence-the-imperative-for-oil-and-gas-companies.aspx>
24. McKinsey&Company. (2011). *Lean Management. New Frontiers for Financial Institutions*. Retrieved from [http://www.mckinsey.com/~/\\_media/mckinsey/dotcom/client\\_service/financial%20services/latest%20thinking/reports/lean\\_management\\_new\\_frontiers\\_for\\_financial\\_institutions.ashx](http://www.mckinsey.com/~/_media/mckinsey/dotcom/client_service/financial%20services/latest%20thinking/reports/lean_management_new_frontiers_for_financial_institutions.ashx)
25. Operations Excellence Services. (2016). What is operations excellence? Retrieved September 2, 2017, from <http://opexsvs.com/about/what-is-operations-excellence>
26. Quality and Environmental Health and Safety. (2017). [The QEHS Guide to Operational Excellence](#). Retrieved from [http://www.oncallcopywriter.com/wp-content/uploads/2016/05/QEHS\\_Guide-final-1.pdf](http://www.oncallcopywriter.com/wp-content/uploads/2016/05/QEHS_Guide-final-1.pdf)
27. Russell, R., H., & Koch, J. I. (2009). *Operational Excellence. The New Lever for Profitability and Competitive Advantage*. Retrieved from [http://www.plantservices.com/assets/wp\\_downloads/pdf/100131\\_SAP.pdf](http://www.plantservices.com/assets/wp_downloads/pdf/100131_SAP.pdf)

28. Sharma S., & Chetiya A. R. (2010). Six Sigma Project Selection: an analysis of Responsible Factors. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(4), 280–292. doi: [10.1108/20401461011096069](https://doi.org/10.1108/20401461011096069)
29. Shehadeh, R. M., Maqableh, M., Al-Zoubi, M. O., Akhorshaideh, A. O., & Al-Shami, M. K. (2016). *Review the Operational Excellence Factors of Service Firms: A Literature Review*. *European Journal of Business and Management*, 8(3), 1–11.
30. Shehadeh, R., Al-Zu'bi, Z. M. F., Abdallah, A. B. & Maqableh, M. (2016). Investigating Critical Factors Affecting the Operational Excellence of Service Firms in Jordan. *Journal of Management Research*, 8(1), 18–49. doi: [10.5296/jmr.v8i1.8680](https://doi.org/10.5296/jmr.v8i1.8680)
31. Stanton, T. H. (2012). *Why Some Firms Thrive While Others Fail: Governance and Management Lessons from the Crisis*. New York: Oxford University Press.
32. Sutton, D. (2012). *Back to basics: A practitioner's guide to operations excellence*. Cincinnati: Operations Excellence Services.
33. Tanco, M., Santos, J., Rodríguez, J., L. and Reich, J. (2013, December 4). Lean toolbox for seasonal process industries: A nougat fabrication case study. *Annals of Industrial Engineering 2012*, 263–272. doi: [10.1007/978-1-4471-5349-8\\_31](https://doi.org/10.1007/978-1-4471-5349-8_31)
34. Tasmin, R., Woods, P. (2007). Relationship between corporate knowledge management and the firm's innovation capability. *International Journal of Services Technology and Management*, 8(1), 62–79. doi: [10.1504/IJSTM.2007.012219](https://doi.org/10.1504/IJSTM.2007.012219)
35. The Economist. (2008, May). *Operational Excellence: Enabling sustained growth. Spotlight on the Americas*. Retrieved from [http://www.plantservices.com/assets/wp\\_downloads/pdf/090804\\_SAP.pdf](http://www.plantservices.com/assets/wp_downloads/pdf/090804_SAP.pdf)
36. Van Assen, M. F. (2011). Operational Excellence. Retrieved August 10, 2017, from <http://www.vanassen.info/opx/>
37. Van Assen, M. F. (2012). Lean leiderschap is uit? Retrieved 25 August, 2017, from <http://www.vanassen.info/lean-leiderschap-is-uit/>

# Розробка інструментарію для забезпечення якості трудового потенціалу промислових підприємств

## Development of Tools for Ensuring the Quality of Labor Potential of Industrial Enterprises

Руслан Скриньковський<sup>1</sup>, Гжегож Павловські<sup>2</sup>, Лілія Ситар<sup>1</sup>  
 Ruslan Skrynkovsky, Grzegorz Pawlowski, Liliia Sytar

<sup>1</sup> *Lviv University of Business and Law*  
 99 Kulparkivska Street, Lviv, 79021, Ukraine

<sup>2</sup> *Zakład Handlowo-Uslugowy BHP*  
 17 Kostrzynska Street, Gorzyca, 69-113, Poland

DOI: 10.22178/pos.26-8

JEL Classification: C52,  
 L20, M10, M20

Received 20.08.2017  
 Accepted 25.09.2017  
 Published online  
 30.09.2017

Corresponding Author:  
 Ruslan Skrynkovsky  
 uan\_lviv@ukr.net

© 2017 The Authors.  
 This article is licensed  
 under a [Creative Commons Attribution 4.0 License](#) 

**Анотація.** Метою статті є поглиблення теоретико-методичних положень та розроблення інструментарію для забезпечення якості трудового потенціалу промислових підприємств. Встановлено, що в основі розробки інструментарію забезпечення якості трудового потенціалу (в рамках розвитку промислових підприємств) лежить система цілей управлінської діагностики промислового підприємства, яка включає такі ключові діагностичні цілі, як: 1) діагностика ефективності контролінгу внутрішніх бізнес-процесів підприємства; 2) діагностика ефективності типової організаційної структури управління підприємства; 3) діагностика ефективності нормування праці лінійних та функціональних керівників і спеціалістів на підприємстві; 4) діагностика підприємства у сферах професійної освіти, трудової активності та мотивації, інноваційної праці та соціального розвитку; 5) діагностика політики керівництва у сферах соціальної відповідальності, інформаційної безпеки та охорони праці; 6) діагностика рівня конфліктності в колективі на підприємстві 7) діагностика ефективності використання інформаційних технологій в управлінні підприємством. З'ясовано, що ефективне управління якістю трудовим потенціалом персоналом (на основі його об'єктивної оцінки) є однією із ключових умов, що визначає успіх промислових підприємств. Перспективою подальших досліджень у даному напрямі є удосконалення системи діагностики та планування резервів підвищення якості трудового потенціалу промислового підприємства в кризових умовах.

**Ключові слова:** промислові підприємства; якість трудового потенціалу; технологія менеджменту; інструментарій; управлінська діагностика; результат.

**Abstract.** The purpose of the article is to deepen theoretical and methodological provisions and to develop tools for ensuring the quality of labor potential of industrial enterprises. It was established that the basis of the development of tools for quality assurance of labor potential (within the framework of the development of industrial enterprises) lies the system of goals of managerial diagnostics of an industrial enterprise, which includes such key diagnostic objectives as: 1) diagnostics of the effectiveness of controlling the internal business processes of the enterprise; 2) diagnostics of the effectiveness of the typical organizational structure of enterprise management; 3) diagnostics of the efficiency of standardization of the work of linear and functional managers and specialists at the enterprise; 4) diagnostics of the enterprise in the areas of vocational education, labor activity and motivation, innovation work and social development; 5) diagnostics of management policies in the areas of social responsibility, information security and labor protection; 6) diagnostics of the level of conflict in the team at the enterprise 7) diagnosis of the effectiveness of the use of information technology in the management of the enterprise. It was determined that effective management of the quality of labor potential of the personnel (on the basis of its objective assessment) is one of the key conditions that determines the success of industrial enterprises. The prospect of further research in this direction is improving the system of diagnostics and planning of reserves for improving the quality of labor potential of an industrial enterprise in crisis conditions.

**Keywords:** industrial enterprises; quality of labor potential; management technology; toolkit; management diagnostics; result.

## ВСТУП

Сучасна практика ведення бізнесу доводить, що достатня забезпеченість потрібними трудовими ресурсами, їх раціональне використання та оптимальний рівень якості трудового потенціалу підприємства є основою для забезпечення його розвитку та формування перспективи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про те, що вагомий науково-практичний внесок у вирішення окремих проблемних питань (аспектів) у сфері формування, використання та розвитку трудового потенціалу зробили такі науковці, як Б. Буркинський [1], Г. Дмитренко [2], А. Качала [3], І. Корнієнко [4], О. Михайленко [5], В. Смолюк [6], О. Харчишина [7], А. Череп [8], Л. Швець [9], Л. Шовкун [10] та інші. Водночас, враховуючи інформацію у працях [11, 12, 13, 14] та віддаючи належне високому рівню наукових досягнень перелічених вище авторів, зазначимо, що недостатньо уваги приділено дослідженням щодо забезпечення якості трудового потенціалу промислових підприємств. Все це обумовлює актуальність та доцільність дослідження у цьому напрямі.

Тому *метою статті* є поглиблення теоретико-методичних положень та розроблення інструментарію для забезпечення якості трудового потенціалу промислових підприємств.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Виходячи із аналізу літературних джерел, виникає потреба в розкритті дефініції «якість трудового потенціалу». Однак для того, щоб розкрити сутність цього поняття, потрібно, перш за все, встановити, що розуміється під терміном «трудова потенція».

Так, А. Череп та Я. Зубрицька [8] дотримуються точки зору, що під трудовим потенціалом підприємства слід розуміти наявні та перспективні можливості його працівників (управлінського персоналу; робітників основного та допоміжного виробництва [15]) у кількісному та якісному вимірі задовольняти потреби підприємства (установи, організації) та реалізувати його цілі (стратегічні, тактичні, оперативні; термінові, важливі; функціонування, розвитку) найефективнішим чином за наявності відповідного ресурсного забезпечення з урахуванням системи логічних конс-

труктивів визначення результату економічної діяльності підприємства, приведеної у [16].

З огляду на це і виходячи з результатів виконаних досліджень [16, 17, 18], на рис. 1 представлено систему основних аналітичних залежностей, що розкриває результативність діяльності підприємства (або система результату «інформація – ресурсне забезпечення – час – можливості (загрози) у системі менеджменту»).

Тут варто наголосити (рис. 1), що трудовий потенціал окремого працівника рекомендується розглядати як структурну складову трудового потенціалу підприємства, який у складі трудового колективу повинен давати синергетичний ефект [8].

Поряд з тим, доцільно також звернути увагу на те, що науковцем В. Смолюк виділено такі ключові індикатори до оцінювання трудового потенціалу підприємства (установи, організації), які поділено на [6]:

- якісні (фізичний потенціал, кваліфікаційний потенціал, морально-культурний потенціал, інноваційний потенціал, інтелектуальний потенціал та соціально-психологічний потенціал);

- кількісні (показник чисельності персоналу, показник вікового складу персоналу, показник кваліфікаційного складу персоналу, показник вибуття працівників, показник прибуття працівників, показник плинності працівників, показник використання фонду робочого часу, показник продуктивності праці, показник трудомісткості праці, показник фондоозброєності праці, частка оплати праці у собівартості продукції, частка прибутку на одного працівника) [6, 19].

Що стосується якості трудового потенціалу підприємства, то результати аналізу наукової праці [2] (Г. Дмитренко, Л. Ріктор) свідчать про те, що існує такі 2 основні точки зору (або 2 підходи) щодо самого поняття «якість трудового потенціалу»:

1) якість розглядається як наявність суттєвих ознак, властивостей (характеристик), особливостей, що відрізняють один предмет чи явище від інших. Тут йдеться, передусім, про якість трудового потенціалу з позицій характеристик (якостей) освітнього та вікового рівнів, показників здоров'я тощо, а також, зрештою, мотивації до ефективної праці;

2) якість – це сукупність властивостей, що обумовлюють спроможність задовольняти певні потреби. Звідси очевидно, що якість трудового потенціалу підприємства пов’язана з його конкурентоспроможністю,

тобто здатністю (можливістю) якомога найкраще (ефективно, результативно) задовольняти певні (бажані) потреби і/або відповідати необхідним стандартам [2].

**Доцільність (1) –**

співставлення фактично отриманих результатів діяльності підприємства і суспільно очікуваних наслідків його функціонування (або очікувань користувача отриманих результатів)

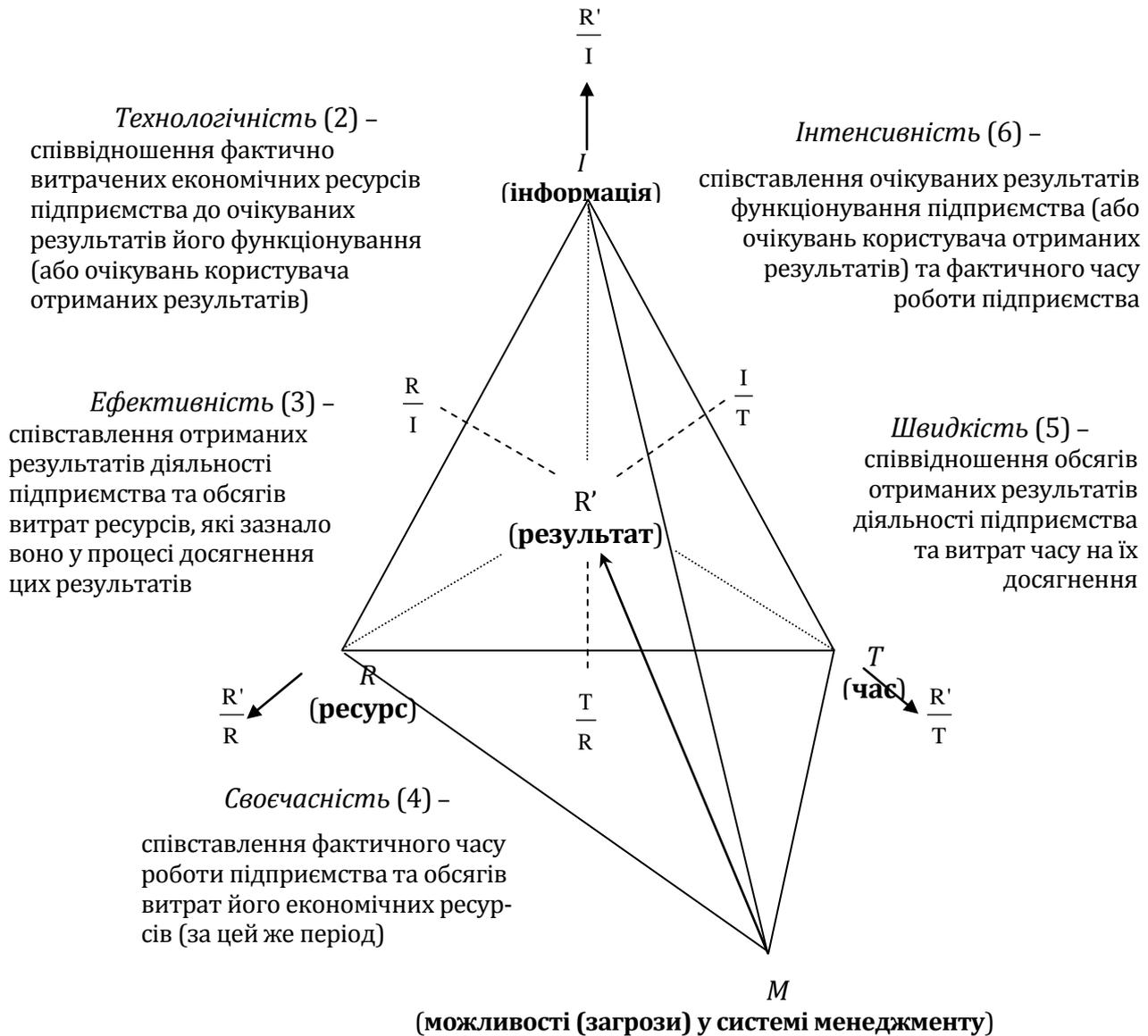


Рисунок 1 – Система основних аналітичних залежностей, що розкриває результативність діяльності підприємства [18]

Тут варто також зауважити, що в контексті другого підходу (наближає перший підхід до сфери практичної діяльності в умовах ринку) під якістю трудового потенціалу промислового підприємства слід розуміти сукупність певних властивостей трудових ресурсів підп-

приємства, їх здатність і можливість задовольняти конкретні потреби підприємства відповідно до освітньо-кваліфікаційного рівня, фахової підготовки, професійної придатності, статево-вікових ознак та стажу роботи, що є визначенням його вартості [4] (І. Корнієнко).

У праці І. Нестерової розроблено методику розрахунку вартості трудових ресурсів, яка ґрунтується на формулі (1) [20]:

$$ST = \sum((ZP_c \cdot K_{st} + I/T) \cdot D/D_p), \quad (1)$$

де  $ZP_c$  – середня заробітна плата;  $K_{st}$  – коефіцієнт стажу;  $T$  – термін корисного використання знань, отриманих в процесі тренінгу;  $I$  – інвестиції підприємства в персонал;  $D$  – кількість робочих днів, відпрацьованих працівником в періоді;  $D_p$  – кількість робочих днів в періоді.

Науковці М. Ямков та А. Михайлов удосконалили формулу (1) [21] – формула (2):

$$ST = \sum((ZP_c \cdot K_{st} \cdot K_{kv} + I/T) \cdot D/D_p), \quad (2)$$

додавши коефіцієнт  $K_{kv}$ , який враховує кваліфікацію і залежить від теоретичних знань та практичних навиків конкретного працівника [17].

У цьому контексті на особливу увагу заслуговує наукова праця [3] (А. Качала), у якій зазначено, що багатогранність якості трудового потенціалу визначає широке коло таких його 4-х параметрів, як: 1) ідейно-моральний параметр; 2) інтелектуальний параметр; 3) професійно-кваліфікаційний параметр; 4) етно-культурний параметр.

Водночас з'ясовано, що: 1) ефективне управління якістю трудовим потенціалом персоналом (на основі його об'єктивної оцінки) є однією із ключових умов, що визначає успіх підприємства; 2) керівники підприємства (управлінський персонал) несуть відповідальність не тільки за підвищення трудової активності працівників (виробничого персоналу) у цей час, але й за планування їхнього професійного зростання як резерву на перспективу [17, 22].

Поряд з тим, враховуючи результати виконаних досліджень [15, 17, 18, 22], встановлено, що:

- удосконалення (розвиток) діяльності промислових підприємств у системі організації

праці та виробництва проходить у своєму розвитку такі 3-и стадії, як: 1) усвідомлення та навчання; 2) розуміння; 3) розв'язання проблем і прийняття рішень;

- пошуки досконалості в рамках розвитку промислового підприємства здійснюються на 2-х рівнях: 1) задоволення вимог споживачів; 2) забезпечення якості трудового потенціалу за отриманими результатами управлінської діагностики підприємства.

В контексті цього варто зауважити, що результати досліджень [6, 17, 18, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29] і практики діяльності промислових підприємств в Україні (зокрема НАК «Нафтогаз України», ПАТ «Укрнафта», ПАТ «Укргазвидобування» та ін.) дали змогу дійти висновку, що:

1) управлінська діагностика підприємства (як часткова діагностична ціль системи цілей економічної діагностики підприємства) – це логічно-структурований процес комплексного аналізу внутрішніх змінних-факторів (технології та ресурсів, структури, працівників) та можливостей (потенціалу) підприємства, який спрямований на оцінку їх наявності та відповідності цілям і завданням, на оцінку поточного стану, ефективності, тенденцій та перспектив розвитку підприємства на основі дослідження (постійного моніторингу, аналізу, оцінки) його сильних і слабких сторін (позицій) за відповідними бізнес-індикаторами (залежно від діагностичних цілей управлінської діагностики) з метою виявлення (встановлення) і усунення проблем (наявних, можливих) та недоліків системи менеджменту підприємства [18];

2) управлінська діагностика в системі менеджменту підприємства, як підфункція функції контролювання (загальної функції менеджменту), враховує такі 3-и складові (структурні блоки), як: а) оцінювання (визначення ключових ознак, характеристик, певних параметрів (показників, бізнес-індикаторів), особливостей, властивостей тощо); б) аналіз (економічний, системний) з аргументацією (ретельне дослідження місця, структури, динаміки, тенденцій, взаємозв'язків і взаємодій (взаємовпливу) між елементами системи тощо); в) ідентифікування (передбачає визначення відхилень параметрів від оптимальних критеріїв і/або встановлених нормативних стандартів, формулювання загального висновку – діагнозу) (рис. 2) [18].

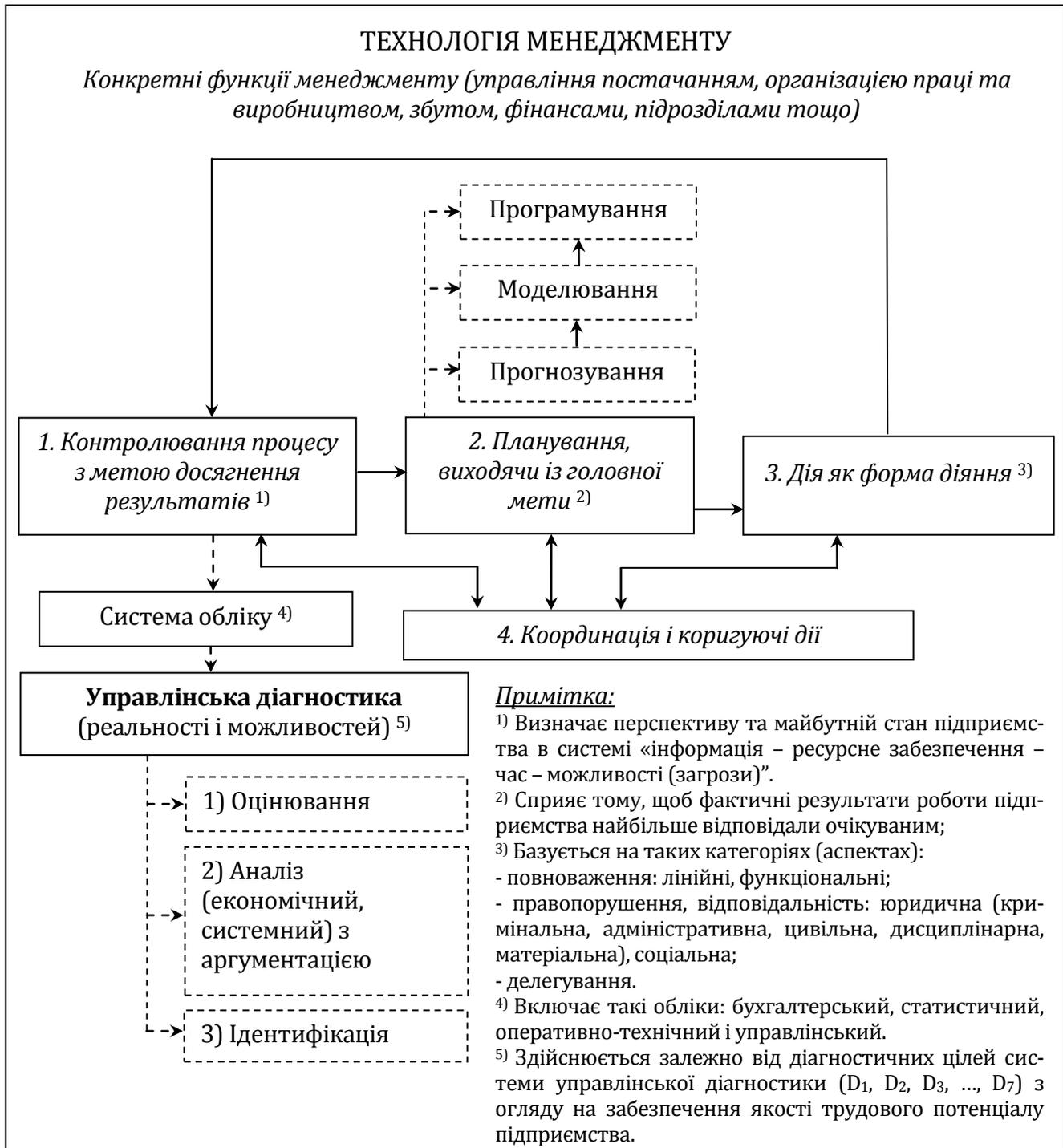


Рисунок 2 – Місце управлінської діагностики в системі менеджменту з огляду на забезпечення якості трудового потенціалу підприємства [18]

3) систему цілей управлінської діагностики промислового підприємства з огляду на забезпечення якості трудового потенціалу (див. рис. 2) формують такі ключові діагностичні цілі, як: D<sub>1</sub> – діагностика ефективності контролінгу внутрішніх бізнес-процесів підприємства [23]; D<sub>2</sub> – діагностика ефективності типової організаційної структури управління підприємства [24]; D<sub>3</sub> – діагностика ефективності нормування праці лінійних та функціональних керівників і спеціалістів на підпри-

ємстві [25]; D<sub>4</sub> – діагностика підприємства у сферах професійної освіти, трудової активності та мотивації, інноваційної праці та соціального розвитку [26]; D<sub>5</sub> – діагностика політики керівництва у сферах соціальної відповідальності, інформаційної безпеки та охорони праці [27]; D<sub>6</sub> – діагностика рівня конфліктності в колективі на підприємстві [28]; D<sub>7</sub> – діагностика ефективності використання інформаційних технологій в управлінні підприємством [29].

За отриманими результатами управлінської діагностики формуються висновки (системне бачення) проблемних областей у сфері забезпечення якості трудового потенціалу промислового підприємства. Кінцевим результатом є прийняття управлінських рішень, які спрямовані на вирішення проблемної ситуації у цьому напрямі і/або професійний розвиток персоналу та формування резервів підвищення якості трудового потенціалу промислового підприємства.

Водночас з'ясовано, що професійний розвиток персоналу включає у себе процес: 1) первинної професійної підготовки персоналу; 2) виробничої адаптації персоналу; 3) оцінювання й атестацію персоналу; 4) планування трудової кар'єри персоналу; 5) перепідготовки та підвищення кваліфікації персоналу; 6) службово-професійно-кваліфікаційне просування керівників, фахівців і робітників; 7) формування резерву керівників [11]. Метою цього процесу є забезпечення якості трудового потенціалу промислових підприємств, тобто створення необхідних умов для ефективного і результативного виконання діючих і/або нових управлінських та виробничих функцій, завдань і обов'язків працівниками тощо.

Беручи до уваги зазначене, доцільно також відмітити наукову роботу [9] (Л. Швець), в якій представлено класифікацію резервів підвищення якості трудового потенціалу промислового підприємства з точки зору ряду таких ознак: 1) за часом використання (поточні та перспективні резерви); 2) за місцем виявлення та використання (виробничі, поза-виробничі та управлінські резерви); 3) за категоріями персоналу (робітники, спеціалісти та управлінці); 4) за складовими якості трудового потенціалу (розвиток персоналу, використання робочого часу, якісний склад персоналу, фонд оплати праці, рівень продуктивності праці); 5) за характером впливових факторів (технічні, організаційні, економічні та соціально-психологічні); 6) за масштабом поширення результатів використаних резервів (загальні та приватні резерви); 7) за джерелом зростання якості (інтенсивний ріст та екстенсивний ріст); 8) за проявом у процесі виробництва (реальні та потенційні резерви). Тут варто зауважити, що внутрішні резерви підвищення якості трудового потенціалу підприємства в умовах соціально-економічної

кризи в кожний конкретний період здатні вплинути на економію праці за мінімальних витрат, і як наслідок спрямовані на максимізацію бажаних результатів діяльності промислового підприємства від їхнього використання (див. рис. 1).

*Довідково:* У 1991 р. Папа Римський Іоанн Павло II (англ. S. Ioannes Paulus PP. II) в одній з робіт зазначив, що раніше визначальними факторами виробництва були земля, потім, праця і т.д., а сьогодні – це людина та її знання, де знання – це ресурс, який забезпечує вихід з економічної кризи, дозволяє збільшити прибуток підприємства тощо [17, 31].

## ВИСНОВКИ

Результати дослідження доводять, що в основі розробки інструментарію забезпечення якості трудового потенціалу (в рамках розвитку промислових підприємств) лежить система цілей управлінської діагностики промислового підприємства, яка включає такі ключові діагностичні цілі, як: 1) діагностика ефективності контролінгу внутрішніх бізнес-процесів підприємства; 2) діагностика ефективності типової організаційної структури управління підприємства; 3) діагностика ефективності нормування праці лінійних та функціональних керівників і спеціалістів на підприємстві; 4) діагностика підприємства у сферах професійної освіти, трудової активності та мотивації, інноваційної праці та соціального розвитку; 5) діагностика політики керівництва у сферах соціальної відповідальності, інформаційної безпеки та охорони праці; 6) діагностика рівня конфліктності в колективі на підприємстві 7) діагностика ефективності використання інформаційних технологій в управлінні підприємством. З'ясовано, що ефективне управління якістю трудовим потенціалом персоналом (на основі його об'єктивної оцінки) є однією із ключових умов, що визначає успіх промислових підприємств.

Перспективою подальших досліджень у даному напрямі є удосконалення системи діагностики та планування резервів підвищення якості трудового потенціалу промислового підприємства в кризових умовах.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES**

1. Burkynskiy, B. V., Nyzhnyk, V. M., & Nikolaichuk, M. V. (2009). *Efektivnist vykorystannia trudovoho potentsialu: teoriia i praktyka* [Efficiency of labor potential usage: theory and practice]. Khmelnytskyi: KhNU (in Ukrainian)  
[Буркинський, Б. В., Нижник, В. М., & Ніколайчук, М. В. (2009). *Ефективність використання трудового потенціалу: теорія і практика*. Хмельницький: ХНУ].
2. Dmytrenko, G. A., & Riktor, T. L. (2008). *Elitna skladova yakosti trudovoho potentsialu* [Elite constituent of the labour potential quality]. *Demohrafiia ta sotsialna ekonomika*, 2, 70–76 (in Ukrainian)  
[Дмитренко, Г. А., & Ріктор, Т. Л. (2008). Елітна складова якості трудового потенціалу. *Демографія та соціальна економіка*, 2, 70–76].
3. Kachala, A. O. (2005). *Yakist trudovoho potentsialu: vlastyvoli ta parametry* [Quality of labor potential: properties and parameters]. *Komunalne hospodarstvo mist*, 65, 371–375 (in Ukrainian)  
[Качала, А. О. (2005). Якість трудового потенціалу: властивості та параметри. *Комунальне господарство міст*, 65, 371–375].
4. Korniienko, I. H. (2013). *Trudovyi potentsial: ekonomichna sutnist ta yoho otsinka* [Labor potential: economic essence and its estimation]. *Visnyk Chernivetskooho torhovelno-ekonomichnooho instytutu. Ekonomichni nauky*, 2, 30–35 (in Ukrainian)  
[Корнієнко, І. Г. (2013). Трудовий потенціал: економічна сутність та його оцінка. *Вісник Чернівецького торговельно-економічного інституту. Економічні науки*, 2, 30–35].
5. Mykhailenko, O. V. (2010). *Teoretychni aspekty rozvytku ta otsinky trudovoho potentsialu* [Theoretical aspects of development and evaluation of labor potential]. *Problemy systemnoho pidkholu v ekonomitsi*, 1(13), 45–54 (in Ukrainian)  
[Михайленко, О. В. (2010). Теоретичні аспекти розвитку та оцінки трудового потенціалу. *Проблеми системного підходу в економіці*, 1(13), 45–54].
6. Smoliuk, V. L. (2008). *Upravlinnia rozvytkom trudovoho potentsialu pidpriemstva* [Management of the development of labor potential of the enterprise] (Doctoral thesis). Kharkiv: Kharkivskiy natsionalnyi ekonomichniy universytet (in Ukrainian)  
[Смолюк, В. Л. (2008). *Управління розвитком трудового потенціалу підприємства* (Автореферат кандидатської дисертації). Харків: Харківський національний економічний університет].
7. Harchysyna, O., & Pogrebna, U. (2014). *Increasing performance activity in companies on basis of improving the quality of employment capacity. Formuvannia rynkovykh vidnosyn v Ukraini*, 12, 160–164 (in Ukrainian)  
[Харчишина, О. В., & Погребна, Ю. О. (2014). Підвищення ефективності діяльності підприємства на засадах ефективності використання трудового потенціалу. *Формування ринкових відносин в Україні*, 12, 160–164].
8. Cherep, A. V., & Zubritska, Y. O. (2010). *Doslidzhennia sutnosti ekonomichnoi katehorii "trudovyi potentsial" u menedzhmenti riznykh rivniv* [Investigation of the essence of the economic category "labour potential" in management of different levels]. *Visnyk Zaporizkoho natsionalnooho universytetu*, 4(8), 90–95 (in Ukrainian)  
[Череп, А. В., & Зубицька, Я. О. (2010). Дослідження сутності економічної категорії «трудовий потенціал» у менеджменті різних рівнів. *Вісник Запорізького національного університету*, 4(8), 90–95].
9. Shvets, L. V. (2012). *Rezervy pidvyshchennia yakosti trudovoho potentsialu promyslovooho pidpriemstva* [Reserves for improving the quality of labor potential of an industrial enterprise]. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti*, 39, 292–297 (in Ukrainian)  
[Швець, Л. В. (2012). Резерви підвищення якості трудового потенціалу промислового підприємства. *Вісник економіки транспорту і промисловості*, 39, 292–297].

10. Shovkun, L. V., & Svelieva, O. M. (2013). *Vyznachennia kilkisnykh ta yakisnykh kharakterystyk trudovoho potentsialu silskohospodarskykh pidpriemstv* [Determination of quantitative and qualitative characteristics of labor potential of agricultural enterprises]. *Naukovi pratsi Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 1(6), 331–334 (in Ukrainian)  
[Шовкун, Л. В., & Свелєва, О. М. (2013). Визначення кількісних та якісних характеристик трудового потенціалу сільськогосподарських підприємств. *Наукові праці Полтавської державної аграрної академії*, 1(6), 331–334].
11. Tkachenko, A. M., & Marchenko, K. A. (2014). *Profesiyni rozvytok personalu – nahalne zavdannia sohodennia* [Professional Development of Staff – Urgent Task Today]. *Ekonomichnyi visnyk Donbasu*, 1, 194–197 (in Ukrainian)  
[Ткаченко, А. М., Марченко, К. А. (2014). Професійний розвиток персоналу – нагальне завдання сьогодення. *Економічний вісник Донбасу*, 1, 194–197].
12. Armstrong, M. (1988). *A Handbook of Human Resource Management*. London: Kogan Page.
13. Beach, D. S. (1980). *Personnel: The management of people at work*. New York: Macmillan Publishing Co.
14. Torrington, D., & Hall, L. (1991). *Personnel Management a New Approach*. New York: Prentice Hall.
15. Skrynkovskyy, R., & Pawlowski, G. (2016). *Diahnostyka v systemi menedzhmentu pidpriemstva* [Diagnosis in the Enterprise Management System]. *Problemy ekonomiky*, 3, 199–205 (in Ukrainian)  
[Скриньковський, Р., & Павловські, Г. (2016). Діагностика в системі менеджменту підприємства. *Проблеми економіки*, 3, 199–205].
16. Oleksiuk, O. I. (2009). *Rezultatyvnist diialnosti pidpriemstv yak osnova formuvannia yikh investytsiinoi pryvablyvosti* [Effectiveness of enterprises as a basis for their investment attractiveness]. *Investytsii: praktyka ta dosvid*, 3, 21–26 (in Ukrainian)  
[Олексюк, О. І. (2009). Результативність діяльності підприємств як основа формування їх інвестиційної привабливості. *Інвестиції: практика та досвід*, 3, 21–26].
17. Skrynkovskyy, R. M. (2014). *Osvitno-fakhovi potentsial personalu yak faktor vplyvu na investytsiinu pryvablyvist pidpriemstva* [Educational and professional potential of the personnel as a factor of influence on the investment attractiveness of the enterprise] (Doctoral dissertation). Lviv: Lvivskiy universytet biznesu ta prava (in Ukrainian)  
[Скриньковський, Р. М. (2014). *Освітньо-фаховий потенціал персоналу як фактор впливу на інвестиційну привабливість підприємства* (Кандидатська дисертація). Львів: Львівський університет бізнесу та права].
18. Pawlowski, G. (2017). *Rozvytok systemy upravlinskoï diahnostryky pidpriemstva* [Development of the system of management diagnostics of the enterprise] (Doctoral dissertation). Retrieved from <http://irbis-nbuv.gov.ua/ASUA/1257760> (in Ukrainian)  
[Павловські, Г. (2017). *Розвиток системи управлінської діагностики підприємства* (Кандидатська дисертація). URL: <http://irbis-nbuv.gov.ua/ASUA/1257760>].
19. Skrynkovskyy, R. (2015). *Diahnostyka finansovoho, vyrobnychoho, trudovoho, sotsialno-ekonomichnoho ta innovatsiino-investytsiinoho potentsialiv i analiz potentsiinykh ryzykiv pidpriemstva v umovakh nevyznachenosti* [Diagnostic of the Financial, Industrial, Labor, Socio-Economic and Innovation and Investment Potentials and Analysis of the Enterprise Potential Risks under Conditions of Uncertainty]. *Problemy ekonomiky*, 2, 186–193 (in Ukrainian)  
[Скриньковський, Р. М. (2015). Діагностика фінансового, виробничого, трудового, соціально-економічного та інноваційно-інвестиційного потенціалів і аналіз потенційних ризиків підприємства в умовах невизначеності. *Проблеми економіки*, 2, 186–193].
20. Nesterova, I. V. (2011). *Stoimostnaja ocenka trudovykh resursov* [Valuation of labor resources]. *Jekonomicheskij analiz: Teorija i praktika*, 16, 62–65 (in Russian)  
[Нестерова, И. В. (2011). Стоимостная оценка трудовых ресурсов. *Экономический анализ: Теория и практика*, 16, 62–65].

21. Jamkov, M. P., & Mihajlov, A. B. (2014). *Osobennosti stoimostnoj ocenki personala na predpriyatijah neftehimicheskoy otrasli* [Peculiarities of valuation of personnel in the petrochemical industry]. *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta*, 17(19), 397–400 (in Russian)  
[Ямков, М. П., & Михайлов, А. Б. (2014). Особенности стоимостной оценки персонала на предприятиях нефтехимической отрасли. *Вестник Казанского технологического университета*, 17(19), 397–400].
22. Tsyba, T. Ye., Valikov, V. P., & Bondar, V. P. (2014). *Vykorystannia potentsialu pratsivnykiv u stratehii pidvyshchennia yakosti ta efektyvnosti pidpryiemstva* [Use of the potential of employees in the strategy of improving the quality and efficiency of the enterprise]. *Yevropeiskiy vektor ekonomichnoho rozvytku. Ekonomichni nauky*, 1, 185–194 (in Ukrainian)  
[Циба, Т. Є., Валіков, В. П., & Бондар, В. П. (2014). Використання потенціалу працівників у стратегії підвищення якості та ефективності підприємства. *Європейський вектор економічного розвитку. Економічні науки*, 1, 185–194].
23. Skrynkovskyy, R., Pawlowski, G., & Vorobiov, V. (2016). *Diahnastyka efektyvnosti kontrolinhu biznes-protsesiv pidpryiemstva* [The Diagnostics of Efficiency of Controlling Business Processes]. *Business Inform*, 8, 154–159 (in Ukrainian)  
[Скриньковський, Р. М., Павловські, Г., & Воробйов, В. В. (2016). Діагностика ефективності контролінгу бізнес-процесів підприємства. *Бізнес Інформ*, 8, 154–159].
24. Pawlowski, G. (2017). *Diahnastyka efektyvnosti typovoi orhanizatsiinoi struktury upravlinnia pidpryiemstva yak zahalna diahnostychna tsil systemy upravlinskoï diahnostyky* [Diagnostics of efficiency of a typical organizational structure of the enterprise as a general diagnostic purpose of system of management diagnostics]. *Efektyvna ekonomika*, 3. Retrieved from <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5492&p=1> (in Ukrainian)  
[Павловські, Г. (2017). Діагностика ефективності типової організаційної структури управління підприємства як загальна діагностична ціль системи управлінської діагностики. *Ефективна економіка*, 3. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5492&p=1>].
25. Pawlowski, G. (2017). *Diahnastyka efektyvnosti normuvannia pratsi upravlinskoho personalu na pidpryiemstvi* [The Diagnostics of Efficiency of Labor Norming of the Managerial Staff at Enterprise]. *Business Inform*, 2, 331–337 (in Ukrainian)  
[Павловські, Г. (2017). Діагностика ефективності нормування праці управлінського персоналу на підприємстві. *Бізнес Інформ*, 2, 331–337].
26. Skrynkovskyy, R., Kharuk, K., & Maksymchuk, I. (2015). *Diahnastyka pidpryiemstva u sferakh profesiinoi osvity, trudovoi aktyvnosti ta motyvatsii, innovatsiinoi pratsi ta sotsialnoho rozvytku* [Diagnostics of Enterprise in the Areas of Vocational Education, Employment Activity and Motivation, Innovative Labor and Social Development]. *Business Inform*, 8, 282–288 (in Ukrainian)  
[Скриньковський, Р. М., Харук, К. Б., & Максимчук, Я. С. (2015). Діагностика підприємства у сферах професійної освіти, трудової активності та мотивації, інноваційної праці та соціального розвитку. *Бізнес Інформ*, 8, 282–288].
27. Skrynkovskyy, R., Kostiuk, N., Semchuk, Z., & Koropetskyi, O. (2016). *Diahnastyka polityky kerivnytstva u sferakh yakosti, sotsialnoi vidpovidalnosti, informatsiinoi bezpeky y okhorony pratsi ta mekhanizm zabezpechennia hidnoi pratsi na pidpryiemstvi* [Diagnostics of Management Policy in the Areas of Quality, Social Responsibility, Information Security and Labor Safety, Mechanism for Provision of Decent Work at Enterprise]. *Business Inform*, 3, 131–137 (in Ukrainian)  
[Скриньковський, Р. М., Костюк, Н. Р., Семчук, Ж. В., & Коропецький, О. О. (2016). Діагностика політики керівництва у сферах якості, соціальної відповідальності, інформаційної безпеки й охорони праці та механізм забезпечення гідної праці на підприємстві. *Бізнес Інформ*, 3, 131–137].

28. Skrynkovskyy, R. M. (2016). *Diagnostics of the Extent of Conflict Among Co-Workers and Ways to Overcome the Destabilization of Socio-Labor Relations at Enterprise* [Diahnostyka rivnia konfliktnosti v kolektyvi ta shliakhy podolannia destabilizatsii sotsialno-trudovykh vidnosyn na pidpriemstvi]. *Business Inform*, 4, 268–273 (in Ukrainian)  
[Скриньковський, Р. М. (2016). Діагностика рівня конфліктності в колективі та шляхи подолання дестабілізації соціально-трудових відносин на підприємстві. *Бізнес Інформ*, 4, 268–273].
29. Noga, I., Skrynkovskyy, R., & Pawlowski, G. (2016). *Diahnostyka efektyvnosti zastosuvannya informatsiinykh tekhnolohii v upravlinni pidpriemstvamy* [The Diagnostics of Efficiency of Applying Information Technology in the Management of Enterprises]. *Business Inform*, 9, 241–245 (in Ukrainian)  
[Нога, І. М., Скриньковський, Р. М., & Павловські, Г. (2016). Діагностика ефективності застосування інформаційних технологій в управлінні підприємствами. *Бізнес Інформ*, 9, 241–245].
30. Danyliuk-Chernykh, I. M. (2015). *Upravlinnia rozvytkom liudskykh resursiv pidpriemstv na zasadakh sintelektky* [Human Resources Development Management on the Sintellectic Base] (Doctoral thesis). Retrieved from <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/5792> (in Ukrainian)  
[Данилюк-Черних, І. М. (2015). *Управління розвитком людських ресурсів підприємств на засадах синтелектики* (Автореферат кандидатської дисертації). URL: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/5792>].
31. Sydorenko, S. V. (2009). *Teoretyko-metodolohichni zasady analizu etyky biznesu* [Theoretical and methodological principles of business ethics analysis]. *Humanitarnyi visnyk Zaporizkoi derzhavnoi inzhenernoi akademii*, 39, 91–106 (in Ukrainian)  
[Сидоренко, С. В. (2009). Теоретико-методологічні засади аналізу етики бізнесу. *Гуманітарний вісник Запорізької державної інженерної академії*, 39, 91–106].

# Фінансовий лізинг: проблеми та перспективи розвитку в Україні

## Financial Leasing: Problems and Prospects of Development in Ukraine

Ганна Грідіна<sup>1</sup>  
Ganna Gridina

<sup>1</sup> V. N. Karazin Kharkiv National University  
4 Svobody Square, Kharkiv, 61022, Ukraine

DOI: 10.22178/pos.26-2

JEL Classification: C53,  
G17, G21

Received 28.08.2017  
Accepted 25.09.2017  
Published online  
30.09.2017

Corresponding Author:  
gridinanna@gmail.com

© 2017 The Author.  
This article is licensed  
under a [Creative Commons Attribution 4.0 License](#) 

**Анотація.** У статті висвітлено сучасний стан ринку фінансових послуг, зокрема фінансового лізингу, який є формою активізації інвестиційного процесу в Україні. Розкриваються головні проблеми розвитку фінансового лізингу та перспективи його розвитку в Україні. Визначено недоліки та переваги фінансового лізингу та його характерні риси. У статті здійснено оцінку стану ринку лізингових послуг України та визначено основні проблеми його функціонування. Здійснено оцінку розвитку кількості лізингодавців України. Встановлено, що кількість юридичних осіб – лізингодавців залишається майже незмінною, проте фінансові компанії, які надають послуги фінансового лізингу, бурхливо розвиваються. Обґрунтовано висновок, що фінансові компанії, які надають послуги фінансового лізингу як універсальні інститути, надають більший спектр фінансових послуг і у кризових умовах це слугує підставою зростання їх кількості. У таких умовах зазначені фінансові інститути можуть переймати на себе функції банків й розвиватися за рахунок більшого портфелю фінансових послуг, ніж у вузькоспеціалізованих закладах. Розподіл укладених договорів фінансового лізингу характеризується тим, що найбільш суттєвого зменшення зазнали транспорт, сільське господарство та будівництво. Майже не зазнали впливу деструктивних процесів сфера послуг, машинобудування та металургія. Добувна промисловість, у протизагау решті галузей, збільшила обсяги вартості договорів фінансового лізингу.

У процесі дослідження підтвердилася гіпотеза про субституційність банківського кредитування лізингом, що підтверджується зростанням кількості фінансових компаній, які надають послуги фінансового лізингу при одночасному зменшенні кількості банків.

**Ключові слова:** фінансовий лізинг, фінансові компанії, лізингодавців.

**Abstract.** The article highlights the current state of the financial services market, in particular financial leasing, which is a form of intensification of the investment process in Ukraine. The main problems of financial leasing development and prospects of its development in Ukraine are revealed. The shortcomings and advantages of financial leasing and its characteristics are determined. The article assesses the state of the Ukrainian market of leasing services and identifies the main problems of its functioning. An estimation of the development of the number of leasing companies in Ukraine is made. It is established that the number of legal entities - lessors remains almost unchanged, but financial companies that provide financial leasing services are rapidly developing. It is substantiated that financial companies providing financial leasing services as universal institutions provide a wider range of financial services in crisis conditions; it serves as the basis for the growth of their number. In these circumstances, these financial institutions can take over the functions of banks and develop at the expense of a larger portfolio of financial services than in highly specialized institutions. Distribution of concluded financial leasing agreements is characterized by the fact that transport, agriculture and construction were the most significant decrease. The services sector, machine building and metallurgy were almost not influenced of the destructive processes. Extractive industry, in contrast to the rest of the industries, has increased the volumes of financial leasing contracts.

In the course of the study, the hypothesis of the substitutability of bank lending by leasing was confirmed, which is confirmed by the growing number of financial companies providing financial leasing services while simultaneously reducing the number of banks.

**Keywords:** financial leasing; financial companies; lessors.

## ВСТУП

Розвиток сфери виробництва під впливом науково-технічного прогресу, перехід до економіки знань, а також обраний Україною шлях до євроінтеграції та підвищення інвестиційної привабливості та конкурентоздатності вітчизняних товарів вимагає нагального пошуку та впровадження методів оновлення матеріально-технічної бази і модифікації основних фондів суб'єктів господарювання різних форм власності. Одним з таких методів є фінансовий лізинг. Потреба в оновленні основних засобів, а також зміни податкового законодавства стали поштовхом для активізації використання фінансового лізингу.

Фінансовий лізинг знаходиться у колі наукових інтересів багатьох вітчизняних та закордонних вчених. Слід вказати роботи Д. Гонтар, Н. Опешко та С. Колодизевої [1], О. Грищенко [2], О. Ладюк [3], О. Борисюк й О. Гуменюк [4] та інші.

Загальна проблематика ринку фінансових послуг розглядається у наукових працях С. Науменкової [5, 6] та О. Глуценко [7, 8, 9].

*Мета статті:* оцінити здатність фінансового лізингу стати дієвим способом оновлення основних фондів підприємств України в умовах посткризового відновлення.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Фінансовий лізинг згідно з Законом України «Про фінансовий лізинг» – це вид цивільно-правових відносин, що виникають із договору фінансового лізингу. За договором фінансового лізингу лізингодавець зобов'язується набути у власність річ у продавця (постачальника) відповідно до встановлених лізингодержувачем специфікацій та умов і передати її у користування лізингодержувачу на визначений строк не менше одного року за встановлену плату (лізингові платежі) [10]. Ідея фінансового лізингу дуже проста – поєднати оренду з кредитом, щоб створити фінансовий інструмент з економічно привабливими характеристиками.

У зарубіжній практиці, так само як і на вітчизняному ринку, лізингова форма фінансування придбання основних засобів отримала широку популярність. Це, безумовно, має свої окремі переваги та недоліки.

Фахівці найчастіше визначають такі переваги лізингу:

1. Оподаткування. Прийнято вважати, що використання лізингової схеми допомагає оптимізувати оподаткування підприємства.

По-перше, лізинговий платіж входить у загальну величину сукупних витрат підприємства, яка зменшує оподатковуваний базу платежу і сприяє зменшенню податку на прибуток.

По-друге, купівля основних засобів у лізинг дає можливість включити суму сплаченого ПДВ у величину, яка зменшує зобов'язання підприємства по даному податку.

По-третє, схема лізингу дає можливість маніпулювати сумою податку на майно або просто дозволяє тимчасово його не сплачувати, якщо воно ще числиться на балансі лізингодавця, або завдяки прискореній амортизації зменшувати його величину.

2. В умовах обмежених фінансових ресурсів спостерігається розширення виробничих потужностей. Сам по собі лізинг вважається інструментом, за допомогою якого можна значно збільшити виробничі сили організації. Пояснюється це тим, що фінансування організації виконується під конкретне обладнання, а не під наявну величину власних коштів і активів. Більш того, на відміну від кредиту, лізинг не впливаючи на фінансовий стан і не змінюючи структуру активів і капіталу, тільки сприяє отриманню короткострокових кредитів.

3. Завдяки прискоренню процесів амортизації виробничої бази набагато швидше відбувається окупність технологій. Це дозволяє, у свою чергу, розпоряджатися ними як інструментом, який підвищує загальну ефективність діяльності підприємства: продати і купити більш сучасне обладнання за договором лізингу.

За авторським баченням до головних переваг лізингу слід віднести його більшу, у порівнянні з банківським кредитуванням, фінансову безпеку, оскільки, фінансовий лізинг унеможливує нецільове використання фінансових ресурсів.

Маючи незаперечні переваги, фінансовий лізинг не позбавлений й певних недоліків у порівнянні з банківським кредитуванням, до яких слід віднести:

1. Значний обсяг авансового внеску. Як правило, обов'язковою умовою договору лізингу є авансовий внесок у розмірі не менше 30 % від загальної вартості обладнання.

2. Тривалий час до одержання обладнання. Основна складність процедури лізингу полягає в організаційному плані, оскільки в угоді приймає участь велика кількість контрагентів. Це збільшує термін придбання обладнання.

Наразі угоди фінансового лізингу стали досить поширеним явищем у господарській діяльності багатьох компаній. Це пояснюється тим, що у разі відсутності у компанії необхідних обігових коштів і можливості довгострокового кредитування вона зможе за допомогою фінансового лізингу отримати права користування і володіння необхідним обладнанням. У якості фінансової послуги, фінансовий лізинг у теперішній час виступає одним з основних чинників посилення конкурентоспроможності підприємств, поліпшення якості послуг, що надаються, покращення ефективності виробництва. Наслідком цього є зміцнення позицій вітчизняних підприємств як на національному, так і на світовому ринку товарів і послуг.

Ринок пропозиції послуг фінансового лізингу складається з двох основних груп учасників:

1. Фінансових компаній, що надають послуги фінансового лізингу. Ці учасники ринку лізингових послуг є універсальними гравцями, вони можуть також надавати й інші фінансові послуги.

2. Лізингодавців – юридичних осіб, що зареєстровані в Реєстрі Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сфері ринків фінансових послуг України.

Простежимо динаміку розвитку обох з інституційних груп надавачів лізингових послуг. За даними Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сфері фінансових послуг, до Переліку юридичних осіб, які мають право надавати фінансові послуги та перебувають на обліку внесено інформацію про 240 юридичних осіб – лізингодавців та до Державного реєстру фінансових установ внесена інформація про 406 фінансові компанії, що надають послуги фінансового лізингу. За даними рис. 1 можна зробити висновок, що кількість фінансових компаній, які надають послуги фінансового лізингу, невпинно зростає, у той час як кількість юридичних осіб –

лізингодавців залишається майже незмінною.

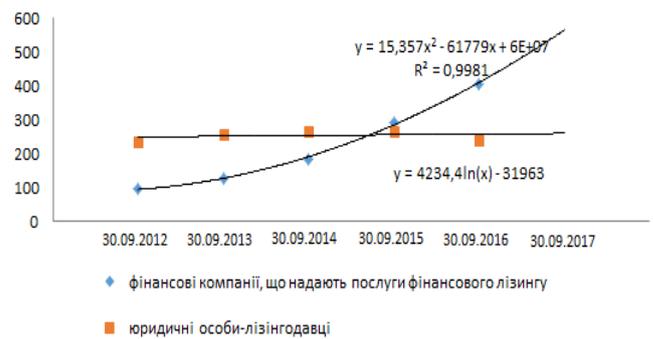


Рисунок 1– Кількість юридичних осіб – лізингодавців та фінансових компаній, що надають послуги фінансового лізингу в Україні в 2012-2017 рр. [11]

Додавши лінію тренду на рис. 1 для юридичних осіб лізингодавців і для фінансових компаній, що надають послуги фінансового лізингу, можна розробити прогноз їх кількості на 30 вересня 2017 року з достовірністю більше 99 %. Виходячи зі спрямованості ліній тренду, можна зробити висновок про подальше зростання кількості фінансових компаній, що надають послуги фінансового лізингу та майже незмінну кількість юридичних осіб лізингодавців.

Визначена тенденція є підставою для висновку про розвиток фінансових компаній, які надають послуги фінансового лізингу, як універсальних інститутів, що надають широкий спектр фінансових послуг. За таких умов зазначені фінансові інститути можуть забрати на себе функції банків й розвиватися за рахунок більшого портфелю фінансових послуг, ніж у вузькоспеціалізованих закладів.

За 9 місяців 2016 року укладено 7 401 угод фінансового лізингу на суму 7 772,7 млн. грн., що у порівнянні с відповідним періодом минулого року більше у 2,73 рази договорів та на 35,97 % суми угод фінансового лізингу. Вартість об'єктів лізингу, що є предметом договорів, становить 6 010,7 млн. грн, що на 32,97 % більше ніж за 9 місяців 2015 року [11]. Проте динаміка вартості договорів, що діють на кінець кварталів вказує на стійку тенденцію до зниження [11]. Таким чином на ринку фінансового лізингу України вирують різноспрямовані тенденції, про що свідчать його основні показники.

Для розуміння поточної ситуації на ринку фінансових послуг України необхідно дослідити

структуру укладених договорів фінансового лізингу у розрізі галузей (рис. 2).

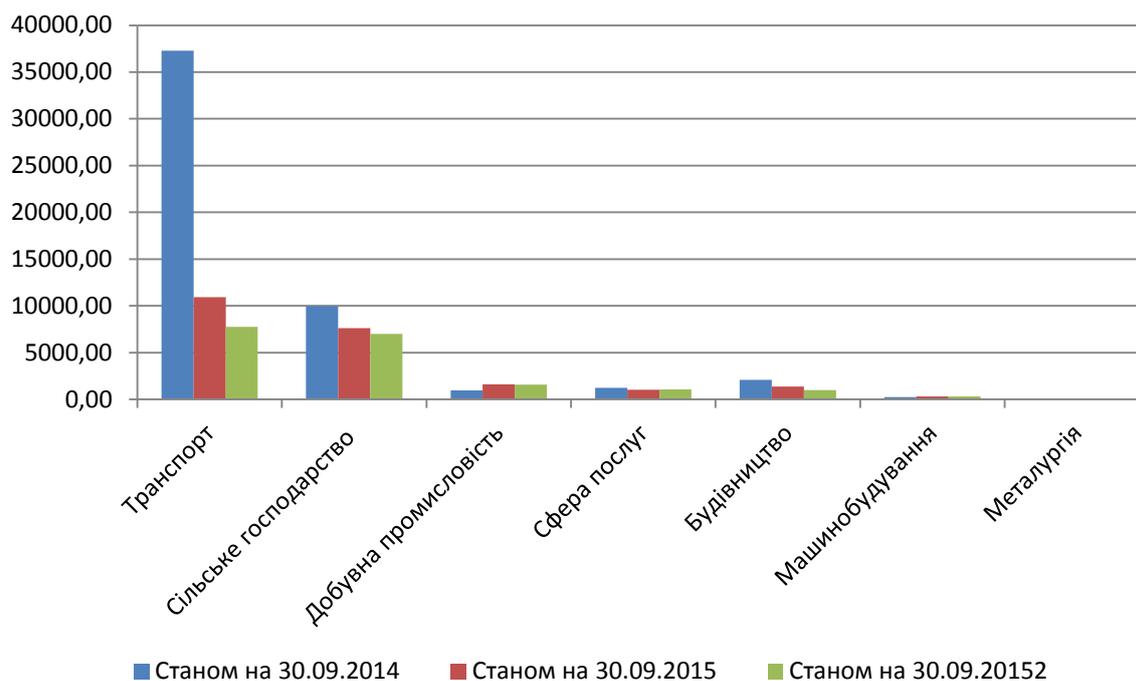


Рисунок 2 – Вартість договорів фінансового лізингу в Україні за галузями з 30.09.2014 р. по 30.09.2016 р. (млн. грн) [11]

Протягом досліджуваного періоду можна наочно спостерігати вплив кризових явищ у лізинговій діяльності. Найбільш суттєвого зменшення зазнали транспорт, сільське господарство та будівництво. Майже не зазнали впливу деструктивних процесів сфера послуг, машинобудування та металургія. Добувна промисловість, у протигагу решті галузей, збільшила обсяги вартості договорів фінансового лізингу. Загальний висновок про галузеву структуру фінансового лізингу полягає у тому, що у найбільших користувачів лізингових послуг наочно спостерігається суттєве зменшення обсягів вартості лізингових договорів, що негативно характеризує поточну ситуацію на ринку.

Висунемо гіпотезу, що у кризових умовах при різкому зниженні здатності банків надавати кредити їх заміщають лізингові компанії.

Більшість дослідників приділяють основну увагу аналізу кореляційних зв'язків між змінними. Припустимо, що існує зв'язок між кількістю банків і кількістю фінансових компаній-лізингодавців. Для підтвердження розрахуємо коефіцієнт кореляції, використовуючи дані наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Кількість банків і фінансових компаній, лізингодавців в Україні в 2012–2016 рр. [11]

Роки	Фінансові компанії, що надають послуги фінансового лізингу та юридичні особи – лізингодавці (од.)	Банки (од.)
2012	555	176
2013	631	180
2014	682	163
2015	839	117
2016	852	93

Коефіцієнт кореляції,  $r$ , визначає як силу, так і напрямок зв'язку між залежною і незалежною змінними. Значення  $r$  знаходяться в діапазоні від - 1.0 (сильно негативний зв'язок) до + 1.0 (сильно позитивний зв'язок). При  $r = 0$  між змінними  $x$  і  $y$  немає ніякого зв'язку.

Ми можемо обчислити коефіцієнт кореляції за допомогою формули (1):

$$r_{xy} = \frac{\sum(x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 * \sum(y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

За результатами розрахунку коефіцієнт кореляції дорівнює  $-0,98$ , що свідчить про чітко визначену обернену залежність.

Для більш наочного встановлення зв'язку між змінними можна використовувати відомості, наведені на рис. 3.



Рисунок 3 – Динаміка кількості банків та фінансових компаній в Україні в 2012-2016 рр. [11]

Рисунок 3 наочно відображає різноспрямовану динаміку у кількості банків й лізингодавців та фінансових компаній, які надають послуги фінансового лізингу, а саме: зі зменшенням кількості банків зростає кількість інститутів-лізингодавців на ринку фінансових послуг. За результатами розрахунків доведено, що за умов скорочення кількості банків зростає кількість фінансових компаній. Визначена залежність відбиває субституційність (можливість заміщення) банківського кредитування лізингом. За умов скорочення обсягів банківського кредитування та зменшення кількості банківських установ незадоволений попит на фінансово-кредитне забезпечення стимулює розвиток фінансових компаній, які надають послуги фінансового лізингу. Таким чином, підтвердилася висунута гіпотеза про заміщення банків лізинговими компаніями в умовах кризи.

Стратегія відновлення економічного зростання й подолання кризових явищ повинна ґрунтуватися, по-перше, на оздоровленні банківського сектору, по-друге, на підвищенні якості та доступності фінансового лізингу і зменшенні відсоткової ставки за лізинговими операціями.

Стратегічні кроки щодо посилення відповідальності лізингодавців зроблено у відповідній Постанові Кабінету Міністрів України [12]. У першу чергу, ліцензуванню підлягатиме фінансовий лізинг. Лізингодавцям було надано строк до 10 червня 2017 року для приведення своєї діяльності у відповідність до нових вимог. Ліцензування лізингових послуг є методом підвищення їхньої якості та відносно м'якою формою державного регулювання ринку фінансових послуг.

## ВИСНОВКИ

У статті здійснено оцінку стану ринку лізингових послуг України та визначено основні проблеми його функціонування. Встановлено, що брак досвіду в сфері фінансової оренди поставив перед лізинговими компаніями ряд проблем: по-перше, законодавча база лізингу ще слабка і потребує значних доопрацювань; по-друге, банки неохоче надають кредити лізинговим компаніям у зв'язку з тим, що на момент укладання угоди лізингові компанії не можуть надати застави в достатніх розмірах; по-третє, відсутній позитивний досвід співпраці з лізинговими компаніями.

На ринку лізингових послуг встановлено протилежні тенденції. Кількість юридичних осіб – лізингодавців залишається майже незмінною, проте кількість фінансових компаній, що надають послуги фінансового лізингу зростає.

У процесі дослідження підтвердилася гіпотеза про субституційність банківського кредитування лізингом, що підтверджується зростанням кількості фінансових компаній, які

надають послуги фінансового лізингу при одночасному зменшенні кількості банків.

Проте тенденція зростання кількості фінансових компаній, які надають послуги фінансового лізингу, свідчить про великий попит на даний вид фінансування. Це призведе до високих темпів розвитку фінансового лізингу в Україні у майбутньому та розширенню портфелю лізингових послуг та асортименту обладнання, що надається в лізинг.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Hontar, D., Opeshko, N., & Kolodizieva, S. (2016). Forecasting the development of leasing market (on the example of Ukraine). *Problems and Perspectives in Management*, 14(4), 264–272. doi: [10.21511/ppm.14\(4-1\).2016.16](https://doi.org/10.21511/ppm.14(4-1).2016.16)
2. Hryshchenko, O. (2006). Finansovy lizynh: istoriia, suchasnist ta perspektyvy rozvytku [Financial Leasing: History, Present and Future Development]. *Yurydychnyi zhurnal*, 3, 2–41 (in Ukrainian). [Грищенко, О. (2006). Фінансовий лізинг: історія, сучасність та перспективи розвитку. *Юридичний журнал*, 3, 2–41].
3. Ladiuk, O. (2008). Rozvytok lizynhu v Ukraini: perevahy i nedoliky [Development of leasing in Ukraine: advantages and disadvantages]. *Finansy, uchet, banki*, 14, 59–65 (in Ukrainian) [Ладюк, О. (2008). Розвиток лізингу в Україні: переваги і недоліки. *Фінанси, учет, банки*, 14, 59–65].
4. Borysiuk, O. V., & Humeniuk, O. M. (2014). Finansovy lizynh v Ukraini: perevahy ta nedoliky [Financial leasing in Ukraine: advantages and disadvantages]. *Naukovyi visnyk Khersonskoho derzhavnoho universytetu. Serii: Ekonomichni nauky*, 5(4), 19–21 (in Ukrainian) [Борисюк, О. В., & Гуменюк, О. М. (2014). Фінансовий лізинг в Україні: переваги та недоліки. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Економічні науки*, 5(4), 19–21].
5. Naumenkova, S. V. (2013). Pidvyshchennia dostupnosti finansovykh posluh: aktualni pytannia rehuliatornoi praktyky [Improved availability of financial services: topical issues of regulatory practice]. *Finansy Ukrainy*, 10, 20–33 (in Ukrainian) [Науменкова, С. В. (2013). Підвищення доступності фінансових послуг: актуальні питання регуляторної практики. *Фінанси України*, 10, 20–33].
6. Naumenkova, S. V. (2014). Finansova inkluzyvnist ta problemy zabezpechennia dostupu naseleunia do bazovykh finansovykh posluh v Ukraini [Financial inclusivity and problems of ensuring of the population's access to basic financial services in Ukraine]. *Visnyk Natsionalnoho banku Ukrainy*, 11, 31–37 (in Ukrainian) [Науменкова, С. В. (2014). Фінансова інклюзивність та проблеми забезпечення доступу населення до базових фінансових послуг в Україні. *Вісник Національного банку України*, 11, 31–37].
7. Hlushchenko, O. (2011). Vektory rozvytku instytutsiinoi arkhitektury rynku finansovykh posluh Ukrainy [Vectors of development of institutional architecture of market of financial services of Ukraine]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V. N. Karazina. Ekonomichna seriia*, 961, 136–142 (in Ukrainian) [Глущенко, О. (2011). Вектори розвитку інституційної архітектури ринку фінансових послуг України. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Економічна серія*, 961, 136–142].

8. Hlushchenko, O. V. (2012). *Instytutsiina dynamika sektoru depozytynykh korporatsii* [Institutional dynamics of deposit-taking corporations sector]. *Ekonomika ta derzhava*, 6, 26–30 (in Ukrainian) [Глущенко, О. В. (2012). Інституційна динаміка сектору депозитних корпорацій. *Економіка та держава*, 6, 26–30].
9. Hlushchenko, O. V. (2017). *Instytutsiine zabezpechennia finansovoi infrastruktury: shliakhy zmeshennia urazlyvosti* [Institutional support of financial infrastructure: ways to reduce fragility]. *Ekonomika ta derzhava*, 5, 44–49 (in Ukrainian) [Глущенко, О. В. (2017). Інституційне забезпечення фінансової інфраструктури: шляхи зменшення уразливості. *Економіка та держава*, 5, 44–49].
10. Pro finansovyi lizynh [About financial leasing] (Ukraine), 6 December 1997, No 723/97. Retrieved August 1, 2017, from <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/723/97-%D0%B2%D1%80> (in Ukrainian) [Про фінансовий лізинг (Україна), 6 грудня 1997, № 723/97. Актуально на 01.08.2017. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/723/97-%D0%B2%D1%80>].
11. Natsionalna komisiia, shcho zdiisniue derzhavne rehuliuвання u sferi rynkiv finansovykh posluh. (2017). *Informatsiia pro stan i rozvytok finansovykh kompanii, lizynhodavtsiv ta lombardiv Ukrainy* [Information on the state and development of financial companies, lessors and pawnshops of Ukraine]. Retrieved August 1, 2017, from <https://nfp.gov.ua/content/stan-i-rozvitok-finansovih.html> (in Ukrainian) [Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сфері ринків фінансових послуг. (2017). *Інформація про стан і розвиток фінансових компаній, лізингодавців та ломбардів України*. Актуально на 01.08.2017. URL: <https://nfp.gov.ua/content/stan-i-rozvitok-finansovih.html>].
12. Pro zatverdzhennia litsenziynykh umov provadzhennia hospodarskoi diialnosti z nadannia finansovykh posluh (krim profesiinnoi diialnosti na rynku tsinnykh paperiv) [On approval of Licensing conditions for the conduct of economic activities for the provision of financial services (except for professional activities in the securities market)] (Ukraine), 7 December 2016, No 913. Retrieved August 1, 2017, from <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/913-2016-%D0%BF> (in Ukrainian) [Про затвердження Ліцензійних умов провадження господарської діяльності з надання фінансових послуг (крім професійної діяльності на ринку цінних паперів) (Україна), 7 грудня 2016, № 913. Актуально на 01.08.2017. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/913-2016-%D0%BF>].

# Effects of Acid Treatment on the SEM-EDX Characteristics of Kaolin Clay

Shehu Yahaya<sup>1,2</sup>, Suzi Salwah Jikan<sup>1</sup>, Nur Azam Badarulzaman<sup>1</sup>, Ajiya Dahiru Adamu<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> *Universiti Tun Hussein Onn Malaysia*

101 Beg Berkunci, Parit Raja, Batu Pahat, Johor, 86400, Malaysia

<sup>2</sup> *Niger State Polytechnic*

Along Zungeru / Wushishi / Bida Road, P. M. B. 01, Zungeru, Nigeria

<sup>3</sup> *Abubakar Tafawa Balewa University*

Tawafa Belewa Way, P. M. B. 0248, Bauchi, 740272, Nigeria

DOI: 10.22178/pos.26-6

LCC Subject Category: QD1-999

Received 15.08.2017

Accepted 20.09.2017

Published online 23.09.2017

Corresponding Author: Shehu Yahaya

[yashe46@yahoo.com](mailto:yashe46@yahoo.com)

© 2017 The Authors. This article is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 

**Abstract.** Raw kaolin was refluxed by sulphuric acid in variable concentrations of 2 M, 4 M, 6 M and 8 M. The morphology and elemental compositions of the acid-leached kaolin were analysed by Field Scanning Electron Microscopy (FESEM) and Energy Dispersive X-ray analysis (EDX) respectively. The disintegration and leaching of  $Al^{3+}$  ions of the clay are determined by FESEM studies. The acid treatment increases the silicon content and decreases aluminium content as revealed by EDX analysis. The leaching of  $Al^{3+}$  ions increases with gradual increase in concentration of the acid. Therefore, kaolin reflux with acid at lower strength (2 M and 4 M) are more dispersed and more industrially useful than that which is treated at higher acid strength.

**Keywords:** kaolin; morphology; acid treatment; FESEM, EDX.

## INTRODUCTION

Kaolin is an inorganic aluminosilicate clay mineral with natural flaky shape [1]. The general chemical formula is articulated as  $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ . The basal ( $d_{001}$ ) spacing of kaolin is (7 Å). Kaolin has a crystal structure composed 1:1 type of a two-layer structure established by an angle sharing  $[SiO_4]$  tetrahedral layer and an edge sharing  $[AlO_6]$  octahedral layer [2, 3]. The water molecule separates each of these two layers by a monolayer. Kaolin has a versatile range of applications in industrial sectors; predominantly as paper filler, in formulation of medicine, coating pigment, cosmetics, main component of ceramics, extender in water based paints and ink, as a filler for rubber and other polymeric materials [4].

Report from Department of Mineral and Geoscience, Malaysia; proclaimed that substantial reserves of kaolin are discovered throughout Malaysia. Additionally, reports by Joint Meteorological Group (JMG), mentioned that the country possess about 112 million tonnes of kaolin reserves found in the states of Perak, Johore, Kelantan, Se-

langor, Pahang and Sarawak. Seventeen other active kaolin mines operating during the year mostly located in the Bidor/Tapah district in Perak. Production of kaolin in 2015 was 261,574 tonnes value at RM 24.85 million. For the purpose of the means of obtaining hopeful and attractive venture processes; kaolin can be used as additives in manufacture of polymer nanocomposites [5].

The surface properties of clay determines their industrial application [6]. Numerous techniques have been proposed to enhance the surface properties of clay materials, comprising intercalation [7], chemical activation [8] mechanochemical activation [9, 10] and thermo-chemical treatment [11]. Equally as the chemical activation technique has been established, acid treatment is an effective method to develop the functioning of clay minerals [3]. Normally, acid treatment causes delamination/disaggregation of clay particles, removal of mineral impurities, and disintegration of the external layers. When these happens, clay minerals structure become damaged, initiated an increase in surface area, BET surface area, surface activity and pore volume [6, 12].

Several research works on the acid treatment of kaolin has been carried out. Studies by [13] use meta-kaolin to formulate mesoporous catalysts through acid treatment. The study of the effect of acid and alkaline activation on kaolin was also carried out by [14] and established that 6 M HCl activated under reflux states for 6 h will eliminate roughly 90 % of the octahedral  $Al^{3+}$  cations, followed by amorphous silica with greater surface area [14]. Authors [6] deliberates on the effect of treatment of kaolin with sulphuric acid on its physico-chemical characteristic, advocated that acid treatment is a suitable process for manufacturing porous and surface active materials with greater surface area.

In this study, we analytically investigate the effects of acid treatment of kaolin by sulphuric acid on its morphology and elemental composition. The effects on the morphology and elemental composition of kaolin were appraised by means of SEM and EDX analyses. Kaolin crystal structure was partly destroyed, however, serious chemical leaching was improved by acid treatment.

## MATERIALS AND METHODS

Powdered form of kaolin used for this study was obtained from Kaolin (Malaysia) Sdn. Bhd. The raw kaolin was sieved to particle size of 45  $\mu m$ . Sigma Aldrich supplied the sulphuric acid used; a Colourless viscous liquid with formula weight 98.08 g/mol and purity 99.999 %. Before acid activation, kaolin powder was dried in an oven for 24 hrs at 65 °C and subsequently sieved to 45 micron size. Activation was carried out by adding 10 g of kaolin sample to 100 ml of sulphuric acid in a 250 ml dry beaker [15]. The resulting solution was heated with vigorous magnetic stirring and refluxing on hot plate at temperatures 80 °C. Variable acid concentrations of 2 M, 4 M, 6 M and 8 mol/dm<sup>3</sup> sulphuric acid was used to repeat the activation process. The acid and kaolin were separated from the residual slurry by use of beaker and funnel. The neutral point was achieved with pH indicator after washing the residual kaolin with distilled water. Drying of the kaolin residues was carried out for 4 hrs in an oven at 80 °C [5, 16]. To obtain the initial size of 45 microns; dried samples were grounded and sieved. Samples were designated N-0, N-2, N-4, N-6 and N-8, where the numbers represents the acid concentrations.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

### FESEM Analysis

Figure 1 shows the micrographs of kaolin particles by FESEM and EDX studies. Additive materials are more appropriately analysed on the nanometer scale by FESEM. In order to detect the elements present in the samples, Energy Dispersive X-ray analysis (EDX) was also carried out on the samples. The scanning electron micrographs of kaolin samples are presented in Figure 1.

Figure 1 (a) below shows particles of the layered silicate of untreated kaolin in form of books. This indicates that the particles are not fully dispersed into individual layers. The particles on acid treatment partially appeared as slices of paper with many sizes. In sample N-2, stacks of kaolin particles are quiet establish with slight distribution. N-4 has slight dispersion of the particles into filament, or plate-like fragments. Likewise, both N-6 and N-8 comprise of kaolin particle collected in form of agglomerates. Therefore N-6 and N-8 samples possibly will not be appropriate for dispersion into polymers. This report is in similar to the studies by [4].

### EDX Analysis

Figure 1 represents EDX images before and after acid treatment on kaolin and their corresponding spectra of five peaks. The major elements that are detected in kaolin are silicon and aluminium and little magnesium; as demonstrated in Table 1. The EDX peaks of the kaolin samples indicated that kaolin simply contain five elements namely Mg, Al, Si, K, Fe and the contents are 1.06 %, 36.11 %, 50.37 %, 8.49 %, 3.97 % respectively. The EDX analysis result shows de-alumination; hence as silicon content continued to increase correspondently with greater acid concentration, the aluminium content decreases. However, aluminium content continues to decline proportionally to acid content; except for sample N-4 which could not correlate with de-alumination activity of the kaolin leaching. This report is in agreement with [17]. The summary of EDX result is represented in Table 1.

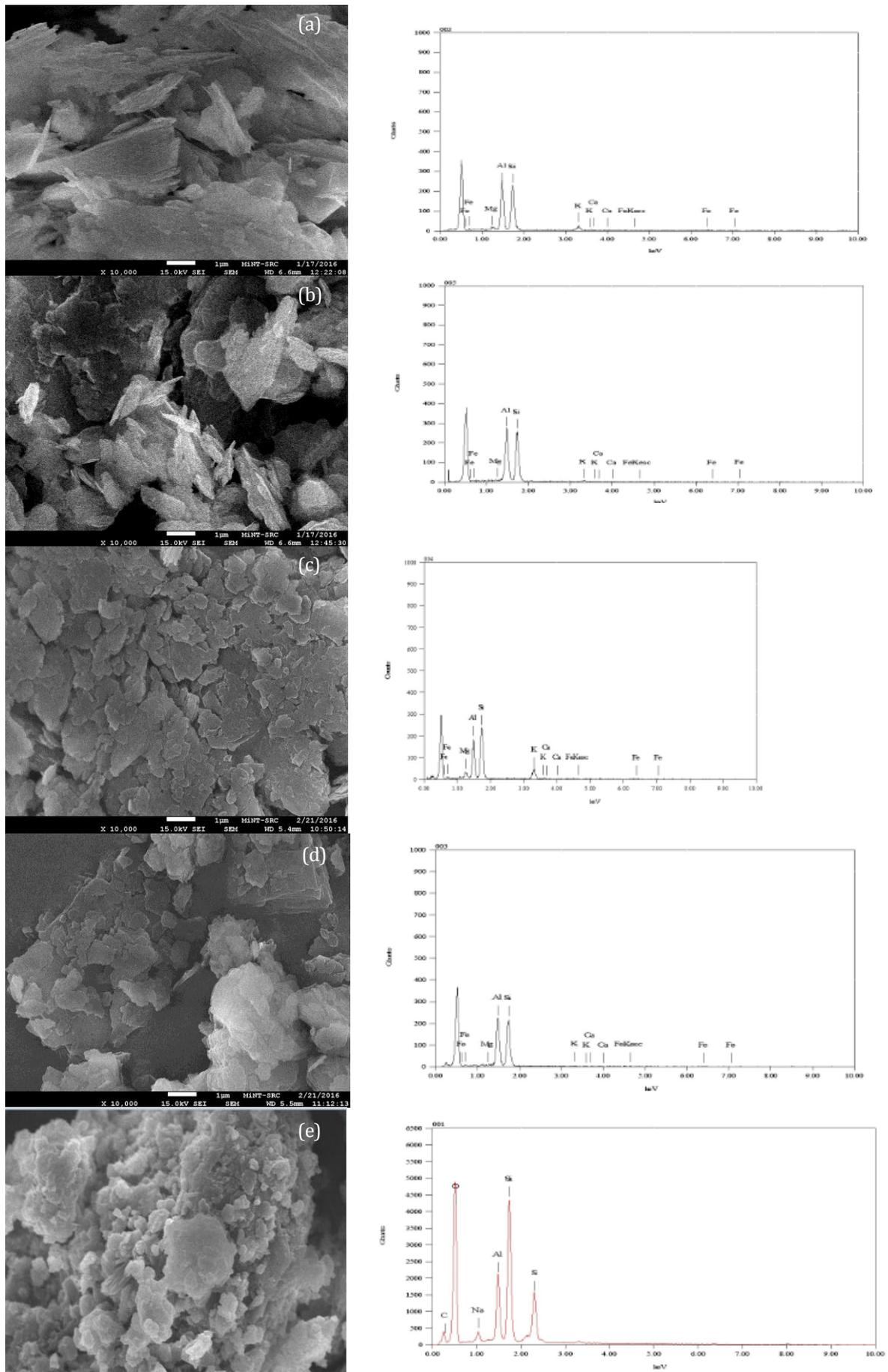


Figure 1 – FESEM and EDX of untreated and treated kaolin at different H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrations

Notes: (a) N-0; (b) N-2; (c) N-4; (d) N-6; (e) N-8.

Table 1 – EDX of kaolin samples before and after acid treatment

Sample	Composition (W/%)					
	Mg, K	Al, K	Si, K	K, K	Ca, K	Fe, K
N-0	1.06	40.05	50.37	8.49	-	3.97
N-2	0.17	36.11	57.53	1.51	0.14	1.40
N-4	3.98	39.25	50.52	7.84	-	-
N-6	-	38.51	58.98	1.91	0.52	0.08
N-8	0.13	17.66	59.78	1.36	0.32	2.15

## CONCLUSION

In this research, changes in morphological and elemental composition due to effect of acid treatment on kaolin has been determined. The leaching and fragmentation of the kaolin layers

through acidification at various acid concentration has been revealed by FESEM studies. Increase in acid strength leads to increase in disintegration of clay sheets. However, higher concentration leads to agglomeration of the kaolin particles. Silicon and Aluminium are the two major elements identified by EDX analysis. EDX also indicated that, as the acid strength increases, silicon content increases progressively while aluminium content decreases.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This study was sponsored by financial support of Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, (UTHM-ORICC) (Vote U303).

## REFERENCES

- Olaremu, G. (2015). Physico-Chemical Characterization of Akoko Mined Kaolin Clay. *Journal of Mineral and Materials Characterization and Engineering*, 3(5), 353–361. doi: [10.4236/jmmce.2015.35038](https://doi.org/10.4236/jmmce.2015.35038)
- Zhang, B., Pan, L., Zhang, H. -Y., Liu, S. -T., Ye, Y., Xia, M. -S., & Chen, X.-G. (2012). Effects of acid treatment on the physico-chemical and pore characteristics of halloysite. *Colloids Surfaces A Physicochemical and Engineering Aspects*, 396, 182–188. doi: [10.1016/j.colsurfa.2011.12.067](https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2011.12.067)
- Kumar, S., Panda, A. K., & Singh, R. K. (2013). Preparation and Characterization of Acids and Alkali Treated Kaolin Clay. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis*, 8(1), 61–69.
- Panda, K., Mishra, B. G., Mishra, D. K., & Singh, R. K. (2010). Effect of sulphuric acid treatment on the physico-chemical characteristics of kaolin clay. *Colloids Surfaces A Physicochemical and Engineering Aspects*, 363(1–3), 98–104. doi: [10.1016/j.colsurfa.2010.04.022](https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2010.04.022)
- Trabelsi, W., & Tlili, A. (2017). Phosphoric acid purification through different raw and activated clay materials (Southern Tunisia). *Journal of African Earth Sciences*, 129, 647–658. doi: [10.1016/j.jafrearsci.2017.02.008](https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2017.02.008)
- Yang, N., Zhang, Z.-C., Ma, N., Liu, H.-L., Zhan, X.-Q., Li, B., ... Shi, D. (2017). Effect of surface modified kaolin on properties of polypropylene grafted maleic anhydride. *Results in Physics*, 7, 969–974. doi: [10.1016/j.rinp.2017.02.030](https://doi.org/10.1016/j.rinp.2017.02.030)
- Valášková, M., Rieder, M., Matějka, V., Čapková, P., & Slíva, A. (2007). Exfoliation/delamination of kaolinite by low-temperature washing of kaolinite-urea intercalates. *Applied Clay Science*, 35(1–2), 108–118. doi: [10.1016/j.clay.2006.07.001](https://doi.org/10.1016/j.clay.2006.07.001)
- Valášková, M., Martynková, G. M., & Matějka, M. (2007). Chemically activated kaolinites after de-intercalation of formamide. *Ceramics*, 51(1), 24–29.
- Horváth, E., Frost, R. L., Makó, É., Kristóf, J., & Cseh, T. (2003). Thermal treatment of mechanochemically activated kaolinite. *Thermochimica Acta*, 404(1–2), 227–234. doi: [10.1016/S0040-6031\(03\)00184-9](https://doi.org/10.1016/S0040-6031(03)00184-9)
- Jikan, S. S., Badarulzaman, N. A., Yahaya, S., & Adamu, A. D. (2017). Delamination of Kaolinite by Intercalation of Urea Using Milling. *Materials Science Forum*, 888, 136–140. doi: [10.4028/www.scientific.net/msf.888.136](https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.888.136)

11. Zykova, J., Kalendova, A., Matejka, V., Zadraba, P., & Malac, J. (2010). [Influence of kaolinite modification on the PVC composites properties](#). In *Advance in sensors, signals and materials*, November , 3–5 (pp. 30–34). Faro: n. d.
12. Tang, W., Song, L., Zhang, S., Li, H., Sun, J., & Gu, X. (2016). Preparation of thiourea-intercalated kaolinite and its influence on thermostability and flammability of polypropylene composite. *Journal of Materials Science*, 52(1), 208–217. doi: [10.1007/s10853-016-0323-8](#)
13. Lenarda, M., Storaro, L., Talon, A., Moretti, E., & Riello, P. (2007). Solid acid catalysts from clays: Preparation of mesoporous catalysts by chemical activation of metakaolin under acid conditions. *Journal of Colloid and Interface Science*, 311(2), 537–543. doi: [10.1016/j.jcis.2007.03.015](#)
14. Belver, C., Bañares Muñoz, M. A., & Vicente, M. A. (2002). Chemical Activation of a Kaolinite under Acid and Alkaline Conditions. *Chemistry of Materials*, 14(5), 2033–2043. doi: [10.1021/cm0111736](#)
15. Woumfo, D., Kamga, R., Figueras, F., & Njopwouo, D. (2007). Acid activation and bleaching capacity of some Cameroonian smectite soil clays. *Applied Clay Science*, 37(1–2), 149–156. doi: [10.1016/j.clay.2006.12.008](#)
16. Srasra, E., & Trabelsi-Ayedi, M. (2000). Textural properties of acid activated glauconite. *Applied Clay Science*, 17(1–2), 71–84. doi: [10.1016/s0169-1317\(00\)00008-9](#)
17. Sengupta, P., Saikia, P., & Borthakur, P. C. (2008). [SEM-EDX characterization of an iron-rich kaolinite clay](#). *Journal of Scientific & Industrial Research*, 67, 812–818.

# Proposed Competency Model for Technical and Vocational Education and Training (TVET) Lecturers Teaching in Technical Colleges, Bauchi State in Perspective

Mohammed Adamu Hamisu<sup>1</sup>, Kahirol Mohd Salleh<sup>2</sup>, Lai Chee Sern<sup>2</sup>,  
Babayo Yakubu Adamu<sup>1</sup>, Kulu Gambo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Abubakar Tatari Ali Polytechnic Bauchi*

*Amadu Bello Way, Bauchi Town, P. M. B. 0094, Bauchi State, Nigeria*

<sup>2</sup> *Universiti Tun Hussein Onn Malaysia*

*101 Beg Berkunci, Parit Raja, Batu Pahat, Johor, 86400, Malaysia*

DOI: 10.22178/pos.26-7

LCC Subject Category:  
LB1805-2151

Received 15.08.2017

Accepted 20.09.2017

Published online 27.09.2017

Corresponding Author:

Mohammed Adamu Hamisu

[mohamsfulani2000@gmail.com](mailto:mohamsfulani2000@gmail.com)

© 2017 The Authors. This article is  
licensed under a [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)  
Attribution 4.0 License 

**Abstract.** Countless issues have been taking place in tertiary institutions including technical colleges of Bauchi State, which give rise to the need for continuous learning and updating competencies of lecturers teaching in technical colleges of all ages. The purpose of this paper is to propose the competency model of TVET lecturers by investigating the competency needs in technical colleges of Bauchi State. Primary data were collected using questionnaires to reveal the perceptions of thirty TVET lecturers based on their competency needs in three categories of technical colleges in Bauchi State. The result shows that the TVET lecturers perceived all the twenty-five competencies as important and the findings also show the accepted Cronbach's Alpha. The paper concerns on only TVET lecturers perceptions on competency needs in their respective colleges. The paper provides an important pilot analysis on proposed competency model of TVET lecturers to enable further analysis in the area to be carried out.

**Keywords:** competency; TVET lecturers; technical colleges.

## INTRODUCTION

A lot of challenges have been taking place in the global academic arena including technical colleges of Bauchi State, which resulted in the need for continuous learning and updating competencies of lecturers across all ages [24]. Therefore, the technical colleges of Bauchi State need to have competent TVET lecturers teaching in technical colleges by ensuring effective education, training and preparation are in place. In order to be among the world players, colleges need to provide competent lecturers with new advance skills so that to meet the challenges of real time in their respective colleges [31]. However, Lack of competency in technical colleges can bring more challenges which required new ways to accomplish competence and employability [32]. It is more valuable for lecturers to develop and improve their workability, capability and skills thoroughly especially for TVET lecturers [4].

Subsequently, competency comprises required ability, skills, knowledge, attitude or behaviour possessed by employee in order to perform a task effectively and efficiently [6].

Not much has been done to re-examine the determinants for the delivery of the TVET policy in Bauchi State. This has left the challenges unattended to, such as poor recognition from members of the societies, outdated instructional facilities for teaching, lack of good linkages with industries, inadequate financing, lack of staff, and the worst among others is the shortage in terms of quality delivery which make the prospect of development even more difficult [21, 22, 23].

In view of the above, a capacity of lecturers teaching in technical colleges is a critical factor in the TVET delivery. While much has been said about funding, infrastructure, instructional materials and other equipment, but there is insufficient investigation on the competencies of TVET lecturers teaching in technical colleges of Bauchi

State. In other words very little or no research was found in the literature on issues of competencies of TVET lecturers teaching in technical colleges of Bauchi State. Thus, the purpose of this research is to investigate the competency needs of TVET lecturers teaching in technical colleges and to propose the needed competency model for TVET lecturers teaching in technical colleges of Bauchi State.

The main objectives of this research are as follows: 1) To determine the TVET lecturers' perception on competency needs in teaching technical colleges in Bauchi State; 2) To propose the needed competency model for TVET lecturers teaching in technical colleges of Bauchi State.

## REVIEW OF LITERATURE

### Technical and Vocational Education and Training (TVET) Lecturer

The word lecturer or teacher both in general education and in TVET are the backbone of education and training system. Therefore, TVET lecturers can be consider as the tool or instrument of preparing citizen to be responsible in life. The TVET lecturer or teacher programme is offered in technical colleges. Students who enrolled in these programme are prepared in different areas of studies in TVET which is aimed at producing competent TVET lecturers or teachers in the schools after graduation from their respective colleges [35].

The curriculum of TVET is based on a career title which plays a significant role in producing skilled and semi-skilled manpower in the world of work [16]. Therefore, TVET lecturers teaching in technical colleges plays a vital role in the development of the nation because they are committed toward the development of people by orientating individuals into the world of work, helping them to acquire employable skills, encouraging them not to remain idle in order to reduce the volume of poverty in the society. However, the needs for the Government to invest in education by providing all the necessary needs of TVET lecturers teaching in technical colleges and to ensure students learn when they go to school in order to achieve the desired objective of producing well competent and motivated lecturers [23].

Indeed, the prospect of competent TVET lecturers will bring about the needed manpower development in related field of science and technology and it will advance the career opportuni-

ties by producing competent lecturers who will develop great dynamic economic growth and development [20]. Therefore, it could then be argued that the competent TVET lecturer means a TVET lecturer with sufficiency of skills, knowledge, attitude or behaviour. By extension these attributes can be regarded as competency.

### An Overview on Competency Model Perceived from Workplace

The word competency come from Latin word *competere* which literally means competent, competence or expertise that means individual to have quality or physical and intellectual qualification in carrying out specific task or job [32]. Therefore, competency is the ability and capability of TVET lecturer teaching in technical colleges to possess required knowledge, skills and attitude in order to perform a task assign to him/her. Competency was popularized first by [15] and it was adapted by different researchers in different fields of studies giving it different perceptions or meanings in their fields based on the context in which it was applied [32].

For more than three decades, the term 'Competency' is defined by different researchers with different perceptions and perspectives and in different ways. Based on the definitions given by different researchers, this will help the reader to comprehend and also to see the perception of the researcher is similarly the same with that of other researchers. They defined competency in their own research. According to [18] defined competency as a centre for knowledge or skills that is so vital in producing key outputs. R. Boyatzis [6] viewed competency as the capability and ability of individual skills, knowledge and behaviour to complete the task assigned to them. While [28] defined competency as a combination of component of skills and knowledge required by workers in order to perform their job effectively and efficiently. Researchers [38] on the other hand, posit that competency comprises a collection of skills, knowledge and behaviour that are practice for self-development. Therefore, competency is the ability of TVET lecturer teaching in technical colleges to be capably, competently and adequately in possession of required skills and knowledge, behaviour and abilities that can successfully performed serious task or job as required in the defined setting.

Furthermore, the word competency was firstly discussed and assessed by [17] in the early 1970,

as a significant forecasters of employee performance and success which is relatively important as a person's academic ability and knowledge as indicated by examination or test results or scores. The person that conducted the first research on competency and came out with the human resource development (HRD) model for American society for training and development (ASTD) opined that competency is an area of skills and knowledge that is so vital for making or producing key output [18]. Although, ASTD argued that Walker and Pinto were the first to conduct HRD competency study in 1978. Similarly [3] posited that Walker and Pinto carried out a study called "A study of professional training and development roles and competencies" that was first sponsored and published by ASTD in 1978 from then competencies became one of the main apparatus applied in measuring, examining or evaluating workers performance in the real world of work situations or environments especially in HRD [9]. However, HRD is the way forward to organisations in order to address the development of workplace competencies [8].

Recently, competencies have become primary source of institutions in terms of evaluating the employee's skills and abilities. It has become one of the review instrument of measuring and evaluating proficiency in soft and hard skills of workers [8]. However, competencies of workers are very vital instrument in determining institutional development and it has been proven to be an instrument to improve TVET lecturers and institutional performance that concentrate on individual's performance [30]. Moreover, the performance of persons, individuals or lecturers are more related to the workplace performance while doing job or task assign to them [32]. Nevertheless, competency needs to be look into as something that represents the entire performance of institution and it's not only concentrate on the organisational performance but is also with the individual performance [19]. However, the individuals or organisations need to be evaluated and modified [32]. Therefore, organisations can be a workplace, tertiary institutions or technical college where the individuals or TVET lecturers work in order to earn their living. Generally, there are two types of competencies, individual and organisational competencies.

### Individual competencies

Individual competency basically is more related to the features of individual which she or he can

be trained, instructed, conditioned, indoctrinated, taught and contribute to workplace activities [14]. Therefore, it is important to know that some of the aspects of competency are knowledge, attitude and skills that are matched to solve certain assignment for TVET lecturers in the institutions. Similarly, authors [25] demonstrate that competencies shows person's occupational or professional competence. According to [27, 7] there are competencies that are required for all workers or TVET lecturers which include knowledge, ability and skills as well as core skills. Therefore, any individual that possess the aforementioned competencies may definitely end up applying such competencies in the workplace, institutions or organisations. However, this research will only concentrate or emphasize on organisational competencies.

### Organisational Competencies

Organisational competencies are those features of organisations that bring about the quality in the world of work [14]. The main aim of competencies in organisations is to authenticate the skills levels of workers in order to recognize new combination of skills and knowledge that need to be transferred to the workplace. Hence organisations necessitates higher competency levels of skills and knowledge that can easily respond to the specific requirements within the professional practices [33]. Therefore, the purpose of organisation or institution is to apply competency in order to facilitate the process of assessing the suitability and expertise of its employees or lecturers in completing the task assigned to them. The constructs of this study can be categorized into three namely: organisational competencies, thinking competencies and application competencies [29].

### Organisational Competencies as main competencies

Organisational Competencies can be categorized into ten such as identification of Critical Business Issues, Communication, Group Dynamics, Work Environment Analysis, Goal Implementation, Buy-in/ Advocacy, Consulting, Negotiating/ Contracting, Systems Thinking, Visioning.

### Thinking Competencies

Thinking competencies are also more related to knowledge and skills [28]. They still maintained that it is the combination of skills and knowledge

that help workers to perform their duties effectively and efficiently in organisation. Therefore, thinking competencies are the most effective in terms of supporting long term plans in regards to the worker’s career development process and professionalism in an organisation. Thinking competencies can also help workers to create, develop, initiate, process and generate good ideas or approach that can shape the organisation [29]. Thinking competencies can be categorized as Workplace performance, learning strategies and intervention evaluation, Competency identification, Facilitation, Standard identification, Questioning, Model building, Analytical thinking and Leadership [29].

**Application Competencies**

Application competencies as the name implies is more or less about behaviours and attitudes of individual workers that can be applied in the workplace. These competencies will help the individual workers to realize and understand the needed attitude, values, morale and behaviour required by them to apply in the organisation [29]. Similarly, authors [36] posited that a set of competencies which are more related to behaviour and attitude of workers can easily influence the main aspect of job in organisation by applying such competencies. The application competencies can be categorized as: staff selection, theory and application, training theory and application, feedback, reward system theory and application, organisational development theory and application, career development theory and application and process consultation [29].

**Application of Malaysian Human Resource Development Practitioners (MHRDP) Competency Model for Workplace Learning and Performance in Technical Colleges of Bauchi State**

There is needs for technical colleges to improve the strength of TVET lecturer’s competencies. This can be accomplished by adopting and adapting the MHRDP competency model developed by [29]. Although the MHRDP competency model for workplace learning and performance (WPL) is a product of ASTD for WPL that have been in existence for so many years and it has 52 different indicators of competencies developed by [27]. The competency model has been shown to undergo several reviews over the years since its development [10].

Many institutions are adopting and adapting competency model in order to develop and achieve their needs and goals [2]. Therefore, the model also needs to work in line with the technical colleges policies and vision because it will test the TVET lecturers competencies and it will be used as platform for the technical colleges to realize the best plan for current and future development of the TVET lecturers. Devoting to improve the competency level is one of the most powerful ways to prove to the lecturers that they are honourably valued, respected and trusted [5].

**Conceptual framework**

Figure 1 present the proposed conceptual framework of this research which is adapted from [29] based on the Malaysian Human Resource Development Practitioners (MHRDP) Competency Model for Work Place Learning and performance (WLP).

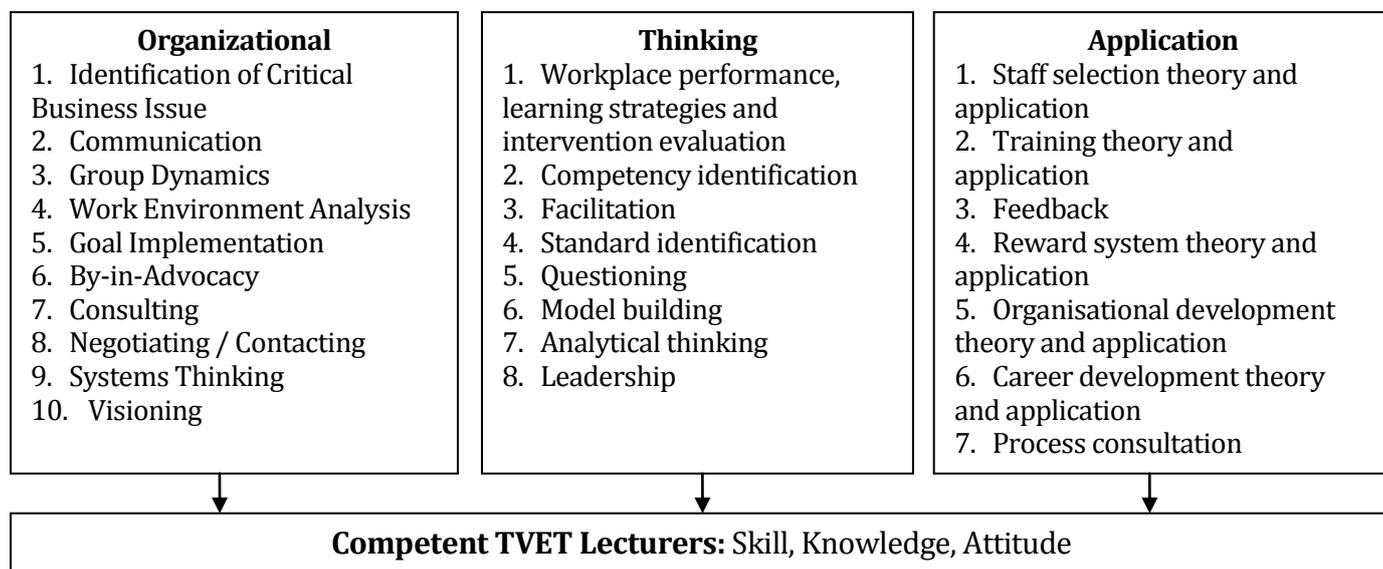


Figure 1 – Propose Conceptual Framework; adapted from [29]

The original MHRDP model contains twenty five indicators of competencies which were classified into three groups of competency which are main competencies, sub competencies 1 and sub competencies 2. The aim of this conceptual framework is to propose and describe the recent direc-

tion of TVET lecturers teaching in technical colleges by investigate the suitable items of competencies which are related to the technical colleges based on this groupings. Table 1 below shows the items of competencies.

Table 1 – Three Competency Groups and Associated competencies

Competency Group	Competency Description	Source
Organisational Competency	Identification of Critical Business Issue Communication Group Dynamics Work Environment Analysis Goal Implementation Buy-in-Advocacy Consulting Negotiating/ Contracting Systems Thinking Visioning	8, 14, 19, 27, 29
Thinking Competency	Workplace performance, learning strategies and intervention evaluation Competency identification Facilitation Standard identification Questioning Model building Analytical thinking Leadership	27, 28, 29, 33
Application Competency	Staff selection theory and application Training theory and application Feedback Reward system theory and application Organisational development theory and application Career development theory and application Process consultation	27, 29, 36

The propose conceptual framework of this study show the relationship between the main competencies group and sub competencies groups thus, organisational competencies as main, thinking competencies and application competencies as sub competencies 1 and 2. The three groups of competencies can be regarded as the combination of skills, knowledge and attitude or behaviour to be acquired by TVET lecturers teaching in technical colleges of Bauchi State in order to produce competent TVET lecturers in technical colleges.

## MATERIAL AND METHOD

This research is purely quantitative and survey strategy was used, one of the most significant in-

strument to be use in such a research is questionnaire, it is a widely used instrument for data collection in survey strategy [20]. Therefore, questionnaire instrument was used in this study which consist of personal and demographic details of respondents which is filled and returned to the researcher [1].

The sample of this research is 30 TVET lecturers teaching in technical colleges of Bauchi State (University, Polytechnics and College Education) as the respondents because the minimum number of instrument to conduct a pilot study is 30 [12]. The stratified sampling technique has been used. The position of the respondents participated in the survey 1 Dean, 2 Head of section, 3 Programme Coordinators, 8 Head of Department and 16 Lecturers. Similarly, educational qualification of the respondents are 3 Doctoral, 9 Bache-

lors and 18 Master's degree respectively. The ages ranging from 26 to 65 years and out of which 5 Female and 25 Male.

### Expert validation for instrument

The draft of the instrument was sent to the four experts (two experts from the University, one from Polytechnic and the other one from College of Education) in order to assess the content validity of the instrument and its appropriateness in

the contest of the problems under examination. The instruments were with experts for a good one month and they made all the necessary observations and corrections which has been well noted and corrected.

### RESULT AND DISCUSSION

Reliability of pilot test results shows in the Table 2.

Table 2 – Reliability of pilot test results

Code	Label	Cronbach's Alpha if item deleted	Scale's Cronbach's Alpha
COM1	Skill	.518*	.612
COM2	Knowledge	.330*	
COM3	Attitude	.433*	
ORG1	Critical	.698	.722
ORG2	Communication	.723	
ORG3	Group dynamics	.736	
ORG4	Work environment	.726	
ORG5	Goal implementation	.714	
ORG6	Buy in	.641	
ORG7	Consulting	.679	
ORG8	Negotiating	.710	
ORG9	System thinking	.635	
ORG10	Visioning	.712	
THI1	Workplace	.603	.670
THI2	Competency identification	.620	
THI3	Facilitation	.671	
THI4	Standard identification	.669	
THI5	Questioning	.673	
THI6	Model building	.605	
THI7	Analytical thinking	.640	
THI8	Leadership	.625	
APP1	Staff selection	.692	.696
APP2	Training theory	.663	
APP3	Feedback	.716	
APP4	Reward system	.669	
APP5	Institutional development	.613	
APP6	Career development	.602	
APP7	Process consultation	.656	

Notes: values with \* is Corrected Item-Total Correlation

The consistency of the questionnaire scales were tested using the Cronbach's Alpha method. The recommended threshold for scale reliability is 0.70 and above. Although 0.60 can also be regarded as acceptable when the research is at its

exploratory stage. Moreover, another vital statistics usually examined is the corrected item-total correlation. This measures the internal consistency of the scale and value of 0.30 and above is recommended [13].

Table 1 shows the result of the reliability analysis. The reported Scale's Cronbach's Alphas indicated that all the scales are reliable. The Organisational Competencies reported the highest alpha value ( $\alpha = 0.722$ ) with Cronbach's Alpha if item deleted ranging from 0.635 to 0.736. The next highest alpha values are Thinking Competencies ( $\alpha = 0.696$ ), with Cronbach's Alpha if item deleted ranging from 0.602 to 0.716. Application Competencies ( $\alpha = 0.670$ ) with Cronbach's Alpha if item deleted ranging from 0.603 to 0.673, and the TVET teachers Competencies ( $\alpha = 0.612$ ) with corrected item-total correlations ranging from 0.330\* to 0.518\*. The Cronbach's Alpha if item deleted in respect of these scales range from 0.670 to 0.722, related to SPA and IB respectively. The reported alpha values and the corrected item-total correlations of the scales also

satisfy the acceptable threshold of 0.70 or 0.60 and 0.30 respectively. Therefore, it could be concluded that the questionnaire scales are reliable and could be useful in measuring what it is intended to measure.

## CONCLUSION

The proposed competency model for TVET lecturers teaching in technical colleges of Bauchi State in perspective in this paper is now presented. Therefore, it could be concluded that the questionnaire scales are reliable and could be useful in measuring what it is intended to measure. This paper is limited to only publish articles that were accessible during this work. However, this established the limitation of this work and therefore the interpretation of this model.

## REFERENCES

1. Agrawal, T. (2013). *Vocational education and training programs (VET): An Asian perspective*. *Asia-Pacific Journal of Cooperative Education*, 14(1), 15–26.
2. Berge, Z., de Verneil, M., Berge, N., Davis, L., & Smith, D. (2002). The increasing scope of training and development competency. *Benchmarking: An International Journal*, 9(1), 43–61. doi: [10.1108/14635770210418579](https://doi.org/10.1108/14635770210418579)
3. Bernthal, P. R. (2004). *ASTD 2004 competency study: Mapping the Future*. Alexandria: American Society for Training & Development.
4. Billett, S. (2001). *Learning in the workplace: Strategies for effective practice*. Crows Nest: Allen & Unwin.
5. Black, D. A. (2001). Creating strategic plans with the power to win. *Strategy & Leadership*, 29(1), 27–32. doi: [10.1108/10878570110367150](https://doi.org/10.1108/10878570110367150)
6. Boyatzis, R. E. (2008). Competencies in the 21st century. *Journal of Management Development*, 27(1), 5–12. doi: [10.1108/02621710810840730](https://doi.org/10.1108/02621710810840730)
7. Buntat, Y., Saleh, N. M., Musban, M., Musta'amal@Jamal, A. H., Saud, M. S., & Nor, F. M. (2013). Competency-Based Education: A Case of Akademi Binaan Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 93, 1536–1540. doi: [10.1016/j.sbspro.2013.10.078](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.078)
8. Conlon, T. J. (2004). A review of informal learning literature, theory and implications for practice in developing global professional competence. *Journal of European Industrial Training*, 28(2/3/4), 283–295. doi: [10.1108/03090590410527663](https://doi.org/10.1108/03090590410527663)
9. Dean, P. J., Dean, M. R., & Rebalsky, R. M. (2008). Employee Perceptions of Workplace Factors That Will Most Improve Their Performance. *Performance Improvement Quarterly*, 9(2), 75–89. doi: [10.1111/j.1937-8327.1996.tb00721.x](https://doi.org/10.1111/j.1937-8327.1996.tb00721.x)
10. Dubois, D., & Rothwell, W. (2004). *Competency-Based Human Resource Management: Discover a New System for Unleashing the Productive Power of Exemplary Performers*. New York: Nicholas Brealey Publishing.
11. The Federal Republic of Nigeria. (2013). *National policy on education* (6th ed.). Lagos: NERDC.
12. Fink, A. (2014). *Conducting research literature reviews: From the Internet to Paper* (4th ed.). Los Angeles: Sage.

13. Fogg, C. D. (1999). *Implementing your strategic plan: How to turn " Intent" into effective action for sustainable change*. Washington DC: AMACOM.
14. Garavan, T. N., & McGuire, D. (2001). Competencies and workplace learning: some reflections on the rhetoric and the reality. *Journal of Workplace Learning*, 13(4), 144–164. doi: [10.1108/13665620110391097](https://doi.org/10.1108/13665620110391097)
15. Hamel, G., & Prahalad, C. K. (1990). *Corporate imagination and expeditionary marketing*. *Harvard Business Review*, 69(4), 81–92.
16. Hanimastura, H., Hairulliza M. J., Tengku, S. M., & Tengku, W. (2016). *Success factors for knowledge sharing among TVET instructors*. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 85(1), 12–20.
17. McClelland, D. C. (1998). Identifying Competencies with Behavioral-Event Interviews. *Psychological Science*, 9(5), 331–339. doi: [10.1111/1467-9280.00065](https://doi.org/10.1111/1467-9280.00065)
18. McLagan, P. (2002). *Change is everybody's business*. N. d.: Berrett-Koehler Publishers.
19. Morningstar, M. E., Kim, K.-H., & Clark, G. M. (2008). Evaluating a Transition Personnel Preparation Program: Identifying Transition Competencies of Practitioners. *Teacher Education and Special Education: The Journal of the Teacher Education Division of the Council for Exceptional Children*, 31(1), 47–58. doi: [10.1177/088840640803100105](https://doi.org/10.1177/088840640803100105)
20. Njati, C. (2016). *Planning and managing technical and vocational education in polytechnics: Priorities in training trends and prospects*. *International Journal of Humanities and Social Science Invention*, 5(4), 6–18.
21. Okoye, K. R. E., Okwelle, P. C., & Okoye, P. I. (2015). *Enhancement and innovation in higher education in Nigeria through technical vocational education and training (TVET) and entrepreneurship education*. *Advances in Social Sciences Research Journal*, 2(5), 166–174.
22. Okoye, K. R., & Isaac, M. O. (2015). *Enhancing technical and vocational education and training (TVET) in Nigeria for sustainable development: Competency based training approach*. *Journal of Education and Practice*, 6(29), 66–69.
23. Oni, C. S. (2007). Globalization and its implications for vocational education in Nigeria. *Essays in Education*, 21(1), 30–34.
24. Paloniemi, S. (2006). Experience, competence and workplace learning. *Journal of Workplace Learning*, 18(7/8), 439–450. doi: [10.1108/13665620610693006](https://doi.org/10.1108/13665620610693006)
25. Rodriguez, D., Patel, R., Bright, A., Gregory, D., & Gowing, M. K. (2002). Developing competency models to promote integrated human resource practices. *Human Resource Management*, 41(3), 309–324. doi: [10.1002/hrm.10043](https://doi.org/10.1002/hrm.10043)
26. Rothwell, W. J. (1996). *Beyond training and development: State-of-the-art strategies for enhancing performance*. New York: AMACOM.
27. Rothwell, W. J., Sanders, E. S., & Soper, J. G. (1999). *ASTD models for workplace learning and performance: Roles, competencies, and outputs*. Alexandria: American Society for Training and Development.
28. Rycus, J., & Hughes, R. (2000). *What is competency-based In-service training?* Retrieved from <http://www.narccw.com/TRAINet/Resource%20Paper%201.pdf>
29. Salleh, K. M. (2012). *Human resource development practitioners perspectives on competencies: An application of American Society for Training and Development (ASTD) Workplace Learning and Performance (WLP) competency model in Malaysia* (Doctoral dissertation). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10217/71571>
30. Salleh, K. M., & Sulaiman, N. L. (2013). *Malaysia leadership competencies: A model for effective performance*. *International Journal of Human Resource Management and Research*, 3(2), 63–70.

31. Salleh, K. M., Sulaiman, N. L., & Frederiksen, H. (2014). Comparison of teacher licensing between the united states of America and Malaysia: Implementation and practical implication. *Education Journal*, 3(3), 190–194.
32. Salleh, M. K., Lisa Sulaiman, N., & W. Gloeckner, G. (2015). The Development of Competency Model Perceived by Malaysian Human Resource Practitioners' Perspectives. *Asian Social Science*, 11(10). doi: [10.5539/ass.v11n10p175](https://doi.org/10.5539/ass.v11n10p175)
33. Sauber, M. H., McSurely, H. B., & Rao Tummala, V. M. (2008). Developing supply chain management program: a competency model. *Quality Assurance in Education*, 16(4), 375–391. doi: [10.1108/09684880810906517](https://doi.org/10.1108/09684880810906517)
34. Schulze, U., Gryl, I., & Kanwischer, D. (2014). Spatial citizenship: Creating a curriculum for teacher education. *GI\_Forum 2014 – Geospatial Innovation for Society*. doi: [10.1553/giscience2014s230](https://doi.org/10.1553/giscience2014s230)
35. Spöttl, G. (2009). Teacher education for TVET in Europe and Asia: The comprehensive requirements. *Journal of Technical Education and Training*, 1(1), 1–16.
36. Suhairom, N., Musta'amal, A. H., Amin, N. F. M., & Johari, N. K. A. (2014). The Development of Competency Model and Instrument for Competency Measurement: The Research Methods. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 152, 1300–1308. doi: [10.1016/j.sbspro.2014.09.367](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.09.367)
37. Sulaiman, N. L., Mohd Salleh, K., Mohamad, M. M., & Chee Sern, L. (2015). Technical and Vocational Education in Malaysia: Policy, Leadership, and Professional Growth on Malaysia Women. *Asian Social Science*, 11(24). doi: [10.5539/ass.v11n24p153](https://doi.org/10.5539/ass.v11n24p153)
38. Tripathi, K., & Agrawal, M. (2014). Competency based management in organization. *Global Journal of Finance and Management*, 6(4), 349–356.

# Основні освітні траєкторії формування професійно-мовленнєвої культури майбутніх фахівців фізичного виховання

## The Basic Educational Trajectories of Formation of the Speech Culture of Future Specialists of Physical Education

Галина Кондрацька<sup>1</sup>  
Halyna Kondratska

<sup>1</sup> *Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University*  
24 Ivan Franko Street, Drohobych, 82100, Ukraine

DOI: 10.22178/pos.26-9

LCC Subject Category:  
GV711, LC15

Received 02.09.2017  
Accepted 28.09.2017  
Published online  
30.09.2017

Corresponding Author:  
kondrgala73@gmail.com

© 2017 The Author. This article is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 License](#)



**Анотація.** У статті розкрито теоретичні і методичні засади формування професійно-мовленнєвої культури вчителів як багатофункціональної, зумовленої ціннісними установками проблеми, яка визначає пріоритетні сторони професійної діяльності фахівця фізичного виховання, безперервність їх формування, а також взаємозв'язок і взаємозумовленість етапів розвитку такого процесу. Показано основні освітні траєкторії формування професійно-мовленнєвої культури майбутніх фахівців фізичного виховання. Встановлено зв'язок між траєкторіями мови, мовлення, спілкування, комунікації й показано їхній вплив на професійне становлення фахівця фізичного виховання. Визначено, що професійно-мовленнєва культура майбутніх фахівців фізичного виховання є складовою комунікативної компетентності. Доведено дієвість окреслених траєкторій у становленні професійно-мовленнєвої культури майбутніх фахівців фізичного виховання.

**Ключові слова:** професійно-мовленнєва культура; фізичне виховання; вища освіта; комунікативна компетентність.

**Abstract.** The article exposes the theoretical and methodical principles of the formation of vocational and linguistic teacher's culture as determined by the value institutions, multi-functional problem, which defines the priority aspects of professional activity of physical education specialists, the continuity of its formation, as well as the interconnections and interconnected stages of the development of such process. The basic educational trajectories of formation of the speech culture of future specialists of physical education are shown. The connection between trajectories of language, speech, communication and their influence on the professional formation of a specialist of physical education are established. It is determined that speech culture of future specialists of physical education is a component of communicative competence. The efficacy of the above-mentioned trajectories in the development of vocal-speech culture of future leading specialists in physical education field has been proved.

**Keywords:** speech culture; physical education; higher education; communicative competence.

### ВСТУП

У зв'язку з розробкою та реалізацією державних освітніх програм «Фізичне виховання – здоров'я нації», «Освіта» постає проблема забезпечення загальноосвітніх, професійних і вищих навчальних закладів висококваліфікованим фахівцем фізичного виховання з високим рівнем професійно-мовленнєвої культури.

У цьому напрямі здійснюється наукова робота вчених, науковців та викладачів багатьох вищих навчальних закладів, де ці проблеми перебувають у центрі уваги, що дає змогу виявити освітні траєкторії розвитку формування професійно-мовленнєвої культури майбутнього фахівця в умовах навчання у вищій школі. В останні роки спостерігається зростання інтересу до вивчення мовного і

комунікативного компонентів у підготовці фахівця з урахуванням професійної специфіки. Також ця проблема є актуальною для визначення місця фізкультурної освіти в соціальній сфері.

Педагогічні ідеї про роль і місце професійно-мовленнєвої культури учителя як невід'ємної складової частини освітнього процесу завжди були притаманні вітчизняній педагогіці. Вони сформульовані у працях видатних вітчизняних педагогів в різних траєкторіях руху. Для визначення місця професійно-мовленнєвої культури у освітньому процесі, доречно розглянути її похідні.

На основі аналізу сучасної філософської психологічної та педагогічної літератури дійшли висновку, що здебільшого науковий проводиться у сфері комунікації: комунікативна філософія, комунікація у психології, педагогіці.

*Мета статті* - визначення основних освітніх траєкторій формування професійно-мовленнєвої культури майбутніх фахівців фізичного виховання.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

За результатами дослідження основною освітньою траєкторією формування професійно-мовленнєвої культури майбутніх фахівців фізичного виховання є мовлення.

Мовлення вчителя є показником його педагогічної культури, засобом самовираження і самоутвердження його особистості. Цю думку у свій час розвивали А.Макаренко [18], В.Сухомлинський [33], автори своєрідного кодексу мовлення вчителя. Педагоги стверджували, що слово вчителя не може бути брутальним, непристойним, фальшивим і нецирим. Особливо наголошував на своєрідній психотерапевтичній функції слова вчителя, вважаючи це обов'язковою умовою спілкування – діалогу між учителем і учнями.

У працях іншого відомого педагога К.Ушинського – мовлення поділяється на первинне і вторинне. Первинне мовлення відображає почуття людини, набуті і розвинуті на біологічній стадії еволюції, не виводять її свідомість за межі тваринних інстинктів і відчуттів. Воно є лише передумовою людської свідомості. Вторинне, виникає не лише на біологічній, а й на соціальній основі [38].

На думку І.Огієнка: «Кожний учитель – якого б фаху він не був – мусить досконало знати свою соборну літературну мову й вимову та соборний правопис. Не вільно вчителю оправдувати свого незнання рідної мови не фаховістю. Як у школі, так і поза нею учитель повинен говорити тільки взірцевою рідною соборною літературною мовою й вимовою, щоб власним прикладом впливати на учнів і на оточення. Усі вчителі інших предметів мусять завжди звертати пильну увагу, щоб і на їхніх годинах панувала чиста літературна мова. Бо мало зробить сам учитель рідної мови, якщо його не підтримають і вчителі інших предметів» [20].

Отже, мовлення – це вид діяльності, що інтегрує із соціально-філософських, фізіолого-психологічних та інших галузей людинознавчого знання і формується через компоненти підготовки, систему навчання чи формування її окремих складників, що можна побачити через процес розвитку освіти і виховання в зовнішній, соціальній, так і внутрішній духовній професійно-мовленнєвій культурі фахівців.

Як уже відомо, комунікація є наступною траєкторією формування професійно-мовленнєвої культури фахівців фізичного виховання, тому в сучасній вітчизняній педагогічній науці спостерігається зростання інтересу до дослідження окремих дефініцій цієї проблеми.

Розглянемо педагогічний зміст поняття «комунікація». Комунікація (від лат. *comunicatio*) – спілкування, передавання інформації. Відтак, відомо, що «комунікація» бере свій початок з «комунікативної теорії», яку розкривають А.Єрмоленко, О.Селиванова. Зокрема, А.Єрмоленко висвітлює проблеми сучасної практичної філософії як прикладної етики, які розроблені на засадах комунікативної парадигми. Йдеться про дискурсивне обґрунтування принципів моралі, взаємовідношення норм з цінностями традиційних етносів соціокультурних життєвих форм, функціонування моральних залежностей у системах сучасного суспільства – політиці, економіці, науці тощо [41].

Низка науковців В.Кан-Канлик [12] і О.Селиванова [30], досліджували комунікативну теорію як професійно-педагогічну проблему, складову професійної майстерності вчителя. Зокрема, В.Кан-Калик в «комуніка-

тивній теорії» описує педагогічне спілкування як частину професійної майстерності вчителя, різновид професійного спілкування. Незнання функцій, структури та законів педагогічного спілкування не дають можливості розвитку належних комунікативних вмінь, негативно впливають на формування рівня культури спілкування вчителя та учня [12].

На думку О. Селиванової, теорія мовної комунікації є мовознавчою дисципліною нового типу, що з метою дослідження власного об'єкта інтегрує відповідні аспекти різних галузей лінгвістики, як-от: теорії мовленнєвих актів, лінгвопрагматики, паралінгвістики, лінгвогенетики (лінгвістичної генетики), теорії мовленнєвої діяльності та психолінгвістики, дискурсології, лінгвістики тексту, мовленнєзнавства, культури мовлення, лінгвориторики тощо. Дотичними до кола проблем теорії мовної комунікації виступають різні аспекти лінгвістичної семантики, лінгвосеміотики, стилістики, соціолінгвістики, лінгвокультурології, етнолінгвістики, когнітивної й комп'ютерної лінгвістики, лінгвосинергетики, лінгвістичної філософії та герменевтики тощо [30].

Користуючись терміном «комунікація», автор Н. Драгомирецька насамперед має на увазі смисловий аспект будь-якої соціальної взаємодії. Оскільки будь-яка індивідуальна дія здійснюється в умовах прямих чи опосередкованих взаємин з іншими людьми, вона включає (разом із фізичним) комунікативний аспект [3]. У психолого-методичній площині комунікативний аспект можна вважати провідним або таким, що означає духовне приєднання, взаємодію такого ґатунку, психологічне контактування, взаємопроникнення як введення один до одного в контекст власних думок, намірів, ідей, мотивів, вчинків, моральних дій тощо. Тому це поняття можна тлумачити передусім як психологічне.

Траєкторію руху «комунікації» розкриває Л. Савенкова [29], через знання екзистенціалізму та персоналізму. У їх розумінні комунікація – це спілкування, обмін думками, передача того чи того змісту від однієї до іншої свідомості, за допомогою знаків або інформації, зафіксованої на матеріальних носіях; професійна, що визначає готовність і здатність виконувати педагогічні функції відповідно до прийнятих у соціумі в конкретно історичний момент норм, стандартів.

Термін «спілкування» позначає форму комунікації у сфері міжлюдської взаємодії, а тому в цьому сенсі поняття «комунікація» і «спілкування» є синонімами, стверджує М. Прищак. Терміном «комунікативність» позначається комунікація на основі онтологічної, суттєвої взаємодії, діалогу.

Виходячи з вище означеного поняття, «комунікативність», «комунікаційний» відносять до сфери технократичного, комунікаційно-технологічного, монологічного (авторитарного) виміру «комунікаційної проблематики»; поняття «комунікативність», «комунікативний» – до сфери розуміння комунікації як «спільності», «єдності», «поєднання», «цілісності», «спів-буття», до сфери онтологічних засад комунікаційної діяльності людини [27].

Ще одну освітню траєкторію руху «комунікації» подає психолог І. Цимбалюк [37]. Автори вважають комунікацію залежною від процесу розвитку особистості як діалектичної єдності різноманітних та взаємопов'язаних процесів і властивостей, суспільного індивіду, об'єкту і суб'єкту суспільного процесу.

Отже, комунікація як форма взаємодії учасників освітнього процесу і результат, що відповідає нормам і правилам суспільства є похідною основою формування майбутніх фахівців фізичного виховання.

Ще однією освітньою траєкторією у підготовці майбутніх фахівців вважається «педагогічне спілкування» як найважливіший професійний інструмент педагогічної діяльності.

Педагогічне спілкування – це система соціально-психологічної взаємодії між учителем та учнем, спрямована на створення оптимальних соціально-психологічних умов для обоїльної діяльності, вважає Н. Волкова [40].

На переконання Л. Савенкової, педагогічне спілкування має включати науково обґрунтовану структуру, механізми функціонування, стадії розвитку педагогічного спілкування і систему комунікативних умінь педагога [29]. Психологічні детермінанти діалогового спілкування у педагогічній діяльності вивчала А. Тоба, довівши взаємозв'язок між стильовими особливостями педагогічного спілкування і особливостями системи ціннісних орієнтацій вчителя, розвитком у нього емпатії та рівнем ригідності пізнавальних процесів [36].

Педагогічне спілкування як стверджує І. Шоробура, це: форма навчальної взаємодії, співробітництва вчителя та учнів, передання суспільного та професійного досвіду (знань, умінь, навичок) від учителя учням; професійне спілкування викладача з учнями на уроці чи поза ним (у процесі навчання й виховання), що має певні педагогічні функції і спрямоване (якщо воно повноцінне й оптимальне) на створення благодатного психологічного клімату, а також на іншого роду психологічну оптимізацію навчальної діяльності і відносин між педагогом та учнями, а також усередині учнівського колективу; взаємодія педагога і вихованців з метою обміну інформацією й виховного впливу на них. Це цілеспрямований творчий процес, у ході якого створюються умови для реалізації завдань виховання, освіти і розвитку учнів [32].

«Спілкування» можна охарактеризувати як специфічну міжособистісну взаємодію людей як членів суспільства, представників певних соціальних груп, що здійснюється на основі відображення соціальної дійсності.

«Спілкування» можна визначити як найбільш широку траєкторію руху для позначення усіх видів комунікативних, інформаційних та інших контактів людей, включаючи прості форми взаємодії, наприклад, присутність.

Комунікація – комунікативна культура – професійно-мовленнева культура майбутніх фахівців фізичного виховання вимагає глибшого розуміння освітньої траєкторії «комунікативна культура».

Формування комунікативної культури майбутніх учителів розглядали науковці О. Гаврилюк [4], А. Синиця [35].

На формування комунікативної культури майбутніх учителів засобами поза аудиторної роботи, зробила акцент О. Гаврилюк, яка розкриває поняття «комунікативна культура», визначає його структуру, сутність та зміст [4]. А. Синиця вважає, що найефективнішими видами діяльності, які впливають на формування комунікативної культури в процесі комунікативної взаємодії, є активна робота на семінарських заняттях, лекціях, колоквиумах, участь у громадському житті школи; робота в громадському клубі, наукових гуртках; ділові ігри; спроба себе у ролі викладача або керівника групи; участь в олімпіадах; робота із спеціальною літературою; участь у заходах

самоврядування, конференціях; брейн-рингах; заняття спортом [4].

Отже, «комунікативна культура» – це норми моральності, що характеризують сучасні норми спілкування і є необхідною вимогою у формуванні професійно-мовленневої культури майбутніх фахівців фізичного виховання.

Культура спілкування включає не тільки словесні форми виразу ввічливості, співчуття, а також дії, які не повинні вступати у суперечність із зовнішнім виглядом людини, її одягом, стверджує Г. Омеляненко. Потрібно мати на увазі, що одяг, манера стояти, сидіти утворюють своєрідну знакову систему, за допомогою якої людини про щось заявляє або повідомляє про себе [22].

Особливе місце педагогічна культура посідає у професійній діяльності вчителя, яка включає в себе комунікативні вміння – способи комунікативної діяльності особистості на основі набутих знань про спілкування, – такої думки дотримується В. Гриньова [8] і з цим ми повністю погоджуємося.

Педагогічну культуру можна розділити на педагогічну культуру діяльності та на педагогічну культуру особистості.

Педагогічну культуру вчителя підкреслюють стилі педагогічного спілкування.

Індивідуальний стиль педагогічного спілкування як один із чинників ефективної взаємодії викладача і студентів розкриває Л. Омеляченко [21], Г. Мешко [19]. Сутність продуктивного стилю спілкування як феномену: спілкування на основі зацікавленості спільною творчою діяльністю; спілкування на основі дружніх стосунків; спілкування-дистанції; спілкування-погрози, спілкування-загравання.

Культура педагогічного спілкування – це професійне спілкування вчителя з учнями на уроці і поза ним, яке має певні педагогічні функції і спрямоване на створення сприятливого психологічного мікроклімату, а також оптимізацію навчальної діяльності та стосунків між педагогом і учнем та в учнівському колективі, за І. Луценко [17].

«Культура спілкування» як освітня траєкторія руху визначається нормами моральності, правилами та стилями спілкування, що є складником професійно-мовленневої культури фахівців.

«Інформаційна культура», передбачає здатність майбутнього фахівця орієнтуватися в інформаційному просторі, отримувати інформацію та оперувати нею відповідно до власних потреб і вимог сучасного високотехнологічного інформаційного суспільства.

Інформаційна культура є системотвірним чинником професійної культури вчителя, оскільки перетворює її на відкриту, самодостатню систему, саморозвивається і саморегулюється, А. Г. Омеляненко вважає за необхідне використовувати у професійній підготовці майбутніх фахівців з фізичної культури і спорту інформаційно-комунікативні технології для формування інформаційної культури фахівця [22]. Спрямованість навчання із використанням інформаційних комп'ютерних технологій як високоефективного засобу навчання не лише забезпечує підвищення рівня професійної підготовки майбутніх фахівців з фізичної культури та спорту, але й суттєво впливає на їхню мотиваційну сферу, зумовлюючи формування пріоритетних професійних і навчально-пізнавальних мотивів навчання, сприятиме оволодінню професійними знаннями й уміннями [22].

Систему підготовки майбутніх учителів фізичної культури до використання інформаційних технологій у професійній діяльності, яка містить мету, завдання, функції, принципи, форми, етапи, педагогічні умови та зміст організації навчально-виховного процесу, розробила, обґрунтувала й експериментально перевірила Г. Генсерук [6].

До недавнього часу, коли вміння використовувати інформаційні технології не було важливим фактором у професійній діяльності фахівця, інформаційна культура на факультетах фізичного виховання зводилася до «прослуховування» невеликого, мало професійного орієнтованого курсу типу «Інформатика».

Таким чином, «інформаційна культура» – освітня траєкторія руху до формування професійно-мовленнєвої культури фахівців фізичного виховання.

На основі аналізу досліджень науковців з визначеної проблеми нами було обґрунтовано дефініції головних ключових понять теми «професійне педагогічне спілкування» як одного зі складників комунікативної компетентності майбутнього вчителя фізичної культури.

Водночас А. Синиця зазначає, що професійне педагогічне спілкування фахівця фізичного виховання можна визначити як процес взаємодії з учасниками освітнього процесу міжмовної комунікації, змістом якого є обмін інформацією за допомогою різних засобів комунікації для встановлення стосунків між ними [35].

Отже, професійне педагогічне спілкування взаємопов'язане з професійно-мовленнєвою культурою майбутнього фахівця фізичного виховання на рівні освітнього процесу.

Комунікативна діяльність вчителя фізичної культури стане ефективнішою за умов збагачення мовлення студентів професійно значущими педагогічними жанрами та організації цілеспрямованого формування жанровотворчих умінь, що забезпечують вдалу комунікацію у дискурсі конкретного навчального предмету, стверджує Л. Прокопенко [26].

«Комунікативна діяльність» – це механізм соціалізації особистості, спосіб передачі від покоління до покоління життєвого досвіду і духовних цінностей.

Траєкторію терміну «професійно-комунікативне вміння» розглядають Л. Серман [31] і Н. Самсутіна [28]. Важливим засобом формування комунікативних умінь майбутніх учителів фізичної культури вважає ситуативні вправи Л. Серман. З метою розвитку професійних якостей майбутніх учителів фізичної культури педагог пропонує вправи на корекцію діалогових бар'єрів на основі моделювання типових комунікативних ситуацій, які спрямовані на вироблення навичок усного мовлення на матеріалі професійної діяльності [31].

Комунікативній функції фахівця фізичного виховання характеризують вміння застосовувати термінологію, словесні методи, володіти навичками подачі команд для проведення стройових вправ, володіти командним голосом та технікою педагогічного мовлення; вміння поєднувати вербальні та невербальні засоби спілкування, володіти педагогічним тактом та культурою педагогічного спілкування; мати навички організовувати співпрацю у процесі спілкування на уроках фізичної культури, пропонує Н. Самсутіна [28].

Студентам факультету фізичного виховання, які прагнуть оволодіти відповідними фаху терміносистемами сучасної української мови,

професійною термінологією, науково-виробничими жанрами і потребами, намагаються прищепити добрий мовний смак, Л. Головата запропонувала типологію завдань, спрямованих на формування власне мовленнєвих навичок (уміння контролювати і вдосконалювати своє мовлення; працювати над усуненням мовленнєвих вад; користуватися лінгвістичною літературою) та формування професійних мовленнєвих навичок (уміння створювати висловлювання на фахову тематику, виступати публічно, орієнтуватися в мовленнєвій навчальній ситуації, оформляти ділову документацію) [7].

На позиції сутності понять «комунікативні уміння» зосереджує увагу Н. Котух. Методологічною основою підготовки студентів до формування комунікативних умінь учнів в умовах відкритої соціально-педагогічної системи визначено особистісно орієнтований підхід, з метою реалізації якого необхідно розглядати педагогічний процес у світлі системного перегляду його компонентів: цільових, змістових, процесуальних, що мають бути значущими для школяра, становити динамічну сферу його особистісного вербального самоствердження [15].

Таким чином, значимість освітньої траєкторії терміну «професійно-комунікативне вміння» є результатом формування професійно-мовленнєвої культури майбутніх фахівців фізичного виховання.

За результатами дослідження комунікативна компетентність – це здатність використовувати різні види взаємозв'язків в рамках професійної діяльності. Визначаючи сутність комунікативної компетентності, Н. Гавриш підкреслювала, що це «здатність правильно використовувати мову у різних соціально детермінованих ситуаціях». Крім знань про мову, згідно із формулюванням автора, комунікативна компетентність включає вміння «комунікативно співвідносити мовленнєві висловлювання з цілями ситуації спілкування, з розумінням взаємин сторін що спілкуються, а також уміння правильно організувати мовленнєве спілкування з урахуванням культурних і соціальних норм комунікативної поведінки» [5].

Комунікативна компетентність учителя проходить відповідні етапи формування впродовж його професійного становлення: від професійного навчання до найвищого рівня

професіоналізму, педагогічної майстерності, який передбачає володіння відповідним рівнем спілкування, вважає Л. Паламарчук [23].

За твердженням Н. Волкової, комунікативна компетентність передбачає усвідомлене розуміння цінності комунікації для професійної діяльності педагога, що позитивно відбиває систему цінностей комунікативних знань і визначає цілеспрямовану діяльність студентів щодо їх засвоєння, розуміння необхідності пізнання самого себе як комунікативної особистості (своїх переваг і недоліків), усвідомлення етичних норм і правил комунікативної взаємодії засобами вербальної, невербальної, комп'ютерної комунікації, здійснення експертизи власних комунікативних дій і прийнятих рішень; сформована сукупність узагальнених комунікативних умінь та розвинутий емоційний інтелект [40].

Комунікативну компетентність учителя досліджено в педагогічній теорії, але проблема не знайшла відображення у фаховій підготовці майбутніх учителів фізичної культури у вищих навчальних закладах, не дістали ґрунтовного розкриття сутність та структура комунікативної компетентності учителів фізичної культури.

Низка науковців виділяють підходи щодо комунікативної підготовки фахівців фізичного виховання і спорту. Так, Ю. Васьков пропонує у підготовці фахівців з фізичного виховання враховувати три рівні формування комунікативної компетентності: низький складають недостатні дидактичні знання: не сформованість вербальних і невербальних засобів, неготовність до швидкої зміни ситуацій, середній: створення умов для розвитку і саморозвитку, високий: у процесі педагогічного спілкування вчитель володіє розвинутою емпатією, враховуючи особистісні мотиви. Операційна складова педагогічної комунікації реалізується комплексом різноманітних вербальних та експресивних засобів спілкування [39].

Визначили такі складові компетентностей учителя фізичної культури дослідники А. Забора [42] та Н. Самутіна [28]: соціальні – пов'язані з готовністю брати на себе відповідальність, бути активним у суспільному житті; полікультурні – стосуються поваги до мови, релігії, культури інших людей; комунікативні – передбачають опанування усним і писемним спілкуванням, оволодіння кількома мовами; інформаційні – передбачають оціню-

вання навчальних досягнень учнів у системі загальної середньої освіти, оволодіння учнями інформаційними технологіями, вміннями здобувати, критично осмислювати і використовувати різноманітну інформацію; саморозвитку і самоосвіти, що пов'язані з потребою і готовністю постійно навчатися як у професійному плані, так і в особистому й суспільному житті.

Комунікативна компетентність фахівця фізичного виховання, на думку А. Коноха, скерована на: орієнтованість у різних ситуаціях спілкування, базується на знаннях і життєвому досвіді особистості; здатність ефективно взаємодіяти з оточенням завдяки розумінню себе та інших за постійної видозміни психічних станів, міжособистісних стосунків і умов соціального середовища; готовність і вміння знаходити контакт з людьми; внутрішня регуляція комунікативних дій у ситуаціях міжособистісної взаємодії [14].

Траекторія терміну «мовна компетентність» в Україні покликана забезпечити вільний розвиток особистості, свободу її самовизначення й самореалізації, формування комунікативності та мовної грамотності, задовольнити освітні інтереси кожного школяра з урахуванням його індивідуальних здібностей і можливостей.

Формування мовленнєвої компетентності розглядає науковець Н. Гуренко [9], сформулювавши визначення поняття «національно-мовна особистість». А. Богуш виокремила також мовленнєву компетентність як складову комунікативної. Дослідниця розглядає мовленнєву компетентність як «уміння адекватно й доречно практично застосовувати мову в конкретних ситуаціях спілкування і навчання, використовуючи задля цього як мовні, так і немовні (міміка, жести, рухи) та інтонаційні засоби виразності мовлення [2]. Вчена зазначає, що мовленнєва компетентність визначається «вмінням адекватно й доречно застосовувати мову в конкретних ситуаціях спілкування з дітьми, виразністю мовлення, використанням формул мовленнєвого етикету» [2].

Застосування мовних засобів спілкування у спортивній діяльності досліджувалося І. Хоменко [13]. Він розглядає залежність структури мовного спілкування на заняттях зі спортивних ігор. Пропонує такі засоби спілкування у спортивній взаємодії: Проголо-

шення імені партнера з метою привернути його увагу, визначити комбінацію, повідомити про свою готовність діяти, спонукати партнера до визначеної дії. Називати комбінації при плануванні дій. Повідомляти про наміри свої і партнера. Повідомляти про місце розташування своє і партнера. Вказувати на бажані дії спортсмена. Оцінити дії партнера. Стимулювати до більш активних дій. Мовна компетентність» для формування професійно-мовленнєвої культури фахівців фізичного виховання є показником адекватного й доречного застосовування мови в конкретних ситуаціях спілкування і навчання.

Траекторію терміну «професійно-педагогічна культура» науковці розвивають як шлях створення нових умов поглиблення фахових знань, вмінь та навичок, вимог до учительської професії.

На думку науковців-дослідників Л. Безкоровайної [34], Г. Омеляненко [22], Н. Самсутіної [28], І. Синиці [35], професійна культура особистості вчителя фізичної культури характеризується компетентністю, широтою кругозору, гуманними відносинами з усіма суб'єктами освітнього процесу, творчою активністю, почуттям комфортності й задоволеності реалізацією особистісного та професійного потенціалу. Те саме можна сказати про вплив культури відносин усередині системи фізичного виховання, що впливає на самоактуалізацію, самореалізацію потенціалу професійної культури вчителя фізичної культури.

Траекторію терміну «професійно-мовленнєва культура» досліджує низка науковців Н. Бабич, Л. Ковальчук [1, 16], які визначають професійно-мовну культуру фахівця як інтегративну властивість особистості, яка допомагає регулювати мовну діяльність у процесі розв'язання професійних завдань, що активно впливає на процес розвитку і саморозвитку соціально-ціннісних характеристик особистості і дає змогу виконувати професійно-комунікативні функції у колективі, попереджати й усувати негативні прояви поведінки.

У поняття «культура фахового мовлення» Н. Бабич вкладає такий зміст: фахово-зорієнтований синтез граматичних норм і варіантів слововживання, синтаксичної організації фрази, побудови текстів, що забезпечують мовне (усне й писемне) оформлення процесу і результатів праці у відповідній галузі професійної діяльності [1]. Такої ж думки

дотримується Н. Бабич і акцентує увагу на підвищенні рівня культури мови за рахунок відповідності мови головним її ознакам: логічності, чистоти, образності, мелодійності [1].

Як системне утворення, що становить єдність педагогічних цінностей, технологій, сутнісних сил особистості, спрямоване на творчу самореалізацію педагога в різноманітних професійно значущих мовних ситуаціях, визначає професійно-мовну культуру фахівця Л. Ковальчук [16].

Професійне мовлення як процес обміну думками у певній галузі знань, у якому б вигляді воно не здійснювалося, функціональну дійсність мови в усіх її матеріальних і ситуативних формах розкриває Л. Паламарчук. Професійне мовлення вчителя автор трактує як різновид літературного мовлення, що реалізується у процесі педагогічного спілкування, забезпечує досягнення навчально-виховних цілей та визначає мовленнєву культуру [23].

Культура мовлення передбачає наявність у людини здатності точного відбору і усвідомленого використання у реальному акті спілкування з іншими людьми тих мовленнєвих засобів, які найкраще відповідають кожній конкретній ситуації, і визначається такими комунікативними ознаками: нормативність, логічність, точність, доречність, чистота, виразність, багатство і різноманітність, – підкреслює В. Пасинок [24].

Культура мовлення, на думку Т. Калужної, – широке і об'ємне поняття, але передусім це грамотність побудови фраз, простота і зрозумілість викладу, виразність, яка досягається вмінням дібрати потрібні слова та синтаксичні конструкції, а також активним використанням основних компонентів виразності усного мовлення – тону, динаміки звучання голосу, темпу, пауз, наголосів, інтонації, дикції, правильної вимови слів, правильного використання спеціальної термінології, небагато-слів'я [11].

Під терміном «культура мовлення» Н. Гузій розуміє рівень оволодіння системою якостей мовлення за окремими носіями мови [10]. Автор підкреслює, що поняття «культура мовлення» має два семантичні аспекти, а саме: сукупність і систему комунікативних якостей мовлення [10].

Таким чином, фізична культура, як частина загальної культури формується під час про-

фесійної і мовленнєвої підготовки, викликає зацікавленість її складниками.

Умови, за яких процес формування мовної культури студента дає позитивний результат, виокремлює Е. Полатай. Це – мотивація процесу формування мовленнєвої культури за допомогою використання елементів театральної педагогіки, проведення навчально-виховних занять на основі ідей співробітництва і партнерства, органічне поєднання аудиторних і поза аудиторних занять, підготовка і проведення ділових ігор, використання комплексного підходу до формування мовленнєвої культури, поєднання словесних, наочних і практичних методів навчання до процесу формування особистості студента, організація самовиховання, самонавчання та самоосвіти, створення реальних умов для самовираження особистості [25].

Окреслені вище освітні траєкторії дають змогу визначити професійно-мовленнєву культуру як процес обміну думками у певній галузі знань, функціональну дійсність мови в усіх її матеріальних і ситуативних формах.

Означені освітні траєкторії дають змогу визначити актуальність і необхідність системи формування професійно-мовленнєвої культури у майбутніх фахівців фізичного виховання як мало дослідженої проблеми (рисунк).

## ВИСНОВКИ

Проведено дефініційний аналіз основних термінів розвитку комунікативно-мовленнєвої культури фахівців педагогічних і непедагогічних спеціальностей, таких як «комунікація», «спілкування», «мовлення», «професійне-мовлення», «культура мовлення», «фізична культура», що дає можливість визначити траєкторії руху цих термінів в системі формування професійно-мовленнєвої культури майбутніх фахівців фізичного виховання.

Вивчення і аналіз наукових фактів стану розвитку проблеми комунікативної підготовки фахівців дасть змогу виявити єдність поглядів учених різних галузей науки у таких питаннях: комунікація – мовлення – професійне мовлення – культура – фізична культура – професійно-мовленнєва культура у професійній підготовці майбутніх фахівців фізичного виховання.

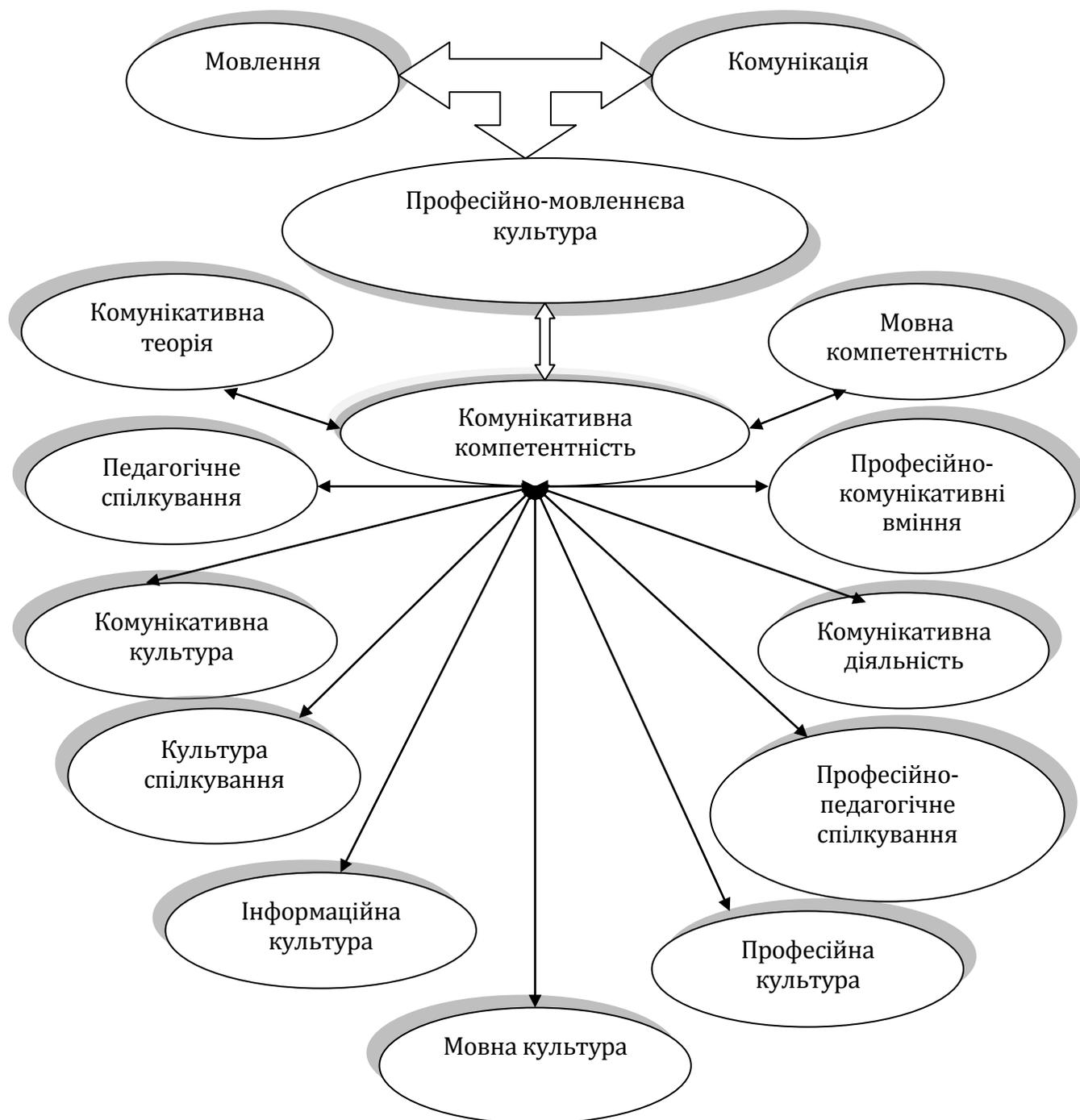


Рисунок – Основні освітні траєкторії формування професійно-мовленнєвої культури майбутніх фахівців фізичного виховання

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Babych, N. D., Herman, K. F., & Skab, M. V. (2006). *Kultura fakhovoho movlennia* [Culture of professional broadcasting] (2nd ed.) Chernivtsi: Knyhy KhKhI (in Ukrainian) [Бабич, Н. Д., Герман, К. Ф., & Скаб, М. В. (2006). *Культура фахового мовлення* (2-ге вид.) Чернівці: Книги XXI].

2. Bohush, A. M. (2009). Kompetentnisnyi pidkhid u pidhotovtsi maibutnikh fakhivtsiv doshkilnoi osvity u vyshchomu navchalnomu zakladi [Competency approach in preparation of future specialists in pre-school education at higher educational institution]. In *Realizatsiia yevropeiskoho dosvidu kompetentnitsnogo pidkhodu u vyshchii shkoli Ukrainy* (pp. 271–287). Kyiv: Pedagogichna dumka (in Ukrainian)  
[Богуш, А. М. (2009). Компетентнісний підхід у підготовці майбутніх фахівців дошкільної освіти у вищому навчальному закладі. В *Реалізація європейського досвіду компетентнісного підходу у вищій школі України* (с. 271–287). Київ: Педагогічна думка].
3. Drahomyretska, N. M. (2005). *Teoretychnyi analiz komunikativnoi diialnosti derzhavnogo sluzhbovtzia* [Theoretical analysis of communicative activity of a civil servant]. Odesa: Astroprint (in Ukrainian)  
[Драгомирецька, Н. М. (2005). *Теоретичний аналіз комунікативної діяльності державного службовця*. Одеса: Астропринт].
4. Gavryliuk, O. O. (2007). *Forming Future Teachers' Communicative Culture by Means of Extracurriculum Activity* (Doctoral thesis). Kryvyi Rih: Kryvorizkyi derzhavnyi pedagogichnyi universytet (in Ukrainian)  
[Гаврилюк, О. О. (2007). *Формування комунікативної культури майбутніх учителів засобами поза аудиторної роботи* (Автореферат кандидатської дисертації). Кривий Ріг: Криворізький державний педагогічний університет].
5. Havrysh, N. V. (2002). *Rozvytok movlennievotvorchoi diialnosti v doshkilnomu dytynstvi* [Development of speech and creative activity in preschool children] (Doctoral thesis). Kyiv: Natsionalnyi pedagogichnyi universytet imeni M. P. Drahomanova (in Ukrainian)  
[Гавриш, Н. В. (2002). *Розвиток мовленнєвотворчої діяльності в дошкільному дитинстві* (Автореферат дисертації). Київ: Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова].
6. Henseruk, H. R. (2005). *Future Physical Training Teachers Preparation for Information Technologies Application in Their Professional Activity* (Doctoral thesis). Ternopil: Ternopil National Volodymyr Hnatiuk Pedagogical University (in Ukrainian)  
[Генсерук, Г. Р. (2005). *Підготовка майбутніх учителів фізичної культури до застосування інформаційних технологій у професійній діяльності* (Автореферат кандидатської дисертації). Тернопіль: Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка].
7. Holovata, L. M. (1997). *Formuvannia profesiinoho movlennia u studentiv fakultetu fizychnoho vykhovannia* [Formation of professional speech at the students of the Faculty of Physical Education] (Doctoral thesis). Ternopil: Ternopilskyi DPU imeni V. Hnatiuka (in Ukrainian)  
[Головата, Л. М. (1997). *Формування професійного мовлення у студентів факультету фізичного виховання* (Автореферат кандидатської дисертації). Тернопіль: Тернопільський ДПУ імені В. Гнатюка].
8. Hrynova, V. M. (2001). *Formuvannia pedagogichnoi kultury maibutnoho vchytelia (teoretychnyi i metodychnyi aspekty)* [Formation of the pedagogical culture of the future teacher (theoretical and methodical aspects)] (Doctoral thesis). Kyiv: Instytut pedagogiky i psykholohii profesiinoy osvity APN Ukrainy (in Ukrainian)  
[Гриньова, В. М. (2001). *Формування педагогічної культури майбутнього вчителя (теоретичний і методичний аспекти)* (Автореферат докторської дисертації). Київ: Інститут педагогіки і психології професійної освіти АПН України].
9. Hurenko, N. V. (n. d.). *Movlenniava kompetentnist ta kultura maibutnoho fakhivtsia* [Speech competence and culture of the future specialist]. Retrieved September 1, 2017, from <http://bit.ly/2xv753C> (in Ukrainian)  
[Гуренко, Н. В. (n. d.). *Мовленнєва компетентність та культура майбутнього фахівця*. Актуально на 01.09.2017. URL: <http://bit.ly/2xv753C>]

10. Huzii, N. V. (2007). *Katehoriia profesionalizmu v teorii i praktytsi pidhotovky maibutnoho pedahoha* [Category of professionalism in the theory and practice of preparing the future teacher] (Doctoral dissertation). Kyiv: Instytut vyshchoi osvity APN Ukrainy (in Ukrainian) [Гузій, Н. В. (2007). *Категорія професіоналізму в теорії і практиці підготовки майбутнього педагога* (Докторська дисертація). Київ: Інститут вищої освіти АПН України].
11. Kaliuzhna, T. H. (2010). *Kultura pedahohichnoho movlennia* [Culture of pedagogical speech]. Kyiv: NPU imeni M. P. Drahomanova (in Ukrainian) [Калюжна, Т. Г. (2010). *Культура педагогічного мовлення*. Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова].
12. Kan-Kalik, V. A. (1979). *Osnovy professional'no-pedagogicheskogo obshhenija* [Fundamentals of professional and pedagogical communication]. Groznyj: n. d. (in Russian) [Кан-Калик, В. А. (1979). *Основы профессионально-педагогического общения*. Грозный: n. d.].
13. Khomenko, I., & Glazyrin, I. (2008). *Sportyvna terminolohiia – osnova profesiinoho movlennia fakhivtsia z fizychnoi kultury* [Sport terminology as a base of professional speech of physical training specialist]. *Pedahohika, psykholohiia ta medyko-biolohichni problemy fizychnoho vykhovannia i sportu*, 7, 143–145 (in Ukrainian) [Хоменко, І. М., & Глазирін, І. Д. (2008). Спортивна термінологія – основа професійного мовлення фахівця з фізичної культури. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*, 7, 143–145].
14. Konokh, A. P. (2014). *Profesionalna pedahohichna kompetentnist maibutnikh fakhivtsiv fizychnoi kultury i turyzmu* [Professional and pedagogical competence of future specialists of physical culture and tourism]. *Naukovyi visnyk Melitopolskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu*, 1(12), 180–183 (in Ukrainian) [Конох, А. П. (2014). Професіональна педагогічна компетентність майбутніх фахівців фізичної культури і туризму. *Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету*, 1(12), 180–183].
15. Kotukh, N. V. (2005). *Pidhotovka maibutnikh uchyteliv pochatkovykh klasiv do formuvannia komunikatyvnykh umin v umovakh vidkrytosti sotsialno-pedahohichnoi systemy* [Pre-service elementary teacher training for the formation of school-children communicative abilities in the condition of the open socioeducational system] (Doctoral dissertation). Kirovohrad: Kirovohradskiy derzhavnyi pedahohichnyi universytet im. V. Vynnychenka (in Ukrainian) [Котух, Н. (2005). *Підготовка майбутніх учителів початкових класів до формування комунікативних умінь в умовах відкритості соціально-педагогічної системи* (Кандидатська дисертація). Кіровоград: Кіровоградський державний педагогічний університет ім. В. Винниченка].
16. Kovalchuk, L. O. (2007). *Osnovy pedahohichnoi maisternosti* [Fundamentals of pedagogical skill]. Lviv: LNU imeni Ivana Franka (in Ukrainian) [Ковальчук, Л. О. (2007). *Основы педагогічної майстерності*. Львів: ЛНУ імені Івана Франка].
17. Lutsenko, I. O. (2013). *Teoretyko-metodychni zasady pidhotovky maibutnikh vykhovateliv do orhanizatsii komunikatyvno-movlennievoi diialnosti ditei starshoho doshkilnoho viku* [Theoretical and methodical principles of training future educators for the organization of communicative-speech activity of children of the senior preschool age] (Doctoral thesis). Kyiv: Natsionalnyi pedahohichnyi universytet imeni M. P. Drahomanova (in Ukrainian) [Луценко, І. О. (2013). *Теоретико-методичні засади підготовки майбутніх вихователів до організації комунікативно-мовленнєвої діяльності дітей старшого дошкільного віку* (Автореферат докторської дисертації). Київ: Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова].

18. Makarenko, A. S. (1990). *O vospitanii* [About education]. Moscow: Politizdat (in Russian)  
[Макаренко, А. С. (1990). *О воспитании*. Москва: Политиздат].
19. Meshko, H. M., & Meshko, O. I. (2007). Individualnyi styl spilkuvannia yak pokaznyk profesiinoi maisternosti pedahoha [Individual style of communication as an indicator of professional teacher's skills]. In H. V. Tereshchuk (Ed.), *Formuvannia profesiinoi kultury vchytelia v konteksti intehratsii Ukrainy v Yevropeiskiy osvittinii prostir* (pp. 51–54). Ternopil: Ternopilskiy natsionalnyi pedahohichnyi universytet imeni V. Hnatiuka (in Ukrainian)  
[Мешко, Г. М., & Мешко, О. І. (2007). Індивідуальний стиль спілкування як показник професійної майстерності педагога. В Г. В. Терещук (Ред.), *Формування професійної культури вчителя в контексті інтеграції України в Європейський освітній простір* (с. 51–54). Тернопіль: Тернопільський національний педагогічний університет імені В. Гнатюка].
20. Ohienko, I. (1995). *Nauka pro ridnomovni oboviazky* [Science about native-language duties]. Lviv: Feniks (in Ukrainian)  
[Огієнко, І. (1995). *Наука про рідномовні обов'язки*. Львів: Фенікс].
21. Omelchenko, L. (2009). Individualnyi styl pedahohichnoho spilkuvannia yak odyń iz chynnykiv efektyvnoi vzaiemodii vykladacha i studentiv [Individual style of pedagogical communication as one of the factors of effective interaction between teacher and students.]. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriya pedahohichna*, 25(2), 223–231 (in Ukrainian)  
[Омельченко, Л. (2009). Індивідуальний стиль педагогічного спілкування як один із чинників ефективної взаємодії викладача і студентів. *Вісник Львівського університету. Серія педагогічна*, 25(2), 223–231].
22. Omel'yanenko, G. A. (2008). *Psykhologo-pedahohichni zasady vykorystannia informatsiino-komunikatyvnykh tekhnolohii v profesiinii pidhotovtsi maibutnikh fakhivtsiv z fizychnoi kultury i sportu* [Psychologic pedagogical fundamentals of use of information communicative technologies in vocational training the future specialists on physical training and sports]. *Newsletter of Precarpathian University. Physical culture*, 6, 1–4 (in Ukrainian)  
[Омельяненко, Г. А. (2008). Психолого-педагогічні засади використання інформаційно-комунікативних технологій в професійній підготовці майбутніх фахівців з фізичної культури і спорту. *Вісник Прикарпатського університету. Серія: Фізична культура*, 6, 1–4].
23. Palamarchuk, L. M. (2012). *Formuvannia yakostei profesiinoho movlennia u maibutnikh uchyteliv pryrodnycho-matematychnykh dystsyplin* [The formation of the qualities of professional speaking of future natural sciences and mathematics teachers] (Doctoral dissertation). Ternopil: Ternopilskiy natsionalnyi pedahohichnyi universytet imeni V. Hnatiuka (in Ukrainian)  
[Паламарчук, Л. М. (2012). *Формування якостей професійного мовлення у майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін* (Кандидатська дисертація). Тернопіль: Тернопільський національний педагогічний університет імені В. Гнатюка].
24. Pasynok, V. H. (2009). *Osnovy kultury movlennia* [Fundamentals of the culture of speech]. Kharkiv: KhNU imeni V. N. Karazina (in Ukrainian)  
[Пасинок, В. Г. (2009). *Основи культури мовлення*. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна].
25. Polatai, E. H. (2001). *Formuvannia kultury movlennia studentiv filolohichnykh fakultetiv yak umova yikhnoi sotsializatsii* [Formation of the broadcasting culture of students of philological faculties as a condition for their socialization] (Doctoral thesis). Kharkiv: KhNU imeni V. N. Karazina (in Ukrainian)  
[Полатай, Е. Г. (2001). *Формування культури мовлення студентів філологічних факультетів як умова їхньої соціалізації* (Автореферат кандидатської дисертації). Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна].
26. Prokopenko, L. I. (2010). Osoblivosti formuvannya profesiyno-pedagogichnogo movlennya spetsialistiv u galuzi flzichnoyi kulturi ta sportu [Features of formation of professional pedagogical speech specialists in the field of sport]. *Zbirnik naukovih prats Berdyanskogo derzhavnogo pedagogichnogo unIversitetu. PedagogIchnI nauki*, 2, 263–267 (in Ukrainian)

- [Прокопенко, Л. І. (2010). Особливості формування професійно-педагогічного мовлення спеціалістів у галузі фізичної культури та спорту. *Збірник наукових праць Бердянського державного педагогічного університету (Педагогічні науки)*, 2, 263–267].
27. Pryshchak, M. D. (2010). *Komunikatsiia, spilkuvannia, komunikatyvnist: katehorialnyi analiz* [Communication, intercourse, communicativity]. *Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu*, 2, 5–8 (in Ukrainian)  
[Прищак, М. Д. (2010). Комунікація, спілкування, комунікативність: категоріальний аналіз. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, 2, 5–8].
28. Samsutina, N. M. (2008). *Profesiina kompetentnist yak pokaznyk yakosti fakhovoi osvity maibutnoho vchytelia fizychnoi kultury. Zbirnyk naukovykh prats Berdianskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu (Pedagogichni nauki)*, 4, 207–210 (in Ukrainian)  
[Самсутіна, Н. М. (2008). Професійна компетентність як показник якості фахової освіти майбутнього вчителя фізичної культури. *Збірник наукових праць Бердянського державного педагогічного університету (Педагогічні науки)*, 4, 207–210].
29. Savenkova, L. O. (1997). *Pedahohichne spilkuvannia* [Pedagogical communication]. Kyiv: KDEU (in Ukrainian)  
[Савенкова, Л. О. (1997). *Педагогічне спілкування*. Київ: КДЕУ].
30. Selivanova, O. O. (2011). *Osnovy teorii movnoi komunikatsii* [Fundamentals of the theory of linguistic communication]. Cherkasy: Chebanenko Yu. A. (in Ukrainian)  
[Селіванова, О. О. (2011). *Основи теорії мовної комунікації*. Черкаси: Чебаненко Ю. А.].
31. Serman, L. V. (2010). *Deiaki pytannia formuvannia komunikatyvnykh umin maibutnoho uchytelia fizychnoi kultury* [Some questions of formation of communicative skills of the future teacher of physical culture]. *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova. Seriia "Naukovo-pedahohichni problemy fizychnoi kultury"*, 8, 37–40 (in Ukrainian)  
[Серман, Л. В. (2010). Деякі питання формування комунікативних умінь майбутнього учителя фізичної культури. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія «Науково-педагогічні проблеми фізичної культури»*, 8, 37–40].
32. Shorobura, I. M. (2010, May). *Formuvannia pedahohichnoi maisternosti maibutnoho vchytelia: vyklyky suchasnosti* [Formation of pedagogical skills of teachers, new challenges]. In O. Aksenova (Ed.), *Lichnost' v edinom obrazovatel'nom prostranstve* (vol. 3, pp. 142–145). Zaporozh'e: LIPS (in Ukrainian)  
[Шоробура, І. М. (2010, Травень). Формування педагогічної майстерності майбутнього вчителя: виклики сучасності. В. О. Аксенова (Ред.), *Личность в едином образовательном пространстве* (Ч. 3, с. 142–145). Запорозж'є: ЛІПС].
33. Sukhomlynskyi, V. O. (1977). *Slovo pro slovo. Slovo vchytelia v moralnomu vykhovanni*. In V. O. Sukhomlynskyi (Ed.), *Vybrani tvory* (Vol. 5, pp. 82–321). Kyiv: n. d.  
[Сухомлинський, В. О. (1977). Слово про слово. Слово вчителя в моральному вихованні. В В. О. Сухомлинський (Ред.), *Вибрані твори* (Т. 5, с. 82–321). Київ: n. d.].
34. Svatyev, A. V., & Bezkorovaina, L. V. (2009). *Teoretychni aspekty pidhotovky maibutnikh fakhivtsiv fizychnoho vykhovannia ta sportu do profesiinoi diialnosti u vyshchykh navchalnykh zakladakh* [The theoretical aspects of preparation of future specialists of physical education and sport to professional activity in higher educational establishments]. *Visnyk Zaporizkoho natsionalnoho universytetu. Fizychno vykhovannia ta sport*, 1, 107–112 (in Ukrainian)  
[Сват'єв, А. В., & Безкоровайна, Л. В. (2009). Теоретичні аспекти підготовки майбутніх фахівців фізичного виховання та спорту до професійної діяльності у вищих навчальних закладах. *Вісник Запорізького національного університету. Фізичне виховання та спорт*, 1, 107–112].
35. Snytytsya, A. (2014). *Analiz stanu doslidzhennia problemy spilkuvannia vchytelia fizychnoi kultury ta osnovni napriamky yii vyrishennia* [Research analysis of problems of communication teacher

- physical education and main directions of its decision]. *Sportyvna nauka Ukrainy*, 6(64), 23–31 (in Ukrainian)  
[Синиця, А. (2014). Аналіз стану дослідження проблеми спілкування вчителя фізичної культури та основні напрямки її вирішення. *Спортивна наука України*, 6(64), 23–31].
36. Toba, M. V. (1999). *Psykhologichni determinanty dialohichnoho pedahohichnoho spilkuvannia* [Psychological determinants of dialogical pedagogical communication] (Doctoral dissertation). Kyiv: Instytut psykholohii im. H. S. Kostiuka APN Ukrainy (in Ukrainian)  
[Тоба, М. В. (1999). *Психологічні детермінанти діалогічного педагогічного спілкування* (Кандидатська дисертація). Київ: Інститут психології ім. Г. С. Костюка АПН України].
37. Tsymbaliuk, I. M. (2004). *Psykhohohiia spilkuvannia* [Psychology of communication]. Kyiv: Profesional (in Ukrainian)  
[Цимбалюк, І. М. (2004). *Психологія спілкування*. Київ: Професіонал].
38. Ushynskiy, K. D. (1983). Liudyna yak predmet vykhovannia: Sproba pedahohichnoi antropolohii [Man as an object of education: An attempt of pedagogical anthropology]. In K. D. Ushynskiy (Ed.), *Vybrani pedahohichni tvory* (Vol. 1, pp. 192–463). Kyiv: Radianska shkola (in Ukrainian)  
[Ушинський, К. Д. (1983). Людина як предмет виховання: Спроба педагогічної антропології. В К. Д. Ушинський (Ред.), *Вибрані педагогічні твори* (Т. 1, с. 192–463). Київ: Радянська школа].
39. Vaskov, Y. V. (2012). *Komunikatyvna kompetentnist uchytelia fizychnoi kultury yak odna z umov yakosti orhanizatsii navchalno-vykhovnoho protsesu na urokakh* [Communicative competence of the teacher of physical training as one of conditions of quality of the organization of teaching and educational process at lessons]. *Pedahohika, psykholohiia ta medyko-biolohichni problemy fizychnoho vykhovannia i sportu*, 2, 21–24 (in Ukrainian)  
[Васьков, Ю. В. (2012). Комунікативна компетентність учителя фізичної культури як одна з умов якості організації навчально-виховного процесу на уроках. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*, 2, 21–24].
40. Volkova, N. P. (2006). *Profesiino-pedahohichna komunikatsiia* [Professional-pedagogical communication]. Kyiv: Akademiia (in Ukrainian)  
[Волкова, Н. П. (2006). *Професійно-педагогічна комунікація*. Київ: Академія].
41. Yermolenko, A. M. (1999). *Komunikatyvna praktychna filosofii* [Communicative Practical Philosophy]. Kyiv: Libra (in Ukrainian)  
[Єрмоленко, А. М. (1999). *Комунікативна практична філософія*. Київ: Лібра].
42. Zabora, A. V. (2004). *Formuvannia znan i navychok maibutnikh vchyteliv fizychnoi kultury v protsesi vuvchennia dystsyplin "Teoriia i metodyka fizychnoho vykhovannia" i "Himnastyka z metodykoiu vykladannia"* [The formation knowledge and skills in the future physical education teachers in the process of studying disciplines "The theory and methods of the physical education" and "Gymnastics with a system of teaching"] (Doctoral dissertation). Kharkiv: Kharkivskiy natsionalnyi pedahohichniy un-t im. H. S. Skovorody (in Ukrainian)  
[Забора, А. В. (2004). *Формування знань і навичок майбутніх вчителів фізичної культури в процесі вивчення дисциплін «Теорія і методика фізичного виховання» і «Гімнастика з методикою викладання»* (Кандидатська дисертація). Харків: Харківський національний педагогічний ун-т ім. Г. С. Сковороди].





