

eISSN 2413-9009



# **TRAEKTORIÂ NAUKI**

**International Electronic Scientific Journal**

**Vol. 3, No 10, 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](http://pathofscience.org)**



**TRAEKTORIÂ NAUKI = PATH OF SCIENCE****Vol. 3                      No 10(27)                      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 Republic  
**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 "CHEMISTRY"

- Shehu Yahaya, Suzi Salwah Jikan, Nur Azam Badarulzaman, Ajiya Dahiru Adamu**  
Chemical Composition and Particle Size Analysis of Kaolin ..... 1001  
(Language – English)

### SECTION "PHYSICS"

- Mohammed Isah Kimpa, Kasim Uthman Isah, Jibrin Alhaji Yabagi, Sulaiman Taufiq, Mohd Arif Bin Agam**  
Synthesis and Characterization of Natural Sensitizers for Dye Sensitized Solar Cells ..... 2001  
(Language – English)
- Cliff Orori Mosiori, Duke Ateyh Oeba, Reuben Shikambe**  
Determination of Planck's Constant using Light Emitting Diodes ..... 2007  
(Language – English)

### SECTION "EDUCATION"

- Bashir Hassan, Maizam Alias, Kahirol Moh'd Saleh, Halizah Awang**  
Students' Perceptions of Their Teachers' Performance in Teaching Engineering Drawing in Nigerian Tertiary Institutions ..... 3001  
(Language – English)

### SECTION "PHILOLOGY"

- Olena Nekrylova**  
Языковая игра и языковая тенденция: понятийная корреляция (на примере современной транзитивации русских непереходных глаголов) ..... 4001  
[Language-Game and Language Tendency: Conceptual Correlation (on the Example of the Modern Transitivity of Russian Intransitive Verbs)]  
(Language – Russian)

### SECTION "ECONOMICS"

- Ruslan Skrynkovskyy, Grzegorz Pawlowski, Pavlo Harasym, Oleh Koropetskyi**  
Кібернетична безпека та бізнес-розвідка в системі діагностики економічної безпеки підприємства ..... 5001  
[Cybernetic Security and Business Intelligence in the System of Diagnostics of Economic Security of the Enterprise]  
(Language – Ukrainian)

## SECTION "LAW"

**Myroslav Kovaliv, Serhii Yesimov, Ruslana Kramar, Ruslan Skrynkovsky**

Перспективи реформування організаційно-правового механізму забезпечення прав і свобод людини та громадянина .....

6001

[Prospects for Reforming the Organizational and Legal Mechanism for Ensuring Human and Civil Rights and Freedoms]

(Language – Ukrainian)

## SECTION "MEDICINE"

**Fedir Hladkykh, Natali Stepaniuk, Sergii Vernygorodskyi**

Макро- та мікроскопічне дослідження впливу 2-феніл-3-карбетокси-4-диметиламінометил-5-оксибензофурану гідрохлориду (вінборону) на гастротоксичність ібупрофену за умов експериментального ревматоїдного артрити у щурів .....

7001

[Macro- and Microscopic Study of the Effect of 2-Phenyl-3-Carbethoxy-4-Dimethylaminomethyl-5-Hydroxybenzofuran Hydrochloride (Vinboron) on the Gastrototoxicity of Ibuprofen in Experimental Rheumatoid Arthritis in Rats]

(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)*

# Chemical Composition and Particle Size Analysis of Kaolin

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.27-1

LCC Subject Category: QD1-999

Received 05.09.2017

Accepted 10.10.2017

Published online 17.10.2017

Corresponding Author: Shehu Yahaya

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.** The mineral and elemental composition, crystal structure and particle size distribution of kaolin clays have been determined to ascertain its industrial significance. The mineral composition is evaluated by X-Ray Fluorescence (XRF), crystalline structure by X-Ray Diffraction (XRD) and particle size distribution using low angle laser light scattering (LALLS) technique. The results shows the presence of eight elements expressed in percentages in form of their oxides as: SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub> and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Five crystalline structures are revealed by XRD result. The particle size distribution shows that kaolin particles are mainly in the range of 25–35 µm, while few particles have size distribution varied between 0.4–0.75 µm. The report is found to be in agreement with other researchers.

**Keywords:** Kaolin; particle Size; composition; X-Ray Fluorescence; X-Ray Diffraction.

## INTRODUCTION

The name kaolin was derived from a hill in China (Kao-ling) where it was mined for centuries [1]. Kaolin is a significant raw material with wide-spread application in industrial arena including water treatment, as porcelain, cement and ceramics production [2] and equally use as fillers for polymer, paint and rubber [3, 4]. Kaolin, or china clay, nevertheless relatively rare in nature, is of specific importance to the potter. It is fundamental in the manufacture of clean white porcelain. It consists of the main mineral referred to as kaolinite. The kaolin is composed of abundantly 1:1 clay mineral Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(OH)<sub>4</sub> structure per alumina-silicate producing bulky congested particles of SiO<sub>4</sub> tetrahedral sheets and AlO<sub>2</sub>(OH)<sub>4</sub> octahedral sheets [5]. The AlOHOSi hydrogen bonds is attached to each two unbroken layers since the kaolinite layer is neutral. There is a formation of an asymmetric environment of octahedral sheets which have hydroxyl groups on the interlayer surface, however the tetrahedral sheets possess oxide surfaces. These

layers are less tightly bonded through Vander Waal forces together through the 'c-axis' direction. The internal surface OH groups are located virtually perpendicular to the tetrahedral sheet of the next layer preceding to creation of intensive hydrogen bonds. Hence, kaolinite has been categorised as a non-expandable mineral [6].

Some other minerals such as quartz, feldspar, anatase, and muscovite are found typically in kaolin [7]. Furthermore, crude kaolin is regularly marked yellow by iron hydroxide pigments. It is frequently essential to decolourise the clay chemically to eliminate the iron pigment and to rinse it with water to detach the other minerals, or delaminate in order to formulate kaolin for different industrial uses [8, 9, 10].

Kaolin can be used as an economical additive which can produce even dispersions to improve the properties of the product. The major characteristics of kaolin which are crucial for industrial uses includes particle size distribution, structural order, particle shape, disorder and crystallinity, specific surface area and whiteness [11]. Huge

amount of numerous properties of kaolin are regulated by the surface properties of the kaolin. Predominantly in industries, substantial loadings and viscosity are essential, these also comprise of the occurrence of absorbed surface species which modify its properties [12].

Additionally, many industrial methods use particle size as a considerable factor [13, 14]. The chemical, mechanical, and optical properties, the mixing behaviour and the bio-distribution of numerous resources and end-products are influenced by the size and shape of the particles. The results achieved by the particle size analysis involves volume distribution, standard mean diameters and distribution reports using the assumption that particles are spherical. The kaolin samples can be quantified through laser diffraction technique by bimodal distribution.

This study reports on the result on investigation of chemical constituents and particle size distribution of kaolin clay using X-Ray Fluorescence and FRITTSCH Laser Particle Sizer respectively. The result is aimed to study the chemical composition and particle size distribution of kaolin obtained from an indigenous dealer Kaolin (Malaysia) Sdn. Bhd.

## MATERIALS AND METHODS

Kaolin for this study was obtained from Kaolin (Malaysia) Sdn. Bhd in powdered form. By the use of hard-pressed with hydraulic press, powdered kaolin and wax were cautiously mixed and hard-pressed into pellets of 17 mm diameter in the ratio 8:2, powder to wax. 8 tonnes of MPa were operated for one minute to form the pellets. Consequently, samples were loaded in the XRF machine model (XRF Bruker S4 Pioneer) for elemental analysis. The machine was operated at maximum voltage and current 60 KV and 1 mA respectively to generate the X-rays which will energise the sample for a particular time (specifically, 10 mins) with X-ray tube of rhodium anode and scintillation detector of current 40 mA and voltage 40 mV. X-ray powder diffraction analysis was carried out using CuK $\alpha$ 1 ( $\lambda=1.54060$  Å) radiation at 0.3/min scanning rate of  $2\theta$  range of 5–40° in a signal mode, with 0.03 phase size at room temperature on XPERT-3 powder diffractometer fortified with a curved position-sensitive detector. The configurations were verified at 40 mA, 40 kV, and tests were positioned on flat bottom holder.

Particle size testing was conducted using FRITTSCH Laser Particle Sizer (ANALYSETTE 22). Unique of the predefined Standard Operating Procedures (SOPs) ISO 13320 was chosen to start a measurement with the ANALYSETTE 22. The package encourages the adding of sample material [15]. The moment the quantity of sample is adequate, the measurement starts automatically. Subsequently, automatic dispersion, measurement, analysis and report generation occurs simultaneously. The system identifies, duplicates and evaluates with accuracy.

## RESULTS AND DISCUSSION

### XRF Analysis

The method of Elemental analyses of clays has been continuously showing the class of aluminosilicates to which the analyzed material correspond [16]. The elements determined in clays have been presented as relative percentage of the elements expressed as oxides in the whole sample as shown Table 1.

Table 1 – Mineralogical composition (XRF) of kaolin sample

Sample Chemical composition (Weight %)							
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
57.633	37.766	0.86	0.596	0.346	1.801	0.605	0.311

According to reports by [1] the Malaysian kaolin has high amount of silica 69.30 % and lower alumina 24.30 %. Other researchers [17] achieved silica content of 56.290 % and alumina 36.490 %; which is related to this report.

### XRD Analysis

Figure 1 represents the XRD diffractograms of the kaolin.

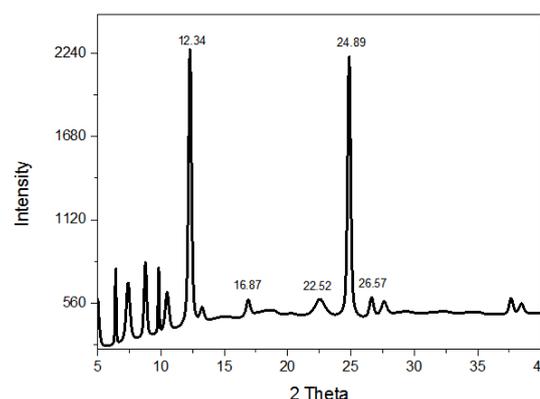


Figure 1 – XRD diffractograms of the kaolin

Five prominent peaks are detected at about  $12.34^\circ$ ,  $16.87^\circ$ ,  $22.52^\circ$ ,  $24.89^\circ$  and  $26.88^\circ$ . The peak at  $2\theta = 12.34^\circ$  is the distinctive XRD form of kaolin. The XRD diffractograms displays the exist-

tence of five crystalline phases as summarised in Table 2 below. This report supports the XRF result obtained above.

Table 2 – Crystalline phases from XRD result

Phase	Shape	Formulae	Reference code
Silicon Dioxide	Hexagonal	$\text{SiO}_2$	ICSD 98-017-1734
Zeolite SSZ-16	Orthorhombic	$\text{H}_{4.14}\text{Al}_{7.2}\text{Na}_{3.06}\text{Si}_{40.8}$	ICSD 98-062-6844
Quartz low	Hexagonal	$\text{O}_2\text{Si}$	ICSD 98-002-0145
Carbon oxide Lt	Cubic	CO	ICSD 98-002-6962
13-Carbonylcarbidotetrairon	Monoclinic	$\text{C}_{14}\text{Fe}_4\text{O}_{13}$	ICSD 98-002-1070

### Particle size distribution

Figure 2 represents the distribution of particles in relation to particle diameter vs percentage of total particle volume of kaolin samples, as evaluated by dimensions of low angle laser light scattering (LALLS) technique.

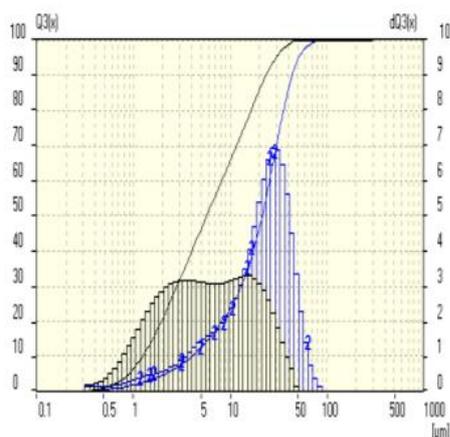


Figure 2 – Particle size distribution of kaolin

From figure 2, the particle-size dispersion of kaolin (blue line) indicates the existence of two particles assortment of sizes interchanging between 0.3 and 100  $\mu\text{m}$ . The highest dispersion ( $\sim 70\%$ ) is produced by particles of 25–35  $\mu\text{m}$ , with 30  $\mu\text{m}$  modal size. This population complements through a lesser collection ( $\sim 3\%$ ) which involves particles of 0.4–0.75  $\mu\text{m}$ , having 0.5  $\mu\text{m}$

modal size. The particles has arithmetic mean diameter (De Brouckeremean diameter,  $D_{4,3}$ ), span value (the distribution of width of size  $(d_{90} - d_{10})/d_{50}$ ) and the median particle size  $d_{50}$  of 8.343, 3.653 and 5.227 respectively.

### CONCLUSION

Kaolin is found to be a beneficial mineral resource not merely as a worthy basis of silica, but likewise as the origin of zeolite, quartz, and carbon oxide and carbonyl materials. This can potentially allow the manufacture of collection of valued products. Though, there is need for higher perspectives of kaolin for merchandise improvement. The study has offered altogether a valuable know-how on the compositional and particle size features of kaolin sample. Hence, additional information on the composition and particle size analysis of kaolin is appropriately imperative for the purpose of which variety of kaolin can be expended by manufacturing industries.

### ACKNOWLEDGEMENTS

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

### REFERENCES

- Jamo, H. U., & Abdu, S. G. (2014). Structural analysis and surface morphology kaolin. *Science World Journal*, 9(3), 29–30.
- Lima, P. A., Angélica, R., & Neves, R. (2017). Dissolution kinetics of Amazonian metakaolin in hydrochloric acid. *Clay Minerals*, 52(1), 75–82. doi: [10.1180/claymin.2017.052.1.05](https://doi.org/10.1180/claymin.2017.052.1.05)

3. Kotal, M., & Bhowmick, A. K. (2015). Polymer nanocomposites from modified clays: Recent advances and challenges. *Progress in Polymer Science*, 51, 127–187. doi: [10.1016/j.progpolymsci.2015.10.001](https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2015.10.001)
4. Liu, P., Farzana, R., Rajarao, R., & Sahajwalla, V. (2017). Lightweight expanded aggregates from the mixture of waste automotive plastics and clay. *Construction and Building Materials*, 145, 283–291. doi: [10.1016/j.conbuildmat.2017.04.009](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.04.009)
5. 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)
6. Abou-El-Sherbini, K. S., Elzahany, E. A. M., Wahba, M. A., Drweesh, S. A., & Youssef, N. S. (2017). Evaluation of some intercalation methods of dimethylsulphoxide onto HCl-treated and untreated Egyptian kaolinite. *Applied Clay Science*, 137, 33–42. doi: [10.1016/j.clay.2016.12.005](https://doi.org/10.1016/j.clay.2016.12.005)
7. 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.
8. Nazir, M. S., Mohamad Kassim, M. H., Mohapatra, L., Gilani, M. A., Raza, M. R., & Majeed, K. (2016). Characteristic Properties of Nanoclays and Characterization of Nanoparticulates and Nanocomposites. *Engineering Materials*, 35–55. doi: [10.1007/978-981-10-1953-1\\_2](https://doi.org/10.1007/978-981-10-1953-1_2)
9. 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](https://doi.org/10.1007/s10853-016-0323-8)
10. Sempeho, S. I., Kim, H. T., Mubofu, E., Pogrebnoi, A., Shao, G., & Hilonga, A. (2015). Dynamics of Kaolinite-Urea Nanocomposites via Coupled DMSO-Hydroxyaluminum Oligomeric Intermediates. *Indian Journal of Materials Science*, 2015, 1–10. doi: [10.1155/2015/920835](https://doi.org/10.1155/2015/920835)
11. Franco, F., Cecila, J. A., Pérez-Maqueda, L. A., Pérez-Rodríguez, J. L., & Gomes, C. S. F. (2007). Particle-size reduction of dickite by ultrasound treatments: Effect on the structure, shape and particle-size distribution. *Applied Clay Science*, 35(1-2), 119–127. doi: [10.1016/j.clay.2006.07.004](https://doi.org/10.1016/j.clay.2006.07.004)
12. Li, X., Liu, Q., Cheng, H., Zhang, S., & Frost, R. L. (2015). Mechanism of kaolinite sheets curling via the intercalation and delamination process. *Journal of Colloid and Interface Science*, 444, 74–80. doi: [10.1016/j.jcis.2014.12.039](https://doi.org/10.1016/j.jcis.2014.12.039)
13. Jillavenkatesa, A., Dapkunas, S. J., & Lum, L.-S. H. (2001, January). *Particle Size Characterization*. Retrieved from [http://ws680.nist.gov/publication/get\\_pdf.cfm?pub\\_id=850451](http://ws680.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=850451)
14. Toraman, O. Y., & Uçurum, M. (2017). Investigation of grinding-aid effect on the fineness, particle size distribution, surface area and color properties of calcite powder in dry vertical stirred mill. *Chemistry Research Journal*, 2(3), 56–65.
15. Malvern Instruments Limited (2012). *A basic guide to particle characterization*. Retrieved August 10, 2017, from [http://www.cif.iastate.edu/sites/default/files/uploads/Other\\_Inst/Particle%20Size/Particle%20Characterization%20Guide.pdf](http://www.cif.iastate.edu/sites/default/files/uploads/Other_Inst/Particle%20Size/Particle%20Characterization%20Guide.pdf)
16. Gates, W. P., Slade, P. G., Manceau, A., & Lanson, B. (2002). Site Occupancies by Iron in Nontronites. *Clays and Clay Minerals*, 50(2), 223–239. doi: [10.1346/000986002760832829](https://doi.org/10.1346/000986002760832829)
17. Aroke, U. O., & El-Nafaty, U. A. (2014). XRF, XRD and FTIR properties and characterization of HDTMA-Br surface modified organo-kaolinite clay. *International Journal of Emerging Technology and Advance Engineering*, 4(4), 817–825.

# Synthesis and Characterization of Natural Sensitizers for Dye Sensitized Solar Cells

Mohammed Isah Kimpa<sup>1</sup>, Kasim Uthman Isah<sup>1</sup>, Jibrin Alhaji Yabagi<sup>2</sup>, Sulaiman Taufiq<sup>3</sup>, Mohd Arif Bin Agam<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Federal University of Technology Minna

P. M. B. 65, Minna, Nigeria

<sup>2</sup> Ibrahim Badamasi Babangida University Lapai

KM3, Minna Road, Lapai, Nigeria

<sup>3</sup> Umaru Waziri Federal Polytechnics

P. M. B. 1034, Birnin Kebbi, Nigeria

<sup>4</sup> Universiti Tun Hussein Onn Malaysia

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

DOI: 10.22178/pos.27-3

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

Received 15.09.2017

Accepted 18.10.2017

Published online 20.10.2017

Corresponding Author:

kimpa@futminna.edu.ng

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

**Abstract.** Natural dyes of anthocyanin extract from flame tree flower (*Delonix regia*) and chlorophyll extract from pawpaw leaf (*Carica papaya*) were used as sensitizer to fabricate dye sensitized solar cell (DSSC). The photoelectrode were subjected to UV/Vis spectrophotometer to view their absorbability. The photo electrochemical performances of DSSCs obtained from I.V characteristics showed conversion efficiency, ( $\eta$ ) of 0.80 % for the dye extracts from flame tree flower (anthocyanine), with open-circuit voltage ( $V_{oc}$ ) of 0.5249 mV, short-circuit current density ( $I_{sc}$ ) of 44.6191 mA/m<sup>2</sup> and Fill factor ( $FF$ ) of 0.5837. Chlorophyll dyes extract from pawpaw leaf has  $V_{oc}$ ,  $I_{sc}$ ,  $FF$  and conversion efficiency, ( $\eta$ ) of 0.5249 mV, 16.5283 mA/m<sup>2</sup>, 0.5585 and 0.27 % respectively. The conversion efficiency for the mixed dyes (anthocyanin and chlorophyll) at ratio 1:2 is 0.23 % with  $V_{oc}$ ,  $I_{sc}$  and  $FF$  of 0.5500 mV, 14.2750 mA/m<sup>2</sup> and 0.5451 respectively, while the dye mixture at ratio 1:4 achieved  $V_{oc}$  of 0.5249 mV,  $I_{sc}$  of 18.4941 mA/m<sup>2</sup>,  $FF$  of 0.5206 and conversion efficiency ( $\eta$ ) of 0.26 %. Anthocyanine from flame tree flower dye extract had the higher conversion efficiency of 0.8 % which could be better in term of application in dye solar cell.

**Keywords:** flame tree flower; pawpaw leaf; solar cell; absorbance; chlorophyll; anthocyanin.

## INTRODUCTION

Dye-sensitized solar cell (DSSC) is a device that change light into electric energy by light sensitization established on wide energy-band semiconductor [1]. Conventionally, solar cells semiconductor has the task of light absorption and the transportation of charge-carrier, whereby in the DSSCs, they are separately controlled [2]. The photosensitizing dye adsorbed on the nanocrystalline TiO<sub>2</sub> semiconductor, absorbs light. The ejected electrons excite to the conduction band of the semiconductor leaving the oxidized dye molecules behind [3]. The electrons travel to the counter electrode through the external circuit to reduce the iodide ion of the electrolyte. The iodide ions transport the electrons back to the dye [4].

Among the dye-sensitized solar cells, the dye-sensitized solar cell using Ruthenium complex shows a high conversion efficiency of about 11–12 % [5]. However, Ruthenium is a rare metal and the cost of ruthenium complex is very high. On the other hand natural dye is easy to obtain and the cost is very low [6]. Green plants are mostly rich in chlorophyll and red leaves are rich in anthocyanine [7] and the application of this kind of natural dye has been frequently investigated in many related studies [3, 8, 9].

In this paper, extracts of pawpaw leaves and flame tree flower were the natural dyes used as light sensitizers for the preparation of DSSCs. The conversion efficiency of the DSSCs was investigated via solar simulator.

## MATERIAL AND METHODS

### Preparation of natural dye

Fresh pawpaw leaves and flame tree flower were separately squeezed to obtain a pure and natural dye solution. Water was used as the extracting solvent. The extract fluid was heated separately for 10 min to extract chlorophyll from pawpaw leaf dye solution and anthocyanin from flame tree flower dye solution. Then, the extract solution of pawpaw leaves and flame tree flower were blended at the ratios of 1:2 and 1:4 to serve as natural dye cocktail from these two plants.

### Preparation of the TiO<sub>2</sub>/Dye Electrode

The ITO glass (0.03 cm\*0.7 cm=0.021 cm<sup>2</sup>) was cleaned with distilled water and acetone to remove impurities. The cleaned ITO surface was coated with commercially available nanocrystalline TiO<sub>2</sub> paste using the screen printing method. To improve this situation and increase the compactness of thin film, the ITO/TiO<sub>2</sub> electrodes were sintered at 450 °C for 1 hour. When the temperature of the TiO<sub>2</sub> electrodes reached 80 °C during cooling, the electrodes were immersed into different dye solutions for 24 hours. The white TiO<sub>2</sub> film will change color when dye is adsorbed on the TiO<sub>2</sub> electrode. The TiO<sub>2</sub>/dye electrode was washed with water and ethanol to remove impurities and trapped water. After cleaning, the DSSCs photoelectrode was complete and ready for testing.

### The assembly of DSSCs

DSSCs were encapsulated according to the general assembly procedures [10]. A DSSC is mainly comprised of ITO conductive glass, TiO<sub>2</sub> nanoparticles, natural dye, an electrolyte, counter electrode and spacers. A glass insulation spacer in long strips was initially stuck on the four edges on the base plate of conductive glass at the bottom to create space between photoelectrode and counter electrode and enabling the injection of electrolyte after assembly. AB glue was used to bind the base plate of lower conductive glass carrying the counter electrode with the base plate of upper conductive glass carrying the photoelectrode. The gap between the electrodes was filled with the electrolyte to make the cell complete. This was performed by capillary effect. The process was repeated until the entire internal surface

of the cell was completely wetted with the electrolyte. The cell was now complete and operational. Schematic diagram of the molecular structure of the anthocyanin obtained from the red leaf extract of Flame tree flower is shown in Figure 1(a) and 1(b).

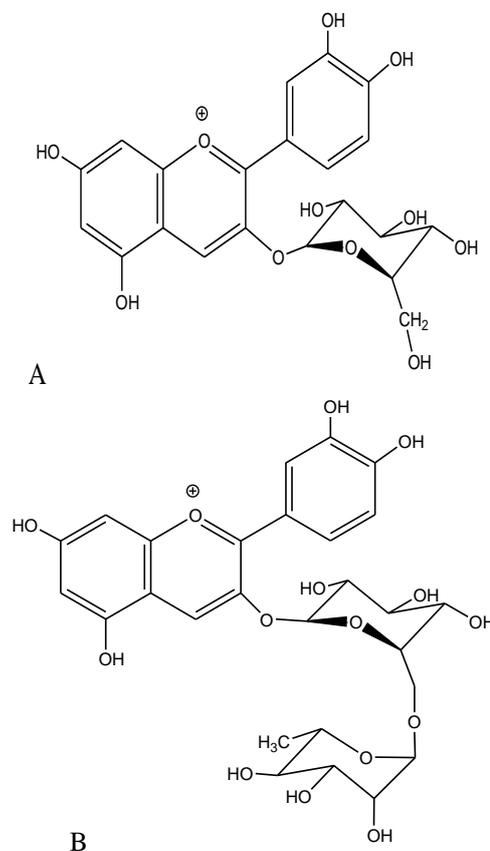


Figure 1-Chemical structure of anthocyanin  
(a) – Cyanidine 3-O-rutinoside and  
(b) – Cyanidine 3-O-glucoside

### Measurement of photoelectric conversion efficiency of DSSC

The photoelectric conversion efficiency of DSSC was inspected under the simulated sunlight source (A.M 1.5) with current – voltage (*I-V*) characteristic, the fill-factor (*FF*) was defined as (1):

$$FF = \frac{I_{\max} \times V_{\max}}{I_{sc} \times V_{oc}} \quad (1)$$

where  $I_{\max}$  and  $V_{\max}$  denote maximum output value of current and voltage respectively, and  $I_{sc}$  and  $V_{oc}$  denote the short circuit current and open-circuit voltage respectively. The total energy conversion efficiency was defined as (2):

$$\eta = \frac{I_{sc} \times V_{oc} \times FF}{P_{in}} \quad (2)$$

where  $P_{in}$  denotes the energy of incident photon.

## RESULTS AND DISCUSSION

### XRD and SEM analysis

Figure 2 shows the XRD pattern of the TiO<sub>2</sub> nanoparticle. The spectrum is identical to the standard data sheet (JCPD 01-075-8897).

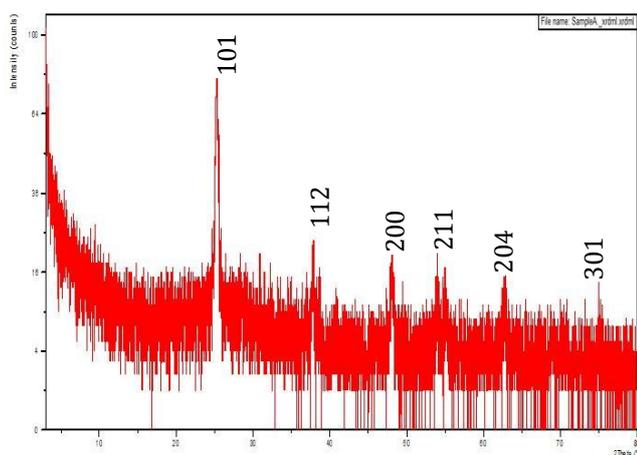


Figure 2 – XRD analysis of the anatase TiO<sub>2</sub> thin film

The XRD pattern observed in this study is in agreement with previous report [8]. Surface morphology of the TiO<sub>2</sub> nanocrystalline is presented in Figure 3, which shows homogeneous and uniform spread of the anatase TiO<sub>2</sub> film on the glass substrate.

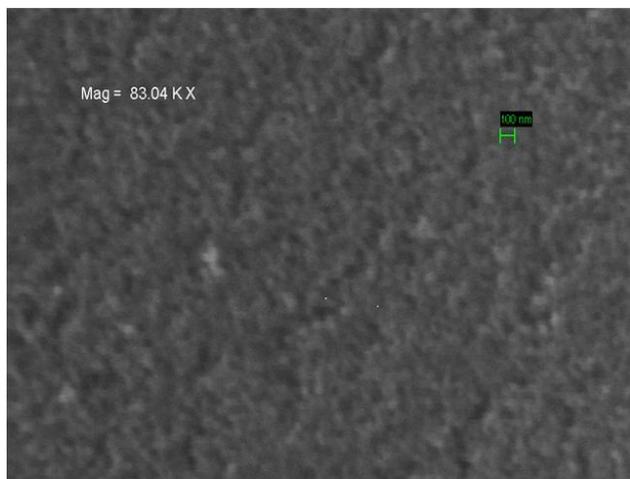


Figure 3 – SEM image of the photo electrode thin film fabricated using screen printing method

The paste was observed to have agglomeration particle size with film porosity which allows electrons to travel and be collected at the surface of the conduction substrate. Figure 4 show the analysis of the elemental composition of TiO<sub>2</sub> anatase.

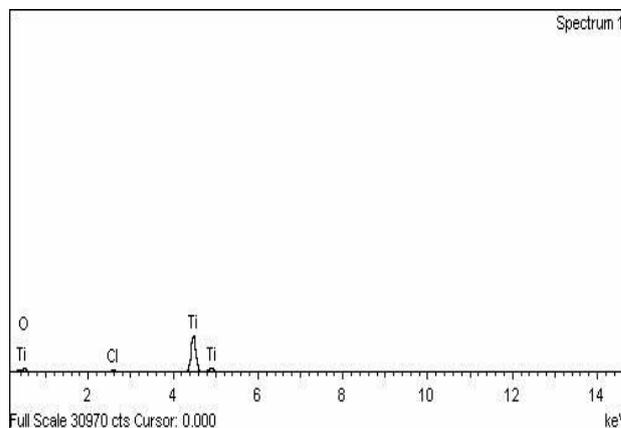


Figure 4 – EDX image of the photo electrode of TiO<sub>2</sub>

The analysis revealed the presence of titanium, oxygen and very little chlorine. Chlorine was detected in the compound due to TiCl<sub>4</sub> that contained in the preparation of anatase TiO<sub>2</sub> compound. For any efficient solar cell, the EDX revealed the compound composition of the element it's composed.

Any other element found outside the TiO<sub>2</sub> semiconductor compound could degrade the performance of the solar cell.

### Absorption of natural dyes

Figure 5 show the absorption spectra of the pawpaw leaf extracts, mixed dye extracts of pawpaw and flame tree flower at ratio 1:2 and 1:4. The absorption spectrum for the three dyes extract where within the wavelength of 300 to 550 nm with the maximum peak absorption value at 380 nm for mixed dyes at 1:4. The difference in absorption peak for different dye extract could be as a result of differences in chemical structure of these pigments.

Figure 6 show the absorption spectra of the flame tree flower and mixed dye extracts at the ratio of 1:2 and 1:4. Figure 7 depict the absorption spectra from the extracts of flame tree flower, pawpaw leaf, mixed dyes at 1:4 and 1:2. It was observed in (Figure 6 & 7) that the absorption range of the dye extracts is between 300–550 nm with absorption peak at wavelength of 380 nm for the dye cocktail (mixed dye) at ratio

(1:2 and 1:4) and flame tree flower while the absorption peak of pawpaw leaf extracts was at 350 nm.

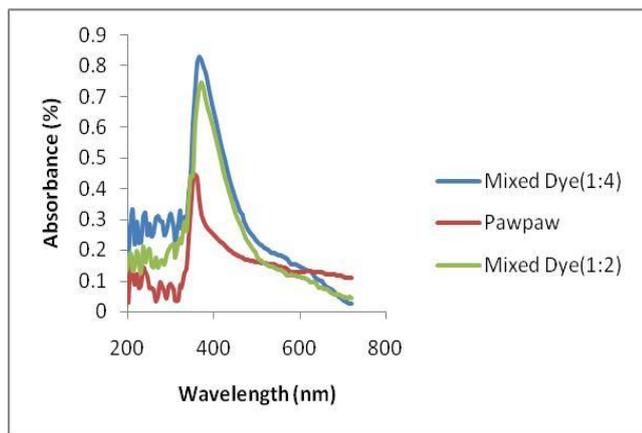


Figure 5 – Absorption spectra of mixed dye extracts at 1:4, pawpaw dye and mixed dye at 1:2

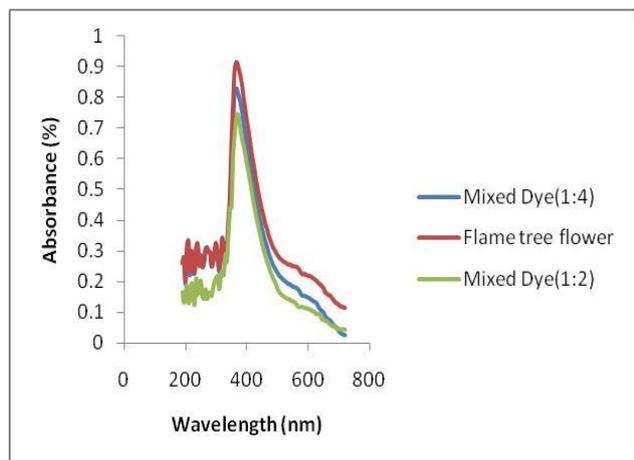


Figure 6 – Absorption spectra of the mixed dyes extracts at 1:2, 1:4 and flame tree flower extracts

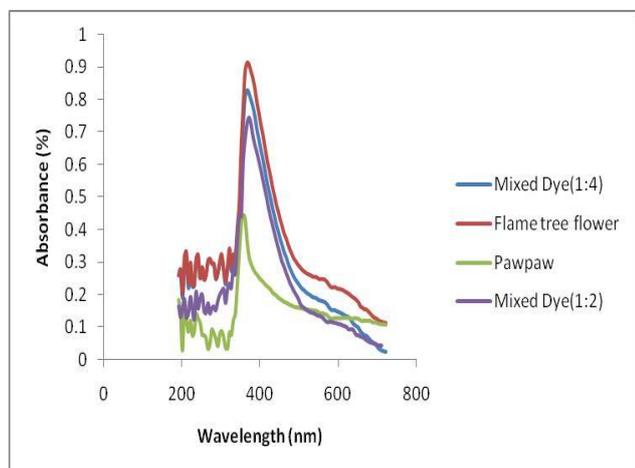


Figure 7 – Absorption spectra of the mixed dye extracts at ratio 1:2, 1:4, pawpaw leaf extract and flame tree flower extracts of DSSC

All the absorption spectrum (Figures 5–7) shows the absorption of the dye extracts within the Ultra-Violet Visible range with the absorption peak at the violet color region that appears green-yellow color as complementary color. Pawpaw leaf dye extracts absorbed light at lower peak than other dye extracts. This could be as a result of the extracting solvent use in this study. Similar work was done by [7] with ethanol as the extracting solvent and pawpaw leaf extract had better absorption peak than flame tree flower extract. Another reason that could lower the absorption peak of pawpaw extract among the study dyes could be due to different absorption properties for different pigments and colors of different extract fluids [8].

Figure 8 shows the photovoltaic test of DSSCs using these natural dyes as sensitizers.

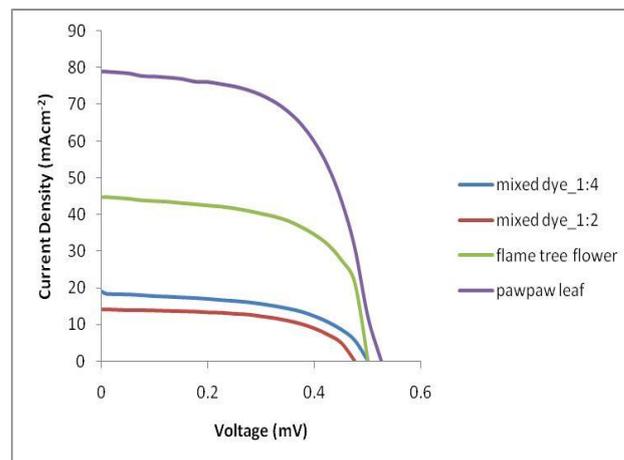


Figure 8 – I-V Characteristic of DSSC sensitized by natural dye extracts from pawpaw leaf, flame flower leaf, mixed dyes at 1:2 and 1:4

Their performances were measured by current-voltage (I-V) curves under irradiation with halogen lamp (100 mWcm<sup>-2</sup>) from solar simulator. Table 1 shows the data acquired from measuring the photoelectric conversion efficiency of the DSSCs.

Table 1 – Photo electrochemical parameters of the DSSCs sensitized by natural dyes extracted with water in the UV-vis light range

Dye	Voc, mV	Isc, mAcm <sup>-2</sup>	FF	η, %
Flame tree flower	0.5249	44.6191	0.5837	0.80
Pawpaw leaf	0.5249	16.5283	0.5585	0.27
Mixed dye 1:4	0.5249	18.4941	0.5206	0.26
Mixed dye 1:2	0.5500	14.2750	0.5451	0.23

From the results obtained, natural dye extracts from flame tree flower had the highest conversion efficiency than pawpaw leaf dye extracts and the cocktail dye extracts that were blended in two different ratios (1:2 and 1:4). This could be as a result of the chlorophyll extracts from pawpaw leaf and the extracting solvent (water). More also the blended ratio could also be the reason for their lower efficiencies because the anthocyanine dye extracts from flame tree flower that shows the highest conversion efficiency was the dye extracts that was added to the chlorophyll dye extracts at different ratio, chlorophyll was kept constant. Another reason for their lower efficiencies could also be from their absorbability capacity.

Furthermore, Table 1 compares different property parameters of DSSCs using different natural dyes, including short-circuit photo current density ( $J_{sc}$ ), open-circuit voltage ( $V_{oc}$ ), fill factor (FF) and energy conversion efficiency ( $\eta$ ). As shown in Table 1, the photoelectric conversion efficiency of flame tree flower extract fluid is higher than the photoelectric conversion efficiency of the extracts from pawpaw leaf and the dye mixtures at ratio 1:2 and 1:4. This is because the absorption intensity of flame tree flower is higher than the other dye extracts. In addition, DSSCs fabricated from the extracts of flame tree flower had better charge-transfer performance and clearly improved efficiency to 0.8 %. Figure 9 shows the power against voltage curves of the DSSCs using the natural dyes extracted from the pawpaw leaf, flame tree flower, mixed dye at ratio 1:2 and 1:4.

The DSSC using natural dye extracts from flame tree flower has the maximum power rate of about 13.6704 mW.

## REFERENCES

- Chang, H., Kao, M.-J., Chen, T.-L., Kuo, C.-G., Cho, K.-C., & Lin, X.-P. (2010). Natural Sensitizer for Dye-Sensitized Solar Cells Using Three Layers of Photoelectrode Thin Films with a Schottky Barrier. *American Journal of Nanotechnology*, 1(1), 13–22. doi: [10.3844/ajnspp.2010.13.22](https://doi.org/10.3844/ajnspp.2010.13.22)
- Osman, U. M., Farizal, A. S. N., Razali, M. H., & Salleh, H. (2017). Synthesis of Nano Crystalline 1-[2-(Trifluoro-Methyl) Benzylidene] Thiosemicarbazide with D- $\pi$ -A Architecture towards Dyes Sensitized Solar Cells. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12(9), 2506–2511.
- Isah, K. U., Ahmadu, U., Idris, A., Kimpa, M. I., Uno, U. E., Ndamitso, M. M., & Alu, N. (2014). Betalain pigments as natural photosensitizers for dye-sensitized solar cells: the effect of dye pH on the photoelectric parameters. *Materials for Renewable and Sustainable Energy*, 4(1). doi: [10.1007/s40243-014-0039-0](https://doi.org/10.1007/s40243-014-0039-0)

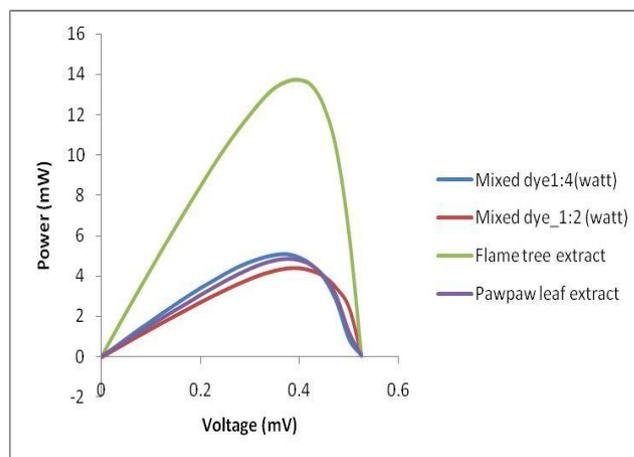


Figure 9 – Plot of power against voltage for DSSC sensitized by natural dyes extracts from pawpaw leaf, flame tree flower, mixed dyes at ratio 1:2 and 1:4

## CONCLUSION

The measurement and analysis of the absorption spectra for natural dyes extracted from the pawpaw leaf, flame tree flower, mixed dye at 1:2 and 1:4 are carried out. The results show that the dye extracted from the flame tree flower has similar absorption spectrum to the dye extracts for the pawpaw leaf and their mixed dyes which has absorption wave band at 300–550 nm. The DSSC using the flame tree flower dye extracts has the best photo electric conversion efficiency of 0.80 % and has the maximum power of about 13.6704 mW.

## ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to thank the entire staff of the Physics Advanced Lab, Sheda Science and Technology Complex (SHESTCO) Abuja for allowing us to use their laboratory.

4. Pradhan, B., Batabyal, S. K., & Pal, A. J. (2007). Vertically aligned ZnO nanowire arrays in Rose Bengal-based dye-sensitized solar cells. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 91(9), 769–773. doi: [10.1016/j.solmat.2007.01.006](https://doi.org/10.1016/j.solmat.2007.01.006)
5. Zhou, H., Wu, L., Gao, Y., & Ma, T. (2011). Dye-sensitized solar cells using 20 natural dyes as sensitizers. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 219(2-3), 188–194. doi: [10.1016/j.jphotochem.2011.02.008](https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2011.02.008)
6. Furukawa, S., Iino, H., Iwamoto, T., Kukita, K., & Yamauchi, S. (2009). Characteristics of dye-sensitized solar cells using natural dye. *Thin Solid Films*, 518(2), 526–529. doi: [10.1016/j.tsf.2009.07.045](https://doi.org/10.1016/j.tsf.2009.07.045)
7. Isah Kimpa, M., Momoh, M., Uthman Isah, K., Nawawi Yahya, H., & Muhammed Ndamitso, M. (2012). Photoelectric Characterization of Dye Sensitized Solar Cells Using Natural Dye from Pawpaw Leaf and Flame Tree Flower as Sensitizers. *Materials Sciences and Applications*, 03(05), 281–286. doi: [10.4236/msa.2012.35041](https://doi.org/10.4236/msa.2012.35041)
8. Chang, H., Wu, H. M., Chen, T. L., Huang, K. D., Jwo, C. S., & Lo, Y. J. (2010). Dye-sensitized solar cell using natural dyes extracted from spinach and ipomoea. *Journal of Alloys and Compounds*, 495(2), 606–610. doi: [10.1016/j.jallcom.2009.10.057](https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2009.10.057)
9. Nair, G., Ramli, S., Irwanto, M., Yusoff, M. I., Fitra, M., Hashim, U., & Mariun, N. (2014). Fabrication of Organic Dye Sensitized Solar Cell. *Applied Mechanics and Materials*, 699, 516–521. doi: [10.4028/www.scientific.net/amm.699.516](https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.699.516)
10. Kimpa, M. I. (2012). *Fabrication and Analysis of Dye-Sensitized Solar Cells Using Natural Dyes Extracted from Pawpaw Leaf and Flame Tree Flower and their Synthetic Ruthenium Dye* (Master's Degree Dissertation). Sokoto: Usmanu Danfodiyo University Sokoto.

# Determination of Planck's Constant using Light Emitting Diodes

Cliff Orori Mosiori <sup>1</sup>, Duke Ateyh Oeba <sup>2</sup>, Reuben Shikambe <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.27-2

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

Received 24.07.2017  
Accepted 12.09.2017  
Published online 20.10.2017

Corresponding Author:  
corori@tum.ac.ke

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

**Abstract.** Planck's constant is named after Max Planck, a nineteenth-century physicist who first described it by relating it as  $E=h\omega$  where symbols have their usual meanings. It is a relationship used when comparing a quantum of energy absorbed to that emitted during electron transitions which can be extended to emission by light-emitting diodes. The purpose of this study was to determine Planck's constant using the energy needed to excite free electrons in a light emitting diode. When a light-emitting diode is switched on, electrons recombine with holes within and release energy in the form of photons which can be determined using energy band gaps of the semiconductor composite material used to fabricate the LED. Therefore, LEDs consist of a chip of doped semiconducting layers to create a *p-n* junction. In LEDs, current flows easily from the *p*-side to the *n*-side but not in the reverse from electrodes with different voltages. When an electron meets a hole, it is inhaled and it falls into lower energy level releasing energy in the form of a photon. Photon emissions take place when electrons return to a lower energy state. Therefore, electrons within a LED crystal are excited to a higher energy state and any radiation emitted depends on the *p-n* junction direct band gap. Depending on the materials used, LEDs emit radiation with energies corresponding to either near-infrared, visible, or near-ultraviolet light. In reality, a LED is designed to have a small area (approximately less than 1 mm<sup>2</sup>). In this work, an electric current was used to excite electrons and the corresponding energy was measured using a voltmeter. Planck's constant was calculated by substituting the obtained frequency and energy from the voltmeter in the relationship,  $E = h\omega$ .

**Keywords:** LEDs; Bohr frequency; Fermi's Golden Rule; Max Planck; Eigen-functions; time-independent Schrödinger equation; transition moment; Bloch oscillation.

## INTRODUCTION

Light wavelength can be measured using a spectrometer. Using the relationship,  $c = f\lambda$ , one can find the frequency emitted by any diode [4, 8, 9]. In this work, we start by considering the quantum mechanics of light absorption between two close states arbitrary taken as state 1 and state 2, with Eigen-functions with Eigen-values,  $\psi_1$ ,  $\psi_2$  and with corresponding wave-energies  $E_1$ ,  $E_2$ , respectively. This can be illustrated as shown in Figure 1.

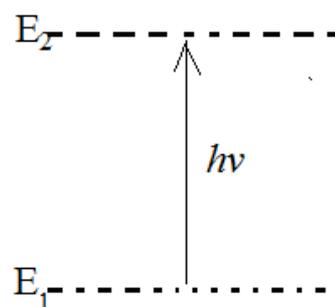


Figure 1 – Energy in close states arbitrary taken as 1 and 2

According to the Bohr condition [3, 1, 5], absorption is only “allowed” when the energy of the photon,  $h\nu$ , is equal to the energy difference between the two states (state 1 and state 2) i. e.:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu. \tag{1}$$

Consider an electron in the Bohr orbit of a hydrogen atom and its interaction with electromagnetic radiation especially visible light wave. It’s clear that an electron in a particular state at time  $t = 0$ , has a probability to be found in some other state at a later time  $t$ . In which the transiting energy can be expressed as (2):

$$\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu = h\left(\frac{c}{\lambda}\right). \tag{2}$$

This expression seems to be easy and direct; however, there are other “rules” that govern such transitions.

Recalling from the quantum mechanics (QM) postulates that if the functions  $\psi_j^0$  are Eigenfunctions of the time-independent Schrödinger equation, the using the Eigen operators, we obtain the expression for time-independent Schrödinger equation as (3)

$$\hat{H}^0 \psi_j^0 = E_j^0 \psi_j^0. \tag{3}$$

This results into a time-dependent wave-function commonly expressed in the form of (4):

$$\psi_j^o = \psi_j^0 e^{-iE_j t / \hbar}. \tag{4}$$

In this case, each  $\Psi_j^0$  forms a solution to the *time-dependent* Schrödinger equation [3], thus easily accepted that (5):

$$\hat{H}^0 \Psi^0 = i\hbar \frac{\partial \Psi^0}{\partial t}. \tag{5}$$

Although in this case, each  $\Psi_j^0$  arbitrary represents a stationary state in the system, it’s generally accepted that the most general solution of (5) would best be described using a superposition state hence represented by the expression (6):

$$\Psi^0 = \sum_{j=0}^{\infty} a_j \Psi_j^0. \tag{6}$$

A superposed expression is not easy to analyze unless it is normalized [3, 7, 8]. So it is necessary that the expression (6) is normalized to give  $\sum_j a_j^* a_j = 1$ . Equation 5 implies that each product in the summation ( $a_j^* a_j$ ) defines a measure of the probability and therefore, its shows a measure of where the system is likely to be found in a *particular* state  $j$  with energy  $E_j$ . From these assumptions,  $\Psi^0$  forms a general function and from the coefficients in the expansion in (6), it becomes easy to determine the probability of finding a particular state  $j$  in the system. Light Emitting Diode modeling starts by assuming that an atom has a fixed state near the nucleus. We suppose that at time,  $t=0$ , the system is described by states labeled by the quantum numbers,  $n_1, \ell_1, m_{\ell_1}$  [3, 6, 4, 5]. It will be assumed that all other terms in the expansion being zero at time  $t=0$  so that (7):

$$\Psi^0 = a_1 \Psi_1^0, \quad a_1 = 1. \tag{7}$$

Hence, we note that,  $\sum_j a_j^* a_j = 1.0$ .

These states start to denote state 1 in which the electron orbits about the nucleus represented schematically as in Figure 2.

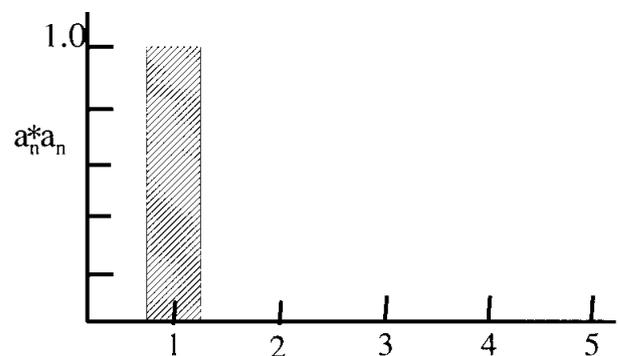


Figure 2 – Electron orbits about the nucleus in state 1

By imagining that a light wave oscillates at some particular frequency,  $\nu$ , so that it turns on its perturbation [11], then (8):

$$E_x = E_x^0 \cos [2\pi(z / \lambda - \nu t)] . \tag{8}$$

At this point, it demands that its probability at some later time,  $t$ , will find the system in some other new state 2. To determine this new state, we find the values of the corresponding coefficients in the expansion expresses in (9):

$$\Psi = a_1 \Psi_1^0 + a_2 \Psi_2^0 + a_3 \Psi_3^0 + \dots \tag{9}$$

These coefficients can be represented schematically as in Figure 3:

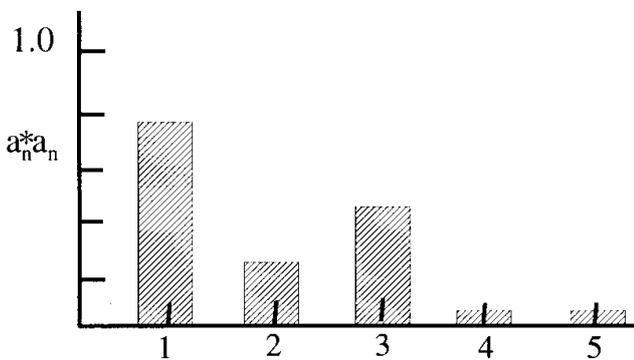


Figure 3 – Corresponding coefficients in the expansion in state 2

For simplicity purposes, we let the system to be analyzed here to have only two states, 1 and 2 where  $a_1=1.0$  at time  $t=0$ . We also let the frequency of the light wave obey Bohr frequency condition [3] given as (10):

$$-ex E_x^0 \cos [2\pi(z / \lambda - \nu t)] [a_1(t) \Psi_1^0 + a_2(t) \Psi_2^0] = i\hbar \left( \Psi_1^0 \frac{da_1(t)}{dt} + \Psi_2^0 \frac{da_2(t)}{dt} \right) . \tag{14}$$

Applying the orthogonality of the unperturbed functions [2],  $\Psi_j^0$ , and by multiplying both sides

$$i\lambda \frac{da_2(t)}{dt} = -e E_x^0 a_1(t) \cos(2\pi\nu t) \int \Psi_2^{*} \hat{x} \Psi_1 d\tau . \tag{15}$$

In (15) the quantity  $\frac{da_2(t)}{dt}$  represents the rate of transitions from state 1 to state 2 and therefore solving for  $a_2(t)$  within very short times

$$\nu = \frac{(E_2 - E_1)}{h} . \tag{10}$$

Using (9), the wave-function of the system will reduce to (11):

$$\Psi = a_1 \Psi_1^0 + a_2 \Psi_2^0 . \tag{11}$$

Therefore at any time  $t$ , the time-dependent Schrödinger equation is obeyed hence generalized as (12):

$$\hat{H} \Psi = \left\{ \frac{-\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V \right\} \Psi = i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} . \tag{12}$$

Form (12) the potential energy function,  $V$ , include Coulomb potential  $(-Ze^2/r)$ , which produces a perturbation interaction on the electric field,  $E_0^o$  due to the light wave with an electric dipole oriented in  $x$ -direction expressed [4] as (13):

$$\hat{H}' = -ex E_x^0 \cos [2\pi(z / \lambda - \nu t)] \tag{13}$$

If (12) and (13) are substituted into (11), and then simplify them further using (8), we obtain the time dependence of the coefficients  $a_1$  and  $a_2$  explicitly as (14):

of (14) by an Eigen-function  $\Psi_2^*$  and finally integrating the resulting expression, we obtain (15):

spans,  $(t) \sim 1$ , and  $\Psi_2^*, \Psi_1 \rightarrow \psi_2^*, \psi_1$ , will yield (16):

$$a_2(t) \sim -\frac{eE_x^0 t}{i\hbar} \int \psi_2^* \hat{x} \psi_1 d\tau \tag{16}$$

Such a modelled (16) reduces the probability of finding the atom in the state 2 at time  $t$  into the *Fermi's Golden Rule* [6] and can be expressed as (17):

$$a_2^* a_2 \sim \frac{e^2 (E_x^0)^2 t^2}{\hbar^2} \left| \int \psi_2^* \hat{x} \psi_1 d\tau \right|^2. \quad (17)$$

Using *Fermi's Golden Rule* in (17), one can to derive the selection rules for *any* electric dipole transition resulting into a *transition moment* [5] expressed as (18):

$$\int \psi_2^* e \hat{x} \psi_1 d\tau \equiv \mu_{12} \quad (18)$$

In (18), the equivalent value,  $\mu_{12}$  must be nonzero if the transition is to *allowed*; otherwise, its *for-*

*bidden*. Therefore, the dipole moment operator for two particles which have charges  $\pm e$  is  $\mu(r)=er$ . Its components will be expressed as (19):

$$\begin{aligned} \mu_x &= \mu(r) \sin \theta \cos \phi \\ \mu_y &= \mu(r) \sin \theta \sin \phi \\ \mu_z &= \mu(r) \cos \theta \end{aligned} \quad (19)$$

Finally, to determine the selection rules for electronic transitions in the hydrogen atom [11], it is required that (20) be evaluated to obtain the selection rules for  $n$ ,  $\ell_m$  and  $m_\ell$  which are  $\Delta n = \text{anything}$ ,  $\Delta \ell = \pm 1$ ,  $\Delta m_\ell = 0, \pm 1$ :

$$\begin{Bmatrix} \mu_x \\ \mu_y \\ \mu_z \end{Bmatrix} = \int_0^\infty R_{nl} \mu R_{n'\ell'} r^2 dr \times \int_0^\pi \Theta_{\ell m} \begin{Bmatrix} \sin \theta \\ \sin \theta \\ \cos \theta \end{Bmatrix} \Theta_{\ell' m'} \sin \theta d\theta \times \int_0^{2\pi} \Phi_m^* \begin{Bmatrix} \cos \psi \\ \sin \psi \\ 1 \end{Bmatrix} \Phi_{m'} d\phi \quad (20)$$

**METHODOLOGY**

**Materials**

The following were used to ensure success of this investigation: Computer; Vernier interface; Vernier spectrometer with USB cable; fiber optic cable for the spectrometer; voltage sensor LED exciter box; collection of LED's; labels or masking tape; and an alternative – Use a Spectroscope to determine wavelength among others.

**Procedure**

A LED was chosen and inserted into the exciter box to ensure that it completes the circuit with the longer leg connected to the red wire and to the internal resistor in the correct polarity. A fiber optic cable was attached to the spectrometer and connected to a computer using a USB cable enabled to run Logger Pro software. The intensity was adjusted so as not to be too low or too high using the distance from the tip of the cable to the LED. Both the peak and maximum wavelength of the LED and the color of the LED's light were recorded in Table 1.

Table 1 – Experimental calculated Planck's constant

Wavelength (nm)	Potential (volts)	Planck's Constant (J≅s)
564	2.00	6.02 x 10 <sup>-34</sup>
591	1.92	6.07 x 10 <sup>-34</sup>
594	1.96	6.20 x 10 <sup>-34</sup>
610	1.87	6.08 x 10 <sup>-34</sup>
618	1.88	6.19 x 10 <sup>-34</sup>
625	1.84	6.12 x 10 <sup>-34</sup>
627	1.83	6.12 x 10 <sup>-34</sup>
635	1.83	6.20 x 10 <sup>-34</sup>
646	1.66	5.73 x 10 <sup>-34</sup>
685	1.97	7.21 x 10 <sup>-34</sup>

This was repeated for each of the available LED's. The spectrometer was then unplugged from the computer and instead a voltage sensor into a Vernier interface. Finally, the mode of data collection was changed from "Time Based "to "Events with Entry" and then run. Thereafter, "Connect Points" was disabled on the Graph Options menu and then run using a computer.

Lastly, the wavelength of unknown LED could be determined if proposed to be determined.

## RESULTS AND DISCUSSION

The purpose of this study was to determine Planck's constant using the energy needed to excite free electrons in a light emitting diode. In this work, an electric current was used to excite electrons and the corresponding energy was measured using a voltmeter as it was emitted. Planck's constant was then calculated by substituting the obtained frequency and energy from the voltmeter in the relationship,  $E = h\omega$  [6]. A LED' emitting red, orange, yellow and yellow-green and green color was also tested but the results are available elsewhere. The results were tabulated in Table 1.

Based on these findings of Planck's constant, Zener tunneling was proposed to be analyzed based on this semi classical model. In Zener diodes, an electron can jump to new band energy as explained by classical models. It was further proposed that this work can be extended to explain any change and causes that can cause a ruin on the Bloch oscillation since according to Marder's [1] the tunneling amplitude based on the WKB approximation, the amplitude can be determined from (21):

$$T \approx \exp\left[-\frac{\varepsilon_g}{eE} \sqrt{\frac{2m\varepsilon_g}{\hbar^2}}\right]. \quad (21)$$

Since (21) is an exponential function with  $1/e$  as the amplitude, the 'e-fold' point [8] can be reduced to (22):

$$\frac{\varepsilon_g}{eE} \sqrt{\frac{2m\varepsilon_g}{\hbar^2}} = 1. \quad (22)$$

Thus, the size of atomic fields [12] may equally be explained and be determined using the Planck's constant as implied in (23) through Zener tunneling as:

$$E = \frac{\varepsilon_g}{e} \sqrt{\frac{2m\varepsilon_g}{\hbar^2}} \approx 1.5 \times 10^{10} \text{V} / m. \quad (23)$$

Hence, the electric field can be found similarly using an electron orbiting at the Bohr radius [11] around a proton or nucleus.

## CONCLUSION

Planck's constant was determined by measuring the energy emitted by a selected number of light emitting diodes. A spectrometer was used to measure the wavelength of the light emitted by each LED. A measure of voltage drop across each light emitting diode was used to Planck's constant by relating it to the energy absorbed/emitted by the diodes through calculating it from the wavelength and voltage. It was found to be approximately similar to the theoretical value whereby it was concluded that the proposed method can be used to determine the wavelength of light emitted by unknown LED.

## REFERENCES

1. Altschul, B., Bailey, Q. G., Blanchet, L., Bongs, K., Bouyer, P., Cacciapuoti, L., ... Wolf, P. (2015). Quantum tests of the Einstein Equivalence Principle with the STE-QUEST space mission. *Advances in Space Research*, 55(1), 501–524. doi: [10.1016/j.asr.2014.07.014](https://doi.org/10.1016/j.asr.2014.07.014)
2. Asano, M., Basieva, I., Khrennikov, A., Ohya, M., Tanaka, Y., & Yamato, I. (2015). Quantum Information Biology: From Information Interpretation of Quantum Mechanics to Applications in Molecular Biology and Cognitive Psychology. *Foundations of Physics*, 45(10), 1362–1378. doi: [10.1007/s10701-015-9929-y](https://doi.org/10.1007/s10701-015-9929-y)
3. Ballentine, L. E. (2008). *Quantum mechanics: a modern development* (2nd ed.). Singapore: World Scientific.
4. De Ronde, C. (2015). Modality, Potentiality, and Contradiction in Quantum Mechanics. *New Directions in Paraconsistent Logic*, 249–265. doi: [10.1007/978-81-322-2719-9\\_11](https://doi.org/10.1007/978-81-322-2719-9_11)
5. Dragoman, D. (2005). Phase Space Formulation of Quantum Mechanics. Insight into the Measurement Problem. *Physica Scripta*, 72(4), 290–296. doi: [10.1238/physica.regular.072a00290](https://doi.org/10.1238/physica.regular.072a00290)

6. Henson, J. (2015). Bounding Quantum Contextuality with Lack of Third-Order Interference. *Physical Review Letters*, 114(22). doi: [10.1103/physrevlett.114.220403](https://doi.org/10.1103/physrevlett.114.220403)
7. Leggett, A. J. (2008). Realism and the physical world. *Reports on Progress in Physics*, 71(2), 022001. doi: [10.1088/0034-4885/71/2/022001](https://doi.org/10.1088/0034-4885/71/2/022001)
8. Peña, L. (2016). *EMERGING QUANTUM: the physics behind quantum mechanics*. N. d.: Springer.
9. Reinisch, G. (1994). Nonlinear quantum mechanics. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 206(1-2), 229–252. doi: [10.1016/0378-4371\(94\)90128-7](https://doi.org/10.1016/0378-4371(94)90128-7)
10. Svensson, B. E. Y. (2014). On the interpretation of quantum mechanical weak values. *Physica Scripta*, T163, 014025. doi: [10.1088/0031-8949/2014/t163/014025](https://doi.org/10.1088/0031-8949/2014/t163/014025)
11. Weinberg, S. (1989). Testing quantum mechanics. *Annals of Physics*, 194(2), 336–386. doi: [10.1016/0003-4916\(89\)90276-5](https://doi.org/10.1016/0003-4916(89)90276-5)
12. Znojil, M. (2004). Relativistic supersymmetric quantum mechanics based on Klein–Gordon equation. *Journal of Physics A: Mathematical and General*, 37(40), 9557–9571. doi: [10.1088/0305-4470/37/40/016](https://doi.org/10.1088/0305-4470/37/40/016)

# Students' Perceptions of Their Teachers' Performance in Teaching Engineering Drawing in Nigerian Tertiary Institutions

Hassan Bashir<sup>1,2</sup>, Maizam Alias<sup>1</sup>, Kahirol Moh'd Saleh<sup>1</sup>, Awang Halizah<sup>1</sup>

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

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

<sup>2</sup> *Federal College of Education (Technical)*

P. M. B. 1088, Gusau, Zamfara State, Nigeria

DOI: [10.22178/pos.27-4](https://doi.org/10.22178/pos.27-4)

LCC Subject Category:  
[LB5-3640](#)

Received 26.09.2017  
Accepted 18.10.2017  
Published online 28.10.2017

Corresponding Author:  
Hassan Bashir  
[19bashzali66@gmail.com](mailto:19bashzali66@gmail.com)

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



**Abstract.** There have been concerns about the performance of Nigerian school teachers' in delivering occupational related courses. However, there are currently limited empirical data on this phenomenon – in particular with respect to the teaching of engineering drawing – to justify further actions from educational managers and policy makers. The aim of this study was to assess teachers' performance in teaching engineering drawing using students' perception as indicator of teachers' performance. The study utilized a cross-sectional research design method with the target population of technical education students drawn from four (4) Federal Colleges of education (Technical) in Northern Nigeria. Stratified proportionate sampling technique was used to arrive at the study sample of 253 technical education students. A specifically designed instrument, the Students' Perceptions of Teachers' Performance Scales (SPTPS) was used to gather data on the three performance dimensions namely contextual, task and adaptability performance. The exploratory factor analysis and confirmatory factor analysis methods were conducted to validate the performance constructs. The instrument has a high reliability of 0.90 based on the Cronbach Alpha method. The result of the analysis using estimation method indicates that students perceive their teachers' performance to be at a slightly above average level ( $M= 3.51 \pm 0.05$  at the 95% confidence level). The teachers' task performance in particular, is found to be the least developed among the three dimension of performance while their adaptability performance is the highest while still being less than excellent. The data support the conclusion that there are aspects of teachers' performance in teaching engineering drawing that is less than excellent and in need of further enhancements.

**Keywords:** students' perception; teachers' performance; teaching; engineering drawing.

## INTRODUCTION

Basically, education at all levels dwells on effective teaching and learning. Effective teaching and learning are indicators of quality teachers and quality teaching performance which are all determining factors of a well-designed educational system [41, 29]. Globally, teachers are noted as the most important resources in any school system and interactions between them and their students has been perceived to be a vital component in teaching and learning process. Interactions and classroom observations play a dominant role in teaching and learning processes in schools. The primary purpose of which is not only to assist teachers in improving their teaching skills, but also to evaluate how well their teaching performance is. As teachers are one of

the most important mainstays of school system, the quality of their performance must continuously and systematically be evaluated.

This evaluation can be carried out in various ways as enumerated by [30], they are; Value-added models, Classroom observation, Analysis of classroom artefacts, Teacher portfolio, Self-report of practice and Student evaluation of teachers. The value-added models provide summary score of the contribution of various factors toward assessing gains in student achievement. There are several advantages of this evaluation model, it directly examines how a teacher contributes to student learning, it is cost-efficient and nonintrusive; it requires no classroom visits, and it reveals variations among teachers in their contributions to student learning. Teachers that

are identified to be less effective could be provided with help and support. In contrast, the method focuses only on data from standardized tests and assumes student test scores are valid and reliable indicators of student learning. It takes the averages test scores of all students in a class and ignores their differences in learning.

Classroom observations are the most common form of teacher evaluation and vary widely in how they are conducted and what they evaluate. It is done by peers, school administrators or external evaluators, they can measure general teaching practices or subject-specific techniques and can be formally or informal. The main strength of this mode of evaluation protocols is that they are often seen as credible by multiple stakeholders. It is carried out directly to measure teaching practice as the assessor can see the full dynamics of the classroom. It is linked to student achievement, and can be used for both formative and summative evaluation. On the contrary, this form of evaluation lacks accuracy as teachers' effectiveness fluctuates as different evaluators give different scores.

Analysis of classroom artefacts, this method considers lesson plans, teacher assignments, assessments, scoring rubrics, student work, and other artefacts to determine the quality of instruction in a classroom i.e. how evaluator gathers a better understandings of how a teacher creates learning opportunities for students on a day-to-day basis to evaluate the quality of instruction. This method has the advantage of being used for both summative and formative of evaluation. It is also less labour intensive; however, it is costly, requires well trained and calibrated personal and should possess knowledge of the subject matter being evaluated.

Teacher portfolio these are a collection of materials compiled by teachers to exhibit evidence of their teaching practices, school activities, and student progress, they includes teacher lesson plans, schedules, assignments, assessments, student work samples, videos of classroom instruction and interaction, reflective writings, notes from parents, and special awards or recognitions. One of the most beneficial aspects of this evaluation its comprehensiveness as it captures effective teaching both inside and outside classroom and applicable to any grade level, subject matter, or student population. They are often seen as

beneficial by teachers and administrators. On the other hand, it is time consuming on the part of the teachers, it is not validated and it is difficult to attest its accuracy, consistency in scoring, reliability and measure teaching and learning improvement.

Teachers' self-report evaluation, this is a form of evaluation that asks teachers to report on what they do in the classroom and may take the form of surveys, instructional records, or discussions. This form of evaluation focuses on specific subject matter, content areas, grade levels, or techniques that are aligned to standards. This method of evaluation has the advantages of understanding teacher's intentions, thought processes, knowledge, and beliefs which are useful for teacher self-reflection and formative purposes. This mode of evaluation is cost-efficient, capable of gathering a large variety of data. More so, consideration of teacher perception and teacher participation in their evaluations is an important factor as they are the only ones who know their abilities as it relates to their subject matter, curricular content, grade levels, or techniques that are associated to the expected yardsticks. However, the major drawback of this method of evaluation is mixed reliability and validity as self-reports responses are susceptible to biases [38, 42].

Students' evaluation of teachers Students may assess various aspects of teaching, from course content to specific teaching practices and behaviours.; although students have the most contact with their teachers and are the direct consumers of teachers' performance delivery in teaching, their ratings may be susceptible to bias because they lack adequate knowledge about the full context of teaching. However, studies validate that student rating to be considered as part of teacher performance evaluation method [52] but never as the primary evaluation benchmark [6]. There are different and sometimes conflicting views with this type of evaluation. However, despite all the difference, this process is used extensively in a growing number of tertiary institutions around the world [55]. This form of evaluation have several advantages which includes cost and time effective, requires little or no preparation, data can be gathered cautiously and most importantly monitor changes over time [57]. However, major drawback of this form of evaluation is that it collects data at one point in time rather than longi-

tudinally and as students, they lack adequate knowledge about the background of teaching.

### **PERFORMANCE: DEFINITION AND ASPECTS**

Employee performance is a major concern for organisations and establishments. Performance according to [49] is considered as a function of ability, opportunities and motivation. Performance is a behaviour associated with the accomplishment of expected, specified, or formal role requirements on the part of individual organizational members [8]. It means actions that add value, either directly or indirectly, to the organization's capability, achievement and accomplishment, and the fundamental elements to effective performance are a skilled and motivated workforce.

There are four facets of performance: task performance, contextual performance or organizational citizenship behaviour; adaptive performance and counterproductive performance [34, 10]. Task performance refers to employees' competency, with which he/she performs according to the main set of job tasks or the job description. It is sometimes referred to as job-specific task proficiency, technical proficiency, or in-role performance [14, 26, 12]. It includes, for example, work quantity, work quality, and job knowledge. Teachers task performance is associated with their efforts in making thoughtful and adequate application of their cognitive ability and use of teaching aids in teaching and learning [5].

Contextual performance can be defined as individual behaviours that support the organizational, social, and psychological environment in which the technical core must function [35]. Behaviours in this category of performance include volunteering, demonstrating effort, helping and cooperating with others, following rules and procedures, and supporting organizational objectives, and they are sometimes referred to as non-job-specific task proficiency, extra-role performance, organizational citizenship behaviour, or interpersonal relations [33, 37, 13, 43].

Adaptability performance involves acquisition of enhanced abilities and proficiency in response to changes in the work role or changing job requirements. It is an aspect of job performance that is related to organizational outcomes with regards to managing change, organizational learning and keeping up with changing customer

expectations [32, 24]. Adaptability performance reflects behaviours associated with competency acquisition thus, it is referred to how well an individual performs on a changing task. Within this paradigm, the antecedents of adaptability are defined in terms of the knowledge, skill, ability, and other characteristics that relate to adaptive performance.

### **Concept of teacher's performance**

Teachers' performance is the ability of the teacher to impart the relevant skills, knowledge using appropriate methods consistently over time to enhance students' learning and achievements. Authors [19] posited that the quality of teachers and teaching are the most dominating factors that affect learning at large scale. Additionally, teacher performance denotes teachers' ability to functions effectively in performing his teaching tasks with high skills and effort with regards to his subject matter using a sound pedagogical content that leads to student's understanding and effective learning. Thus, to achieve these in teaching performance, teachers should master their subject contents, know the characteristics of good teaching, have the knowledge of different and appropriate pedagogies, learning styles of learners and perceive their own strengths and weaknesses in teaching in order to perform their teaching responsibilities effectively. This study therefore is on the students' perception of their teachers' performance in teaching engineering drawing.

### **Students' perception of teachers' performance in teaching**

The role of students in the instructional process is critical as their perception could influence their attitude toward engineering drawing or any other technical education subjects. Author [3] described perception as the way people judge others with who they are in contact. Generally, students usually judge their school teachers in areas such as the teachers' knowledge of the subject matter, communication ability, the choice of appropriate teaching method and the general classroom management skills. A teacher who is rated on these indices at high level is likely to enjoy the confidence, respect and admiration of his students based on their perception. The knowledge of the way the students think and perceive can aid the teacher to reflect upon and adjust his

teaching strategies to enhance students' understanding and achievement.

Students' perceptions of teacher performance have continued to be among the most important measures for evaluating teaching effectiveness [48]. Studies examining students' perceptions are new, particularly in the field of technical education. Previous researches have investigated the relationship between students' perceptions of the learning environment and its impact on learning outcomes [56, 31, 1, 28, 15, 2, 21, 23]

For example, in a recent study by [48] three factors; teacher support, cognitive activation, and classroom management were studied and they identified these factors as the most fundamental in teaching quality. The study evaluates different latent variable modelling approaches (confirmatory factor analysis, exploratory structural equation modelling and bi-factor modelling), which are used to describe these individual perceptions with respect to their factor structure, measurement invariance and the relationships to selected educational outcomes (achievement, self-concept, and motivation). In addition, the study found significant positive relations to educational outcomes and creates different modelling approaches of individual students' perceptions of instructional quality and provides understandings into the nature of these perceptions from an individual differences perspective.

Authors [31, 28] emphasize on the significance of students' perceptions of their teachers' behaviour towards quality of teaching and learning and concluded that the kinds of roles the teachers assume have profound effects on the perceptions of students toward them and their self-concepts and emphasised that students' learning is more affected by the perception of teaching, than by the teaching method itself.

Author [15] stressed on students' perceptions of teaching styles and use of learning strategies from a general perspective as well. He concludes that students preferred to use learning strategies that enabled them to use time well and choose conducive learning environments. Additionally, students preferred to seek assistance from their teachers or classmates when encountering learning difficulties. Still from the general perspectives, pertaining to performances of teachers, [2] and [21] explicitly, addresses the students' perceptions of the qualities or characteristics of their teachers, results revealed that students' perception of teachers' knowledge of subject matter, attitude to work and teaching skills has a signifi-

cant relationship on their students' academic performance.

The paper identifies those teacher performances deemed by students to be 'effective' or 'ineffective' and the constitution of these performances, and draws conclusions as to what educators, might learn from the students with regards to effective teaching practice. Similarly, [56] compared students' perceptions of teacher's performance in Classroom and highlighted teacher's classroom management as one of the dimensions often measured in students' perception surveys and it was found to be one of the most predictive of students' achievement gains.

On the other hand, students' perception of teachers' factors in the teaching and learning of English Language was investigated by [1]. The study found a significant relationship between teachers' attitude, method of teaching and classroom management in teaching and learning of English Language as perceived by the students. This implies that students' performance in English Language was influenced by students' perception of their teachers' attitude, method of teaching and classroom management. Additionally, [44] investigated the influence of students' perceptions on mathematics performance and the result of the study among others shows a strong positive relationship between students' performance and perception constructs such as self-confidence, interests in mathematics, teacher and learning support material as well as myths and beliefs. Furthermore, the study also found gender and age related factors to have influence in the way students perceive mathematics which significantly affect students' performance. Positive perceptions have been associated with deep learning approaches whereas negative perceptions with surface learning approach are recorded.

Researchers have generally concluded that there is a significant positive relationship between student's perception of teachers' knowledge, attitude and teaching skills as predictor of teachers' performance in teaching [25, 2, 21]. Student's perception of teachers' performance has also been regarded as an important factor in predicting teachers' performance and student learning [22, 54, 21, 23] such as teachers' knowledge, attitude and teaching skills and academic achievement. Empirically, several studies conducted in science subjects have supported the students' perception of teachers' performance and teacher performance in teaching relationship [39].

Therefore it can be anticipated that teachers' performance in teaching as manifested by students' perception will lead to both teacher improvement in-role and extra-role performance in teaching and students' learning and academic achievements. It is expected that similar results would be found in engineering drawing teaching in Nigerian tertiary institution, i.e., students' perception of teachers' performance would associate positively with teachers' performance in teaching engineering drawing.

Previous research on technical education in Nigeria focussed on Benefits and limitations of E-learning for technical drawing and graphic skills acquisition for teaching and learning [46]; Technical drawing/graphic skills acquisition for teaching and learning and challenges in technology education [16] and Students' Academic Performance in Engineering Drawing in Nigerian Polytechnics [40]. Other studies cite teacher competence or subject mastery as necessary for educational effectiveness through the lens of student matters [4, 11]. Even though there are many studies that have been conducted and opinions made on the perception of students relating to teachers' performance in teaching, there still exist conflicting views of students' perceptions about teachers performance in teaching their courses [53, 25, 13]. It evident that limited or no attention was directed on students' perceptions in the field of technical education and engineering drawing in particular. It has therefore become imperative to investigate the students' perception of their teachers' performance in teaching engineering drawing courses.

### **Purpose of Study and Research Question**

The purpose of this study was to investigate teachers' performance from the aspect of contextual, tasks and adaptability performance in teaching engineering drawing using students' perceptions. This study seeks to answer the question, "What are the students' perceptions of their teachers' performance from the aspect of contextual, tasks and adaptability performance in teaching engineering drawing?"

### **METHODOLOGY**

**Research design.** The study adopted a quantitative descriptive cross-sectional survey research design to explore the perceptions of the students

about their teachers' performance in teaching engineering drawing. The design is suitable because it attempts to describe, examines an event occurring at a particular place(s) and time, explain and interpret the situations as suggested by [7, 50, 17].

**Population and sample.** The target population for the study were all technical education students in Federal Colleges of Education (Technical) in Northern Nigeria. Stratified proportionate sampling method was adopted for the study. Using this sampling method 253 subjects were selected based on the number of participants from each subgroup which is determined by their number about the entire population as suggested by [20, 36].

**Instruments.** Data were obtained using the Students' Perceptions of Teachers' Performance Scales" (SPTPS) which has been specifically developed for this study to elicit information from the students about their teachers' performance on teaching engineering drawing courses. The instrument had two sections; section 'A' which is to elicit students' demographic profile and section 'B' which examines the students' perceptions regarding their teachers' performance on three performance dimensions namely, contextual, task and adaptability. The three performance dimensions (contextual, task and adaptability performance) were identified from literature. The respondents were asked to give response to their agreements towards given statements by choosing "1" for Strongly Disagree, "2" for Disagree, "3" for Neutral, "4" for Agree and "5" for Strongly Agree". The performance structure and constructs were validated using the exploratory factor analysis (EFA) and the confirmatory factor analysis (CFA) methods to fulfil the new instrument development requirements as suggested by [9]. The validated SPTPS has a reliability of 0.90 which is categorised as of "very good" as suggested by [27].

### **RESULTS**

**Respondents Profile.** There are more males than females in the sample and the distribution is typical of the general TVET sector that has a 70:30 male to female ratio. This means that the sample represents the TVET population in terms of gender distribution. Discipline wise, the largest percentage of respondents (33.6 %) were found

to have come from the automobile department and the lowest (3.4 %) come from the engineering drawing department. Level wise, majority of students (45.6 %) are Nigeria Certificate Education (NCE III), while few (0.4 %) are at NCE I. About (32.8 %) of the technical education stu-

dents had some knowledge and experience with ED from their NCE I and II classes.

Students' perceptions of their teachers' performance. Overall, teachers' performance was found to have slightly above average performance as perceived by student (Table 1).

Table 1 – Summary of students' mean rating scores on their perceptions of teachers' occupational task performance in teaching Engineering Drawing and Reliability

Code	Perceived teachers' performance in teaching Engineering Drawing	M	SD	Alpha ( $\sigma$ )
CNT	Teachers' contextual performance in teaching	3.46	1.362	0.92
TSK	Teachers' task performance in teaching	3.43	1.390	0.91
ADP	Teachers' adaptability performance in teaching)	3.65	1.176	0.91
PFRM	Overall Mean (M), Standard Deviation (SD) and Reliability	3.51	1.309	0.91

Contextual performance in teaching engineering drawing. Table 2, shows that technical education students perceives their teachers contextual per-

formance in teaching engineering drawing as being at the average level (M=3.46 and SD=1.362).

Table 2 – Students' rating scores on their perceptions about their teachers' contextual, performance in teaching Engineering Drawing

Code	Item Statements	Mean	Standard Deviation
CNT4	My teacher needs high Engineering Drawing knowledge and skills to be able to teach technical education courses effectively	3.67	1.441
CNT2	My teacher like to learn to teach ED with computer	3.59	1.489
CNT7	My teacher cooperates with his colleagues and work as a team when it comes to teaching of Engineering Drawing courses	3.53	1.108
CNT3	My teacher use of modern teaching techniques such as computer simulations, animations, auto card, and computer aided design CAD etc to facilitate his lesson delivery	3.46	1.230
CNT6	My teacher cannot teach some Engineering Drawing contents because they require computer and computer applications	3.40	1.417
CNT1	My teacher cannot teach some Engineering Drawing contents because he is not computer literate	3.28	1.519
CNT5	My teacher cannot teach some Engineering Drawing contents because he doesn't how to use the required computer applications	3.25	1.357
	Total	3.46	1.362

The results show that seven (7) items was used to evaluate teachers' contextual performance. This dimension of performance focuses on teachers' behaviours in teaching, which includes extra-role performance, volunteering, demonstrating effort, helping and cooperating with others, following rules and procedures, and interpersonal relations which are also referred to as non-job-specific task proficiency. On the general note, students' perceptions of their teachers' contextual performance in teaching engineering drawing was perceives as slightly below average with mean M=3.46 and SD=1.362, the item CNT4 "My teacher needs high Engineering Drawing knowl-

edge and skills to be able to teach technical education courses effectively" recorded the highest M score of 3.67, on the other hand, item CNT5 "My teacher cannot teach some Engineering Drawing contents because he don't how to use the required computer applications." recorded the lowest M score of 3.25 as perceived by the students.

Tasks performance in teaching engineering drawing. Students' were given eight (8) items to rate their teachers' task performance in teaching Engineering Drawing. Table 3 presents the mean and standard deviations of the 8 items in descending order.

Table 3 – Students' rating scores on their perceptions about their teachers' task performance in teaching Engineering Drawing

Code	Item Statements	Mean	Standard Deviation
TSK4	My teacher teaches engineering drawing with high job skills, knowledge and accuracy	3.61	1.208
TSK9	Engineering drawing course is an important course to all technical education and engineering students	3.56	1.366
TSK2	My teacher need more time to be able to cover the course contents	3.52	1.166
TSK3	My teacher completes all job tasks required of him in teaching Engineering Drawing courses	3.49	1.520
TSK6	My teacher like the level of performance of his students in Engineering Drawing	3.48	1.447
TSK8	My teacher has vast knowledgeable and competent in teaching engineering drawing courses	3.45	1.456
TSK1	My teacher gives us advance notice when will not be able to come for his Engineering Drawing lesson	3.44	1.233
TSK5	My teacher helps his students to understand engineering drawing courses contents very well	3.25	1.560
TSK7	My teacher receives so many challenges from us while teaching Engineering Drawing	3.25	1.402
	Total	3.43	1.390

The findings shows that students perceive that their engineering drawing teachers have a moderate level of task performances in teaching engineering drawing courses (M=3.43 and SD=1.390). Furthermore, among the eight items surveyed under teachers' task performance, the students perceived their teachers to have possessed high job skills, knowledge and quality teaching in engineering drawing courses with the M score of 3.61. Conversely, item TSK7, "My teacher receives so many challenges from us while teaching Engineering Drawing" was perceived by student as average with the lowest M score of 3.25. Students perceived the engineering

drawing as an important course that helps them, not only to acquire the necessary knowledge and skills pertaining to the course, but to understand their area of specialization (technical and vocational education courses) as well.

Adaptability performance in teaching engineering drawing. Teachers' adaptability performance in teaching engineering drawing refers to the specific duties inherent in the job of teaching performance. The perception of students on teachers' adaptability performance in teaching engineering drawing is presented in Table 4.

Table 4 – Students' rating scores on their perceptions about their teachers' adaptability performance in teaching Engineering Drawing

Code	Item Statements	Mean	Standard Deviation
ADP4	My teacher efficacy in teaching Engineering Drawing is always retarded by overpopulation in the class.	3.74	1.078
ADP2	My teacher is effective in adjusting to changes in engineering drawing class	3.70	1.215
ADP6	My teacher answer students' questions while teaching Engineering Drawing.	3.67	1.373
ADP5	My teacher work cooperatively and helps other teachers to find a solution to any difficult topics.	3.66	1.223
ADP1	My teacher is always ready for new challenges within the engineering drawing class.	3.56	1.321
ADP3	My teacher allows students to ask questions while teaching Engineering Drawing.	3.56	0.846
	Total	3.65	1.176

The students' perceptions on the dimension of teachers' adaptability performance in teaching engineering drawing was evaluated by six (6) items. The construct focused on teachers' flexibil-

ity in teaching efficacy, with respect to over population, changes in curriculum, sudden circumstances, teachers' specialization and competency as shown in Table 4. On the general note, students' perceptions of their teachers' adapta-

bility performance in teaching engineering drawing was perceived as very high with mean  $M=3.54$  and  $SD=1.318$ , the item ADP4 "My teacher efficacy in teaching Engineering Drawing is always retarded by overpopulation in the class" recorded the highest  $M$  score of 3.74 while item ADP3 "My college has enough specialist teachers of Engineering Drawing" recorded the lowest  $M$  score of 3.56 as perceived by the students.

## DISCUSSIONS

The aim of this study is to investigate the students' perceptions of their teachers' performance in teaching engineering drawing. This study was guided by two research questions and one hypothesis. The findings of the study were based on the results of the univariate and multivariate analyses as presented in the previous sections. The study found that technical education students from six tertiary institutions in Nigeria perceived their teachers' performance in teaching engineering drawing as very high. This clearly indicates that technical education students from these institutions recognize and acknowledge the value of their teachers' effective teaching in their engineering drawing lessons.

The overall student perceptions of teachers' performance in teaching engineering drawing yielded a very high mean scores  $M=3.51$ . Although, the general finding of the students' perception of their teachers' performance in teaching engineering drawing was rated very high, analysis based on each component of performance shows that teachers' contextual performance generated a total mean score of  $M=3.46$  and  $SD=1.362$  which is moderately perceived by the technical education students. It is noteworthy that teacher's contextual performance is average because it consists of activities that are not formally part of one's job obligations, but supports the organizational, social and psychological environment [51]. It indirectly facilitates organization's performance by accelerating task performance of employees (teachers).

Teachers' task performance on the other hand produced a total mean score of  $M=3.43$  and  $SD=1.390$  also moderately perceived by the technical education students. While adaptability performance was perceived by the technical education students as very high with a total mean score of  $M=3.65$  and  $SD$  of 1.176.

Thus, it would be inferred from the mean scores that technical education teachers' best performance skills in teaching engineering drawing is adaptability performance. Adaptability according to [18] refers the ability to respond to and manage new changes, innovations, uncertain situations or events that may arise while teaching. The result of the study is in line with [47] who found that adaptive performance is multi-dimensional, encompassing a wide range of different behavioural, cognitive and emotional adjustments. In addition, [18] suggest that adaptability is an essential ability for teachers given the frequently changing nature of teachers' profession. Teachers' adaptability performance in the classroom is the capacity to positively change and respond to new circumstances; it is an essential ability a teacher needs to possess for him to effectively manage his classroom.

Teachers' task performance in teaching engineering drawing was perceived by the technical education students as moderate. The relationship between students' perception of teachers and teachers' performance in teaching engineering drawing is moderate with mean score of 3.43. The result showed that technical education teachers accorded the desired attention to engineering drawing teaching delivery. This result of the study is in line with [5, 25] who found a significant relationship between teachers' instructional tasks performance and students' academic performance.

Teachers' adaptability performance was investigated and perceived by the technical education students as very high with a total mean score  $M=3.65$ . The result of this study is in line with [21] who studied perception of students on the qualities or characteristics of their teachers, and found those teacher performances deemed by students to be "effective" and "ineffective" and the composition of these performances and draws conclusions as to what teachers, might learn from the students with regards to effective teaching practice. Similarly, [45] noted that, adaptability is seen as an essential skills in modern education as teachers are required to make use of new teaching methods, environments, and tools in teaching and learning processes. Accordingly, working in schools requires that teachers are able to successfully respond to and deal with any changing demands that transpire across the school more broadly (e.g., changes in staffing, new curriculum, new procedures or policies). As such, adaptability performance is a capacity of

fundamental relevance to teachers' healthy and effective functioning at work. Moreover, it is also relevant to students' academic outcomes.

One characteristic of adaptable teacher is willingness to act in new and strange situation in the process of teaching. This can be a new learning topic, a new learning environment, or a new problem to solve. Being part of teachers' performance, adaptability allows a teacher to respond to these unfamiliar situations in an efficient way to enhance understanding in his class. Adapt to varied roles, jobs responsibilities, schedules and contexts and work effectively in a climate of ambiguity and changing priorities. Effective teachers are adaptable and flexible in providing variety in their teaching activities, aiming to match their manipulation of the teaching and learning environment to the needs of the learner, but teachers should also know what type of activities they are most effective at delivering.

## CONCLUSION

The result of this study indicates that students' perception of their teachers' performance is slightly above average. This is an important finding as it provides empirical data that are reflected in the current state of arts in teachers' teaching performances. Teachers, educational managers and policy makers should take note as when students' perception of their teachers' performance is low, this could result in their negative attitude towards the engineering drawing courses and vice versa. Engineering drawing teachers should therefore make every effort to demonstrate sound and effective teaching qualities to arouse their students' high perception. Managers and policy makers should provide teaching and learning environments that are adequate, suitable and conducive to both teacher and students. This will then create students' positive attitude towards engineering drawing courses. As students' attitude improves, so will their commitment and interest towards the engineering drawing courses which would lead to improvements in achievement.

## REFERENCES

1. Abiola, O.-O. F. (2013). Students' Perception of Teachers' Factors in the Teaching and Learning of English Language in Nigerian Secondary Schools. *Journal of Educational and Social Research*, 3(3), 173–179. doi: [10.5901/jesr.2013.v3n3p173](https://doi.org/10.5901/jesr.2013.v3n3p173)
2. Adediwura, A. A., & Tayo, B. (2007). Perception of teacher's knowledge, attitude and teaching skills as predictor of academic performance in Nigerian secondary schools. *Educational Research and Reviews*, 2(7), 165–171.
3. Allport, G. W. (1935). *Attitudes*. In C. Murchiso (Ed.), *A Handbook Social Psychology* (pp. 798–844). Worcester: Clark University Press.
4. Arnon, S., & Reichel, N. (2007). Who is the ideal teacher? Am I? Similarity and difference in perception of students of education regarding the qualities of a good teacher and of their own qualities as teachers. *Teachers and Teaching*, 13(5), 441–464. doi: [10.1080/13540600701561653](https://doi.org/10.1080/13540600701561653)
5. Ayeni, A. J., & Afolabi, E. R. I. (2012). Teachers' instructional task performance and quality assurance of students' learning outcomes in Nigerian secondary schools. *International Journal of Research Studies in Educational Technology*, 1(1), 33–42. doi: [10.5861/ijrset.2012.v1i1.47](https://doi.org/10.5861/ijrset.2012.v1i1.47)
6. Baker, E., Barton, P., Darling-Hammond, L., Haertel, E., Ladd, H., Linn, R., Ravitch, D., Rothstein, R., Shavelson, R., & Shepard, L. (2010, August). *Problems with the Use of Student Test Scores to Evaluate Teachers*. Retrieved from <http://www.epi.org/files/page/-/pdf/bp278.pdf>
7. Bhat, D. A. (2013). *Quantitative Techniques – an Applied Perspective*. *Journal of Research in Management & Technology*, 2(1), 35–44.
8. Bos-Nehles, A., Van Riemsdijk, M., & Looise, J. (2013). Employee Perceptions of Line Management Performance: Applying the AMO Theory to Explain the Effectiveness of Line Managers' HRM Implementation. *Human Resource Management*, 52(6), 861–877. doi: [10.1002/hrm.21578](https://doi.org/10.1002/hrm.21578)

9. Brown, T. (2015). *Confirmatory Factor Analysis for Applied Research*. New York: The Guilford Press.
10. Cabrera, A. F., Colbeck, C. L., & Terenzini, P. T. (2001). Developing Performance Indicators for Assessing Classroom Teaching Practices and Student Learning. *Research in Higher Education*, 42(3), 327–352. doi: [10.1023/a:1018874023323](https://doi.org/10.1023/a:1018874023323)
11. Çakmak, M., Akkutay, U. (2016). Effective Teaching in the Eye of Teacher Educators: A Case Study in a Higher Education. *The Quality Report*, 21(12), 2349–2364.
12. Campbell, C. H., Ford, P., Rumsey, M. G., Pulakos, E. D., Borman, W. C., Felker, D. B., ... Riegelhaupt, B. J. (1990). Development of multiple job performance measures in a representative sample of jobs. *Personnel Psychology*, 43(2), 277–300. doi: [10.1111/j.1744-6570.1990.tb01559.x](https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1990.tb01559.x)
13. Campbell, J. P. (2005). *Evaluating teacher performance in higher education: the value of student ratings* (Doctoral dissertation). Orlando: College of Education at the University of Central Florida.
14. Campbell, J. P., & Wiernik, B. M. (2015). The Modeling and Assessment of Work Performance. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, 2(1), 47–74. doi: [10.1146/annurev-orgpsych-032414-111427](https://doi.org/10.1146/annurev-orgpsych-032414-111427)
15. Chang, Y. (2010). *Students' Perceptions of Teaching Styles and Use of Learning Strategies* (Master's thesis). Retrieved from [http://trace.tennessee.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1835&context=utk\\_gradthes](http://trace.tennessee.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1835&context=utk_gradthes)
16. Chedi, J. M. (2015). Technical drawing/graphic skills acquisition for teaching and learning and challenges in technology education. *Journal of Science, Technology, & Education*, 3(3), 128–133.
17. Cohen, L., Manion, L., Morrison, K. (2013). *Research Methods in Education* (7th ed.). Hoboken: Taylor and Francis.
18. Collie, R. J., & Martin, A. J. (2016). Adaptability: An Important Capacity for Effective Teachers. *Educational Practice and Theory*, 38(1), 27–39. doi: [10.7459/ept/38.1.03](https://doi.org/10.7459/ept/38.1.03)
19. Corcoran, S. P., Evans, W. N., & Schwab, R. M. (2014). *Changing Labor-Market Opportunities for Women and the Quality of Teachers 1957–1992*. Retrieved from <http://www.nber.org/papers/w9180.pdf>
20. Cresswell, J. W. (2002). *Educational research: Planning, conducting and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Boston: Pearson.
21. Dalley-Trim, L. (2007). Students' Observations and Perceptions of Teacher "Performances" in the Classroom. *Australian Journal of Teacher Education*, 32(1), 17–35.
22. Dauda, B., Jambo, H. E., & Umar, M. A. (2016). Students' Perception of Factors Influencing Teaching and Learning of Mathematics in Senior Secondary Schools in Maiduguri Metropolis, Borno State, Nigeria. *Journal of Education and Practice*, 7(20), 114–122.
23. Donahue, J. M. (1994). *Student perceptions of their teachers, their school, and themselves as learners* (Doctoral dissertation). Retrieved from <http://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=11693&context=rttd>
24. Dorsey, D. W., Cortina, J. M., & Luchman, J. (2010). Adaptive and citizenship-related behaviors at work. In J. L. Farr & N. T. Tippins (Eds.), *Handbook of employee selection* (pp. 463-487). New York: Routledge/Taylor & Francis Group.
25. Duyar, I., Ras, N., & Pearson, C. L. (2015). Analysis of teachers' task and extra-role performance under different autonomy regimes. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 64(4), 499–522. doi: [10.1108/ijppm-06-2013-0103](https://doi.org/10.1108/ijppm-06-2013-0103)
26. Griffin, M. A., Neal, A., & Parker, S. K. (2007). A new model of work role performance: positive behavior in uncertain and interdependent contexts. *Academy of Management Journal*, 50(2), 327–347. doi: [10.5465/amj.2007.24634438](https://doi.org/10.5465/amj.2007.24634438)
27. Hair, Jr., Black, W., Babin, B., & Anderson, R. (2014). *Multivariate Data Analysis: A Global Perspective* (7th ed.). Upper Saddle River: Prentice Hall.

28. Hanover Research. (2013, February). *Student Perception Surveys and Teacher Assessments*. Retrieved from <https://ru.scribd.com/document/205141580/Student-Perception-Surveys-and-Teacher-Assessments-Membership-2>
29. Hanushek, E. A., & Rivkin, S. G. (2006). Chapter 18 Teacher Quality. *Handbook of the Economics of Education*, 1051–1078. doi: [10.1016/s1574-0692\(06\)02018-6](https://doi.org/10.1016/s1574-0692(06)02018-6)
30. Hanushek, E., & Wößmann, L. (2007). *The Role of School Improvement in Economic Development*. Retrieved from [https://sites.hks.harvard.edu/pepg/PDF/Papers/PEPG07-01\\_Hanushek\\_Woessmann.pdf](https://sites.hks.harvard.edu/pepg/PDF/Papers/PEPG07-01_Hanushek_Woessmann.pdf)
31. Ibrahim, A. (2014). The Students' Perception of Teachers' Classroom Effectiveness on Their Self-Concepts in Lagos Metropolis. *Journal of Teaching and Teacher Education*, 2(2), 133–141.
32. Jundt, D. K., Shoss, M. K., & Huang, J. L. (2014). Individual adaptive performance in organizations: A review. *Journal of Organizational Behavior*, 36(1), S53–S71. doi: [10.1002/job.1955](https://doi.org/10.1002/job.1955)
33. Koopmans, L., Bernaards, C. M., Hildebrandt, V. H., Schaufeli, W. B., de Vet Henrica, C. W., & van der Beek, A. J. (2011). Conceptual Frameworks of Individual Work Performance. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 53(8), 856–866. doi: [10.1097/jom.0b013e318226a763](https://doi.org/10.1097/jom.0b013e318226a763)
34. Koopmans, L., Bernaards, C., Hildebrandt, V., de Vet, H., & van der Beek, A. (2014). **Measuring individual work performance: Identifying and selecting indicators**. *Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation*, 45(3), 62–81.
35. Koopmans, L., Bernaards, C., Hildebrandt, V., van Buuren, S., van der Beek, A. J., & de Vet, H. C. W. (2012). Development of an individual work performance questionnaire. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 62(1), 6–28. doi: [10.1108/17410401311285273](https://doi.org/10.1108/17410401311285273)
36. Leech, N. L., Barrett, K. C. & Morgan, G. A. (2015). *IBM SPSS for Intermediate Statistics: Use and Interpretation* (5th ed.). New York: Routledge.
37. Lievens, F., Conway, J. M., & Corte, W. (2008). The relative importance of task, citizenship and counterproductive performance to job performance ratings: Do rater source and team-based culture matter? *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 81(1), 11–27. doi: [10.1348/096317907x182971](https://doi.org/10.1348/096317907x182971)
38. Little, O., Goe, L., & Bell, C. (2009, April). *A Practical Guide to Evaluating Teacher Effectiveness*. Retrieved from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED543776.pdf>
39. Madike, V. N. (2015). *Student Perceptions of Biology Teachers' Interpersonal Teaching Behaviors and Student Achievement* (Doctoral dissertation). Retrieved from <http://scholarworks.waldenu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1519&context=dissertations>
40. Medupin, R. O., Abubakre, O. K., Adebayo, S. A., Enock, O. I., & Sulayman, F. A. (2015). **Students' Academic Performance in Engineering Drawing in Nigerian Polytechnics: A Case Study of the Federal Polytechnic Bida, Nigeria**. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology*, 2(2), 99–106.
41. Modebelu, M. N., & Nwakpadolu, G. M. (2013). Effective Teaching and Learning of Agricultural Science for Food Security and National Sustainability. *Journal of Educational and Social Research*, 3(4), 161–170. doi: [10.5901/jesr.2013.v3n4p161](https://doi.org/10.5901/jesr.2013.v3n4p161)
42. Moorman, R. H., & Podsakoff, P. M. (1992). A meta-analytic review and empirical test of the potential confounding effects of social desirability response sets in organizational behaviour research. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 65(2), 131–149. doi: [10.1111/j.2044-8325.1992.tb00490.x](https://doi.org/10.1111/j.2044-8325.1992.tb00490.x)
43. Murphy, K. R. (1989). **Dimensions of job performance**. In R. F. Dillon, J. W. Pellegrino (Eds.), *Testing: Theoretical and Applied Perspectives* (pp. 218–247). New York: Praeger.

44. Mutodi, P., & Ngirande, H. (2014). The Influence of Students' Perceptions on Mathematics Performance. A Case of a Selected High School in South Africa. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 5(3), 431–445. doi: 10.5901/mjss.2014.v5n3p431
45. OECD. (2016). *Education at a Glance 2016. OECD Indicators*. Paris: OECD Publishing.
46. Oviawe, J. I. (2016). Benefits and Limitations of E-learning for Technical Drawing in Edo State Model Secondary Schools, Nigeria. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 5(3), 52–64. doi: 10.6007/ijarped/v5-i3/2213
47. Pulakos, E. D., Arad, S., Donovan, M. A., & Plamondon, K. E. (2000). Adaptability in the workplace: Development of a taxonomy of adaptive performance. *Journal of Applied Psychology*, 85(4), 612–624. doi: 10.1037/0021-9010.85.4.612
48. Scherer, R., Nilsen, T., & Jansen, M. (2016). Evaluating Individual Students' Perceptions of Instructional Quality: An Investigation of their Factor Structure, Measurement Invariance, and Relations to Educational Outcomes. *Frontiers in Psychology*, 7, 1–16. doi: 10.3389/fpsyg.2016.00110
49. Shah, S., Jaffari, A., Aziz, J., Ejaz, W., Ul-Haq, I., & Raza, S. (2011). *Workload and Performance of Employees*. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, 3(5), 256–267.
50. Shuttleworth, M. (2008). *How to choose the most Appropriate design?* Retrieved from <http://www.experiment-resources.com/different-research-methods.html>
51. Sonnentag, A., Volmer, J., & Spychala, A. (2010). *Job Performance*. In J. Barling (Ed.), *Micro approaches* (pp. 427–447). Los Angeles: SAGE.
52. Spooren, P., Brockx, B., & Mortelmans, D. (2013). On the Validity of Student Evaluation of Teaching: The State of the Art. *Review of Educational Research*, 83(4), 598–642. doi: 10.3102/0034654313496870
53. Steinberg, M. P., & Garrett, R. (2016). Classroom Composition and Measured Teacher Performance: What Do Teacher Observation Scores Really Measure? *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 38(2), 293–317. doi: 10.3102/0162373715616249
54. Sutcliff, C. (2011). *Secondary Students' Perceptions of Teacher Quality* (Doctoral dissertation). Retrieved from <http://digitalcommons.georgiasouthern.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1391&context=etd>
55. Taheri, M., Ryasi, H., Afshar, M., & Mofatteh, M. (2014). Comparison between student rating, faculty self-rating and evaluation of faculty members by heads of respective academic departments in the school of medicine in Birjand University of Medical Sciences in Iran. *Journal of Education and Health Promotion*, 3(4), 34–41.
56. Vonkova, H., Zamarro, G., DeBerg, V., & Hitt, C. (2015). *Comparisons of Student Perceptions of Teacher's Performance in the Classroom: Using Parametric Anchoring Vignette Methods for Improving Comparability*. Retrieved from <http://www.uaedreform.org/downloads/2015/05/comparisons-of-student-perceptions-of-teachers-performance-in-the-classroom-using-parametric-anchoring-vignette-methods-for-improving-comparability.pdf>
57. Worrell, F. C., & Kuterbach, L. D. (2001). The Use of Student Ratings of Teacher Behaviors With Academically Talented High School Students. *Journal of Secondary Gifted Education*, 12(4), 236–247. doi: 10.4219/jsge-2001-670

# Языковая игра и языковая тенденция: понятийная корреляция (на примере современной транзитивации русских непереходных глаголов)

## Language-Game and Language Tendency: Conceptual Correlation (on the Example of the Modern Transitivity of Russian Intransitive Verbs)

Елена Некрылова<sup>1</sup>

Olena Nekrylova

<sup>1</sup> *Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics*  
9-A Nauky avenue, Kharkiv, 61166, Ukraine

DOI: 10.22178/pos.27-5

LCC Subject Category:  
PG2001-2826

Received 28.09.2017  
Accepted 20.10.2017  
Published online 31.10.2017

Corresponding Author:  
el.nekrylova@gmail.com

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



**Аннотация.** Статья посвящена выяснению вопроса о возможности корреляции между понятиями языковой игры и языковой тенденции, которая осуществляется на примере современной транзитивации русских непереходных глаголов. Данная корреляция конкретизируется выяснением возможности постепенного перехода от языковой игры в переходность непереходных глаголов к эмпирически подтверждаемой тенденции их транзитивации. Мнения исследователей языковой игры о возможности проявления такой тенденции подкрепляются примерами, свидетельствующими о постепенном переходе языковой игры в переходность непереходных глаголов в соответствующую языковую тенденцию.

**Ключевые слова:** языковая игра; языковая тенденция; глагол; переходность-непереходность; транзитивация.

**Abstract.** The article is devoted to the clarification of the question of the possibility of correlation between the concepts of language-game and the language trend, which is carried out on the example of modern transitive Russian intransitive verbs. Said correlation is concretized by elucidating the possibility of a gradual transition from a language-game to the transitivity of intransitive verbs to the empirically confirmed tendency of their transition. The opinions of the researchers of the language-game concerning the possibility of manifesting such a tendency are supported by examples that show the gradual transition of the language-game into the transitivity of intransitive verbs into the corresponding linguistic tendency.

**Keywords:** language-game; language tendency; verb; transitivity-intransitivity; transition.

### ВВЕДЕНИЕ

Заявленные в заголовке статьи понятия языковой игры и языковой тенденции новыми для лингвистики не являются.

Начиная с середины прошлого столетия, языковая игра постоянно находится в сфере внимания лингвистов: подробный обзор литературы, посвященной языковой игре, представлен в [6]. В настоящей статье мы обращаемся лишь к некоторым, ключевым для нас работам данной проблематики, и само понятие языковой игры, как не всеми толкуемое одинаково, рассматривается нами ниже.

Содержание общенаучного понятия тенденции трудности не представляет: по данным толковых и энциклопедических словарей, оно представляет собой направление развития чего-либо, а применительно к лингвистике означает направление эмпирически подтверждаемого аналогией развития какого-либо языкового явления. Такой тенденцией М. Н. Эпштейн признает транзитивацию русских непереходных глаголов, то есть развитие у них переходности, например наряду с непереходным *гулять с кем* развитие переходного *гулять кого*, а наряду с возвратно-непереходным *улыбаться* развитие беспостфиксно-переходного *улыбать кого* [5].

В вопросе о том, коррелируют ли между собой понятия игры и тенденции, в частности языковой игры в переходность непереходных глаголов и тенденции транзитивации непереходных глаголов, единство мнений отсутствует. Более того, несложно убедиться в том, что эти мнения абсолютно противоположны: одни исследователи признают существование такой корреляции, другие такое существование решительно отрицают – об этом свидетельствует, например, содержащее дизъюнктивное *или* название статьи А. Градинаровой и Е. Зарецкого «Транзитивация русских глаголов по новым моделям: языковая тенденция или игра со словом?» [3].

Целью статьи является осуществляемое на примере транзитивации русских непереходных глаголов выяснение вопроса о том, имеется ли корреляция между понятиями языковой игры и языковой тенденции.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По традиции начнем с определений игры вообще, лишь затем перейдя к пониманию включаемой в это широкое понятие как его вид игры языковой.

Хорошо известно, что Л. Витгенштейн в «Философских исследованиях» называет именно «языковыми играми» действия всех языковых механизмов [11, с. 83]. При этом он не толкует понятие языковой игры, пользуясь им как всем понятным.

Историк и культуролог Й. Хёйзинга в знаменитой книге «*Homo ludens. Человек играющий. Опыт определения игрового элемента культуры*» доказывает, что игра как сущность, возраст которой превышает возраст человечества и его культуры (ведь играют и животные), как некое свободное отступление от привычной обыденности лежит в основе всей человеческой деятельности и всей созданной и создаваемой человеком культуры [4].

Лингвисты – исследователи языковой игры упоминают указанные мнения Л. Витгенштейна и Й. Хёйзинги и, как правило, не комментируя их, выдвигают свои аргументы, характеризующие игру в языке.

Так, автор известной, посвященной языковой игре монографии В. З. Санников считает, что языковая игра есть «отступление от нормы,

нечто необычное (даже, по Аристотелю, нечто безобразное)», причем отступление «намеренное», и справедливо обращает внимание на комичность языковой игры [9, с. 13, 26]. Проанализировав множество мнений относительно сущности комизма, автор приходит к качественно обоснованному выводу: «Комическое – это такое отклонение от нормы, которое удовлетворяет двум следующим условиям: 1) приводит к возникновению двух содержательных планов (от исходной точки совершается внезапный переход к конечному результату, резко отличающемуся от этой исходной точки); 2) ни для кого в данный момент не опасно, а для воспринимающих шутку даже приятно, поскольку это отклонение вызывает в них, лишенных этого недостатка, чувство превосходства или же (в случае «интеллектуальных» шуток) довольство по поводу исправности их интеллекта» [9, с. 22].

С точки зрения игрового переходного употребления непереходного глагола, описанные В. З. Санниковым закономерности комичного могут выглядеть так:

1) глаголы *гулять с кем* и *улыбаться* – первый (нормальный) содержательный план, от которого осуществляется внезапный переход ко второму (аномальному) содержательному плану – новому управлению *гулять кого* и беспостфиксному глаголу *улыбать*;

2) употребление аномальных *гулять кого* и *улыбать* ни для кого в данный момент не опасно и даже приятно, поскольку это отклоняющееся от нормы употребление вызывает в них, лишенных этого недостатка, чувство превосходства. К этому следует добавить, что употребление аномальных *гулять кого* и *улыбать* может вызвать смех или, как минимум, улыбку реципиента.

Ученый В. З. Санников рассматривает языковую игру как лингвистический эксперимент [9, с. 32–36], идею активного применения которого в свое время отстаивал Л. В. Щерба: «Сделав какое-либо предположение о смысле того или иного слова, той или иной формы, о том или ином правиле словообразования или формообразования и т. п., следует пробовать, можно ли сказать ряд разнообразных фраз (который можно бесконечно множить), применяя это правило. ...В возможности применения эксперимента и кроется громадное преимущество – с теоретической точки зре-

ния – изучения живых языков» [10, с. 32]. По мнению В. З. Санникова, языковая игра – «это уже проведенный (и успешный!) лингвистический эксперимент», осуществленный «для усиления выразительности речи, для создания комического эффекта и т. д.». «Лингвисту остается дать этому чужому эксперименту лингвистическую интерпретацию» [9, с. 36]. Следовательно, транзитивация глагола *гулять* управлением беспредложным винительным и глагола *улыбаться* отсечением постфикса, дающим форму *улыбать*, есть авторский лингвистический эксперимент, цель которого – проверка, сработает ли, а возможно и закрепится ли, в языке такая переходная форма.

Автор другой известной монографии, посвященной языковой игре, Б. Ю. Норман тоже считает комичность важной составляющей языковой игры, но, в отличие от В. З. Санникова, предлагает считать, что в языковой игре не менее важной является ее эстетическая сторона: игра, в том числе языковая, доставляет удовольствие [8, с. 7–10]. Из этого следует, что употребление *гулять кого* и *улыбать* тоже доставляют удовольствие и создателю такой языковой игры, и тем, кто ее воспринимает.

Ученый Б. Ю. Норман дает следующее определение языковой игры: «Это использование языка в особых – эстетических, социальных и т. п. – целях, при котором языковая система наилучшим образом демонстрирует свою «мягкость»: языковые единицы, их классы и правила их функционирования получают тут большую степень свободы по сравнению с иными речевыми ситуациями» [8, с. 5–6]. Очевидно, что «мягкая свобода», о которой пишет Б. Ю. Норман, предполагает «отступление от нормы», о котором пишет В. З. Санников, так что противоречия между определениями языковой игры у этих исследователей нет.

Возникает вопрос: должны ли аномалии быть объектом изучения науки вообще и лингвистики в частности как открывающие нечто новое, в том числе в языке?

В свое время американский физик и философ Т. С. Кун в знаменитой книге «Структура научных революций» отметил: «Открытие начинается с осознания аномалии, то есть с установления того факта, что природа каким-то образом нарушила навеянные парадигмой

ожидания, направляющие развитие нормальной науки. Это приводит затем к более или менее расширенному исследованию области аномалии. И этот процесс завершается только тогда, когда парадигмальная теория приспособливается к новым обстоятельствам таким образом, что аномалии сами становятся ожидаемыми» [7, с. 84]. Эта закономерность, безусловно, общенаучна, то есть вполне применима и к лингвистике.

Как замечает Н. Д. Арутюнова, «игра в нарушение семантических и прагматических канонов имеет своей целью вникнуть в природу самого канона» [1, с. 303]. Применительно к транзитивации переходных глаголов это выглядит так: само по себе аномальное употребление переходных глаголов *гулять кого* и *улыбать* заставляет задуматься о незыблемости нормативной единственности переходных глаголов *гулять с кем* и *улыбаться*.

Т. В. Булыгина и А. Д. Шмелев полагают, что «типичной является ситуация, когда наличие в корпусе текстов контрпримеров ведет к уточнению формулировки правила или даже к его полному пересмотру. Именно эта ситуация представляет собой типичный случай, когда можно говорить об «эмпирической проверке» лингвистических правил» [2, с. 438]. С точки зрения транзитивации переходных глаголов, это означает, что осознание аномальности употребления переходных глаголов *гулять кого* и *улыбать* влечет базисуемую на эмпирической, а именно узальной, верификации открытие того, что это употребление не случайность, что оно подтверждается множеством аналогичных аномалий, что, вне всяких сомнений, позволяет говорить уже не об аномальности, а о тенденциозности данного явления.

Следовательно, соображение о возможности корреляции языковой игры с языковой тенденцией может быть конкретизировано возможностью, вероятнее всего постепенного, перехода языковой игры в языковую тенденцию.

Весьма показательно, что исследователи языковой игры, как и М. Н. Эпштейн, понятия языковой игры и языковой тенденции не противопоставляют. Так, Б. Ю. Норман, выделяющий игру в переходность переходных глаголов как разновидность «игры с управлением» [8, с. 162–165], прямо пишет о том, что «в основе языковой игры лежат некото-

рые внутренние, «природные» свойства самого языка – его строения и функционирования в обществе. ...Языковая игра – это постоянное нарушение каких-то правил или, как мы выразились, балансирование на грани нормы. И в то же время сами эти нарушения не бессистемны и случайны, а также происходят по определенным правилам, подчиняются некоторым закономерностям (потому их нетрудно разложить по полочкам)» [8, с. 10]. Из этого следует, что «языковая игра в переходность» обусловлена имеющейся в русской грамматике структурной возможностью употреблять непереходные глаголы как переходные, в том числе путем отсечения постфикса делать из возвратных глаголов беспостфиксные переходные, например *улыбать*. Если такая игра, как полагает Б. Ю. Норман, подчиняется каким-то «раскладываемым по полочкам» закономерностям, то она, безусловно, потенциально тенденциозна. Именно к такому заключению приходит Б. Ю. Норман: «В целом же оказывается, что через языковую игру, через нарушение правил пробивает себе дорогу, постепенно «легализуясь», мощная внутриязыковая тенденция. Фактически мы имеем здесь дело с изменением содержания категории глагольной переходности, а может быть, и шире – с кардинальной перестройкой норм синтаксической сочетаемости в русском языке» [8, с. 165].

Ученый В. З. Санников придерживается того же мнения. Среди функций языковой игры он выделяет функцию «языкотворческую»: «найденное в акте индивидуального творчества нередко закрепляется в языке как новый, более яркий (и экономный!) способ выражения мысли» [9, с. 26]. Здесь нельзя не отметить, что и М. Н. Эпштейн обоснованно фиксирует экономию в транзитивации непереходных, в том числе возвратных, глаголов [5], например *улыбать кого-то* гораздо экономнее сочетания *заставить кого-то улыбаться*. «Языковая игра, – продолжает В. З. Санников, – один из путей обогащения языка. Имеется много явлений, которые можно квалифицировать как игру, переставшую быть игрой. Ср. «формульные выражения» – сравнения (*злой, как собака*), метафоры (*свежий ветер, железная воля*), генитивные конструкции (*реки крови*), сочинительные конструкции (*золото, а не человек*) и т. д., которые стали уже общеязыковыми. Долго не осознавалось (и не полностью осознается

до сих пор), что языковая игра, может быть бессознательно, преследует не только сиюминутные интересы (заинтриговать, заставить слушать), но она призвана выполнять и другую цель – развивать мышление и язык. Полностью освоено мышлением то, что освоено языком. Мысль, для которой язык нашел краткое и четкое выражение, становится достоянием народа и народного мышления, и это мышление может подниматься на следующую, высшую ступень. Язык закрепляет достижения мышления» [9, с. 26–27]. Многие явления, которые можно считать «уже не игрой, а достоянием языка», несомненно, могут быть обусловленными языковыми тенденциями.

## ВЫВОДЫ

Если, как несложно убедиться, в том числе на примерах Национального корпуса русского языка, наряду с *гулять девушку* в такой же, разговорной, речи употребляются *плавать ребенка, отдыхать товарищей, скучать присутствующих, трусить одноклассника*, а наряду с *улыбать* там наблюдаются *общать, спотыкаться, раскаиваться, сомневаться, стремиться*, то это уже не только языковая игра, но и в определенной мере нарождающаяся языковая тенденция. Безусловно, нельзя забывать о том, что подобные употребления пределы разговорного регистра не покидают, но, в отличие от просторечия, разговорная речь является составляющей литературного языка, которой свойственно употребление в так называемой «ситуации непринужденного общения». Нет сомнений и в том, что далеко не все носители русского языка в ситуации непринужденного общения употребляют такие «новопереходные» глаголы. Однако если часть этих носителей в указанной ситуации всё же эти глаголы употребляет, имеется основание для сдержанной констатации соответствующей языковой тенденции. Наконец, не следует забывать и о возможной, в настоящее время отдаленной перспективе: если всё новое приходит в язык из разговорной речи, то «новопереходные» глаголы в этом универсальном развитии событий исключением стать не могут.

Таким образом, исследователи языковой игры поддерживают, а эмпирически достоверные узуальные сведения подкрепляют идею о том, что языковая игра может переходить в языковую тенденцию.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Arutjunova, N. D. (1988). *Tipy jazykovyh znachenij: Ocenka. Sobytie. Fakt* [Types of language values: Evaluation. Event. Fact]. Moscow: Nauka (in Russian)  
[Арутюнова, Н. Д. (1988). *Типы языковых значений: Оценка. Событие. Факт*. Москва: Наука].
2. Bulygina, T. V., & Shmelev, A. D. (1997). *Jazykovaja konceptualizacija mira (na materiale russoj grammatiki)* [Language conceptualization of the world (on the basis of Russian grammar)]. Moscow: Shkola "Jazyki russoj kul'tury" (in Russian)  
[Булыгина, Т. В., & Шмелев, А. Д. (1997). *Языковая концептуализация мира (на материале русской грамматики)*. Москва: Школа «Языки русской культуры»].
3. Gradinarova, A., & Zareckij, E. (2009). *Tranzitivacija russskih glagolov po novym modeljam: jazykovaja tendencija ili igra so slovom?* [Transitivization of Russian verbs on new models: a language trend or a game with a word?] *Bolgarskaja rusistika*, 3–4, 123–146 (in Russian)  
[Градинарова, А., & Зарецкий, Е. (2009). Транзитивация русских глаголов по новым моделям: языковая тенденция или игра со словом? *Болгарская русистика*, 3–4, 123–146].
4. Hjozjinga, J. (2011). *Homo ludens. Chelovek igrajušhij. Opyt opredelenija igrovogo jelementa kul'tury* [Homo ludens. A man playing. Experience in determining the game element of culture]. Saint-Petersburg: Izd-vo Ivana Limbaha (in Russian)  
[Хёйзинга, Й. (2011). *Homo ludens. Человек играющий. Опыт определения игрового элемента культуры*. Санкт-Петербург: Изд-во Ивана Лимбаха].
5. Jepshtejn, M. N. (2007). *O tvorcheskom potencie russskogo jazyka. Grammatika perehodnosti i tranzitivnoe obshhestvo* [On the creative potential of the Russian language. Grammar of Transitivity and Transitive Society]. *Znamja*, 3 (in Russian)  
[Эпштейн, М. Н. (2007). О творческом потенциале русского языка. Грамматика переходности и транзитивное общество. *Знамя*, 3].
6. Kosmeda, T. A., & Khaliman, O. V. (2013). *Movna hra v paradyhmi interpretatyvnoi lnhvistyky. Hramatyka otsinky. Hramatychna ihrema (teoretychne osmyslennia dyskursyvnoi praktyky)* [Language game in the paradigm of interpretive linguistics. Grammar of evaluation. Grammatical Egram (Theoretical Understanding of Discursive Practice)]. Drohobych: Kolo (in Ukrainian)  
[Космеда, Т. А., & Халиман, О. В. (2013). *Мовна гра в парадигмі інтерпретативної лінгвістики. Граматика оцінки. Граматична іграма (теоретичне осмислення дискурсивної практики)*. Дрогобич: Коло].
7. Kun, T. (2003). *Struktura nauchnyh revoljucij* [Structure of scientific revolutions]. Moscow: ACT (in Russian)  
[Кун, Т. (2003). *Структура научных революций*. Москва: АСТ].
8. Norman, B. Ju. (2006). *Igra na granjah jazyka* [Playing on the edges of a language]. Moscow: Flinta: Nauka (in Russian)  
[Норман, Б. Ю. (2006). *Игра на гранях языка*. Москва: Флинта: Наука].
9. Sannikov, V. Z. (2002). *Russkij jazyk v zerkale jazykovoj igry* [Russian language in the mirror of the language game] (2nd ed.). Moscow: Jazyki slavjanskoj kul'tury (in Russian)  
[Санников, В. З. (2002). *Русский язык в зеркале языковой игры* (2-е изд.). Москва: Языки славянской культуры].
10. Shherba, L. V. (2008). *Jazykovaja sistema i rechevaja dejatel'nost'* [Language system and speech activity] (4th ed.). Moscow: URSS (in Russian)  
[Щерба, Л. В. (2008). *Языковая система и речевая деятельность* (4-е изд.). Москва: URSS].
11. Vitgenshtejn, L. (2010). *Filosofskie issledovanija* [Philosophical studies]. Moscow: AST : Astrel' (in Russian)  
[Витгенштейн, Л. (2010). *Философские исследования*. Москва: АСТ : Астрель].

# Кібернетична безпека та бізнес-розвідка в системі діагностики економічної безпеки підприємства

## Cybernetic Security and Business Intelligence in the System of Diagnostics of Economic Security of the Enterprise

Руслан Скриньковський<sup>1</sup>, Гжегож Павловські<sup>2</sup>, Павло Гарасим<sup>3</sup>, Олег Коропецький<sup>1</sup>  
Ruslan Skrynkovskyi, Grzegorz Pawlowski, Pavlo Harasym, Oleh Koropetskyi

<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

<sup>3</sup> *General Directorate of the National Police in the Lviv region*  
3 General Hryhorenko Square, Lviv, 79007, Ukraine

DOI: 10.22178/pos.27-6

JEL Classification:  
D83, L20, L86, M10

Received 20.09.2017  
Accepted 25.10.2017  
Published online  
31.10.2017

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

**Анотація.** Метою статті є визначення місця, ролі і особливостей кібернетичної безпеки та удосконалення схеми бізнес-розвідки в системі діагностики економічної безпеки підприємства. З'ясовано, що: 1) під кібернетичною безпекою підприємства слід розуміти стан захищеності кібернетичного простору підприємства в цілому або окремих об'єктів його інформаційної інфраструктури (комп'ютерної системи, комп'ютерних даних тощо) від ризику стороннього (зовнішнього) кібернетичного впливу, за якого забезпечується їх сталий розвиток і формування перспективи, а також своєчасне виявлення, запобігання й нейтралізація реальних і потенційних викликів, кібернетичних втручань і загроз інтересам підприємства; 2) основними складовими кібернетичної безпеки в системі діагностики економічної безпеки підприємства є: розвідка інформаційно-телекомунікаційних систем та криптосистем протиборчих сторін; кібернетичні впливи; захист власної інформаційної сфери. Встановлено, що головним завданням бізнес-розвідки в системі діагностики економічної безпеки підприємства є перевірка достовірності бізнес-інформації, забезпечення кібернетичного захисту інформаційного ресурсу, інформаційно-комунікаційних технологій та систем і виключення можливості дезінформації вищого керівництва підприємства з боку менеджерів (керівників) середньої ланки, постачальників, маркетингових посередників, клієнтури, конкурентів або контактних аудиторій підприємства. Перспективою подальших досліджень у даному напрямі є розроблення системи цілей полікритеріальної діагностики діяльності (економічної діагностики) підприємства (на засадах виокремлення та систематизації його діагностичних цілей) з урахуванням поданих результатів дослідження.

**Ключові слова:** підприємство; кібербезпека; бізнес-розвідка; інформація; комп'ютерні системи; економічна безпека; діагностика.

**Abstract.** The purpose of the article is to determine the place, the role and features of cybernetic security and improve the business intelligence scheme in the system of diagnosing economic security of the enterprise. It had been found out that: 1) the term "cybernetic security of an enterprise" should be understood as the state of the protection of the cybernetic space of the whole enterprise or individual objects of its information infrastructure (computer system, computer data, etc.) from the risk of external cybernetic influence, which ensures their sustainable development and the formation of prospects, as well as timely detection, prevention and neutralization of real and potential cybernetic interruptions and threats to the interests of the enterprise; 2) the main components of cybernetic security in the system of diagnostics of economic security of the enterprise are: investigation of information and telecommunication systems and cryptosystems of the opposing sides; cybernetic effects; protection of information sphere. It was established that

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

the main task of business intelligence in the system of diagnosing economic security of the enterprise is the verification of the reliability of business information, the provision of cybernetic protection of information resources, information and communication technologies and systems and the elimination of the possibility of misinformation of senior management by the managers of the middle level, suppliers, marketing intermediaries, clientele, competitors or contact audiences of the enterprise. The prospect of further research in this direction is the development of a system of goals of the polycriterial diagnostics of the activity (economic diagnostics) of the enterprise (on the basis of the isolation and systematization of its diagnostic purposes), taking into account the presented results of the study.

**Keywords:** enterprise; cyber security; business intelligence; information; computer systems; economic security; diagnostics.

## ВСТУП

Агресія Російської Федерації, що триває, інші докорінні зміни у зовнішньому та внутрішньому безпековому середовищі України вимагають невідкладної розробки та реалізації конкретних заходів із кібербезпеки і кіберзахисту підприємств (установ, організацій) відповідно до ключових пріоритетів та напрямів реалізації Стратегії кібербезпеки України, затвердженої Указом Президента України від 15 березня 2016 р. № 96/2016 «Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 27 січня 2016 року «Про Стратегію кібербезпеки України».

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про те, що вагомий науково-практичний внесок у вирішення окремих проблемних питань (аспектів) у сфері кібербезпеки та кіберзахисту підприємств (установ, організацій) зробили такі науковці, як В. Бурячок [1], В. Братюк [2], О. Волох [3], Є. Воронюк [4], С. Гахов [5], С. Кавун [6], В. Ляшевський [7], Д. Маріц [8], Ю. Мороз, Ю. Цаль-Цалко [9], Е. Хемфрі [10] та інші. Водночас, віддаючи належне високому рівню наукових доробок перелічених вище авторів, зазначимо, що сьогодні не до кінця вивченими залишаються питання щодо кібернетичної безпеки та бізнес-розвідки в системі діагностики економічної безпеки підприємства у структурі системи цілей економічної діагностики підприємства, зокрема дискусійними є: 1) визначення місця, ролі і особливостей кібернетичної безпеки в системі діагностики економічної безпеки підприємства; 2) погляди (бачення) на формування (розроблення) схеми бізнес-розвідки в системі діагностики економічної безпеки підприємства. Все це обумовлює актуальність та доцільність дослідження у цьому напрямі.

Тому *метою статті* є визначення місця, ролі і особливостей кібернетичної безпеки та удосконалення схеми бізнес-розвідки в системі діагностики економічної безпеки підприємства.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Результати вивчення й аналізу наукових, методичних та прикладних матеріалів за проблематикою діагностики, зокрема [11, 12, 13, 14, 15, 16, 17] та іншої наукової літератури, приведеної у [18], дають можливість стверджувати, що діагностика діяльності (економічна діагностика) підприємства (установи, організації) – це процес ідентифікації, аналізу й оцінювання стану підприємства і тенденцій його зміни (тобто зміни стану) на основі відповідних бізнес-індикаторів з метою розроблення рекомендацій щодо усунення проблемних моментів (загроз) і слабких сторін суб'єкта господарювання та/або використання шансів (можливостей) умов діяльності підприємства для забезпечення якісно нового рівня його ефективності, розвитку і формування перспективи з урахуванням: 1) впливу взаємозалежних факторів впливу зовнішнього середовища (непрямої та прямої дії) і внутрішніх змінних (факторів внутрішнього середовища) підприємства (працівники, цілі і завдання, інформація, структура, технологія та ресурси); 2) юридичної та соціальної відповідальності підприємства у сфері економіки й управління підприємствами. Водночас з'ясовано, що структура системи цілей діагностики діяльності підприємства (установи, організації), виходячи із виокремлення та систематизації діагностичних цілей (елементних, часткових, комплексних) системи цілей економічної діагностики підприємства, містить таку структурну складову групи часткових діагностичних цілей (або часткову діаг-

ностичну ціль), як діагностика економічної безпеки підприємства [18].

В свою чергу науковці [4] прийшли до висновку, що діагностика та аналіз економічної безпеки підприємства (установи, організації) полягає у моніторингу її складових, а саме: 1) фінансової; 2) інтелектуальної; 3) кадрової; 4) технологічної; 5) правової; 6) силової; 7) ринкової; 8) екологічної; 9) інформаційної; 10) інтерфейсної.

З огляду на це і виходячи з результатів виконаних досліджень [19], встановлено, що ключовими бізнес-індикаторами системи діагностики економічної безпеки підприємства (як часткової діагностичної цілі системи цілей економічної діагностики підприємства [11, 18]) є такі: 1) рівень безпеки за фінансовою складовою; 2) рівень безпеки за кадрово-інтелектуальною складовою; 3) рівень безпеки за інноваційно-техніко-технологічною складовою; 4) рівень безпеки за інвестиційною складовою; 5) рівень безпеки за маркетингово-ринковою складовою; 6) рівень безпеки за політико-правовою складовою; 7) рівень безпеки за обліково-аналітико-інформаційною складовою; 8) рівень безпеки за екологічною складовою [19].

Поряд із тим варто наголосити, що сьогодні основою розвитку (як бізнес-процесів, так і результату) сучасного підприємства (установи, організації) є його інформаційна інфраструктура, яка створюється і підтримується власними силами підприємства і/або силами компанії-аутсорсера. З одного боку, застосування інформаційних технологій в управлінні підприємством (спільно з інформаційними ресурсами, технічними засобами, програмним забезпеченням та інтелектуальними технологічними процесами) створює умови для прийняття обґрунтованих управлінських рішень (поточних, перспективних) та якісно змінює бізнес-процеси (внутрішні, зовнішні), спрямованих на підвищення загального рівня ефективності та результативності діяльності підприємства. З іншого боку, існування певних бізнес-процесів підприємства в кібернетичному просторі створює умови та можливості стороннього кібернетичного впливу на них з метою комп'ютерного шахрайства (на основі несанкціонованого створення, зберігання, обміну, обробки чи знищення комп'ютерних даних тощо) або з іншою недобросовісною метою [5, 20, 21, 22, 23]. Звідси

очевидно, що кібернетична безпека є структурною складовою діагностики економічної безпеки у структурі системи цілей економічної діагностики підприємства.

Тут доцільно також звернути особливу увагу на результати досліджень [24], згідно яких видно, що у науковій літературі сутність (зміст) поняття «економічна безпека підприємства» розглядається у різних аспектах, зокрема як:

- 1) стан господарюючого суб'єкта, що характеризується високим ступенем захищеності від існуючих небезпек та загроз;
- 2) стан найбільш ефективного використання корпоративних ресурсів для стабільного функціонування підприємства;
- 3) захищеність життєво важливих інтересів підприємства від внутрішніх і зовнішніх загроз, що забезпечується системою заходів спеціального, фінансово-економічного, організаційного та соціального характеру;
- 4) стан виробничих відносин і організаційних зв'язків, при яких забезпечується стабільність функціонування та прогресивний розвиток підприємства;
- 5) забезпечення умов збереження майна та комерційної таємниці [24].

В контексті цього (за результатами дослідження) з'ясовано, що:

- 1) кібернетична безпека підприємства – це стан захищеності кібернетичного простору підприємства в цілому або окремих об'єктів його інформаційної інфраструктури (комп'ютерної системи, комп'ютерних даних тощо) від ризику стороннього (зовнішнього) кібернетичного впливу, за якого забезпечується їх сталий розвиток і формування перспективи, а також своєчасне виявлення, запобігання й нейтралізація реальних і потенційних викликів, кібернетичних втручань і загроз інтересам підприємства [1, 23];
- 2) основними складовими кібернетичної безпеки в системі діагностики економічної безпеки підприємства є:
  - розвідка інформаційно-телекомунікаційних систем та криптосистем протиборчих сторін;
  - кібернетичні впливи;
  - захист власної інформаційної сфери [1];

3) характерними видами кібернетичних ризиків (або ризиків стороннього кібернетичного впливу) та напрямів кіберстрахування є:

- ризики втрати інформації (комп'ютерних даних) та порушення роботи систем при зламі паролів доступу або внаслідок DDoS-атаки;
- ризики фінансових втрат через порушення роботи (функціонування) комп'ютерних систем та на відновлення програмного забезпечення і/або інформації (комп'ютерних даних) внаслідок дій кіберзлочинців;
- ризики фінансових втрат власників даних за регрес-позовами при викраденні, зберіганні, використанні, знищенні або поширенні (розголошенні) кіберзлочинцями персональної інформації;
- ризики фінансових втрат за кібервимаганням (здирництвом) при вірусному блокуванні комп'ютерних систем або баз даних [2];

4) загрози кібернетичній безпеці підприємства (установи, організації) актуалізуються через дію таких чинників:

- невідповідність інфраструктури електронних комунікацій підприємства, рівня її розвитку та захищеності сучасним вимогам;
- недостатня ефективність суб'єктів сектору економічної безпеки та бізнес-розвідки підприємства у протидії кіберзагрозам спеціального, фінансово-економічного, організаційного та соціального характеру;
- низький загальний рівень обізнаності працівників підприємства в питаннях інформаційної та кібернетичної безпеки;
- недостатній рівень координації, взаємодії та інформаційного обміну між суб'єктами забезпечення кібернетичної безпеки підприємства інформаційної інфраструктури і електронних інформаційних ресурсів;
- безсистемність заходів кібернетичного захисту інформаційного ресурсу, інформаційно-комунікаційних технологій та систем підприємства тощо [3, 5, 6, 7, 8, 23, 25].

Крім цього, на основі аналізу інформації у [10, 26] встановлено, що:

- 1) кібернетичні ризики існують завжди, адже підприємства (установи, організації) використовують однакові технології та програми, спілкуються через мережу Internet тощо;
- 2) багато програм, розроблених для захисту організацій від кіберзагроз, розробляють з

посиланням на стандарти ISO/IEC 27001 та ISO/IEC 27002:2005 «Інформаційні технології. Методи забезпечення. Кодекс практики з управління інформаційною безпекою» [10];

3) згідно ст. ст. 2–5 Конвенції про кіберзлочинність [26] основними правопорушеннями проти конфіденційності, цілісності та доступності комп'ютерних даних і систем є:

- незаконний доступ;
- нелегальне перехоплення;
- втручання у дані;
- втручання у систему;
- зловживання пристроями.

Поряд з тим, у науковій праці [7] зазначено, що ключовими пріоритетами (цілями), які визначені для систем управління інформаційною безпекою сучасного бізнес-процесу (з урахуванням захисту від кіберзагроз), є:

- стабільність бізнесу (А);
- захист бізнес-інтересів власників (В);
- підвищення рівня довіри бізнес-партнерів та клієнтів (С).

З огляду на викладене вище Л. Дегтярьова та В. Ляшевський [7] стверджують, що для того, щоб подані цілі (А, В, С) були досягнуті, необхідно вирішити такі завдання:

- 1) обмежити доступ до бази даних (спеціальної інформації [27]), визначеної як службова таємниця;
- 2) визначити та здійснити адміністративні заходи для виявлення загроз безпеці інформаційних ресурсів;
- 3) з'ясувати можливі мотиви, що мають на меті нанесення збитків (фінансових, матеріальних, моральних);
- 4) забезпечити ефективне й результативне використання правових, організаційних і технічних засобів забезпечення інформаційної безпеки;
- 5) створити умови для виявлення кібернетичних ризиків тощо [7].

Беручи до уваги зазначене, тут доцільно відмітити, що одним із інструментів сучасного менеджменту (в умовах конкурентної боротьби) є застосування прогресивних методів бізнес-розвідки в забезпеченні діяльності служб економічної безпеки, головним завданням якої є перевірка достовірності бізнес-інформації, забезпечення кібернетичного

захисту інформаційного ресурсу, інформаційно-комунікаційних технологій та систем і виключення можливості дезінформації вищого керівництва підприємства з боку менеджерів (керівників) середньої ланки, постачальників, маркетингових посередників, клієнтури,

конкурентів або контактних аудиторій підприємства [28].

Блок-схема процесу бізнес-розвідки в системі діагностики економічної безпеки підприємства (установи, організації) представлена на рис. 1.

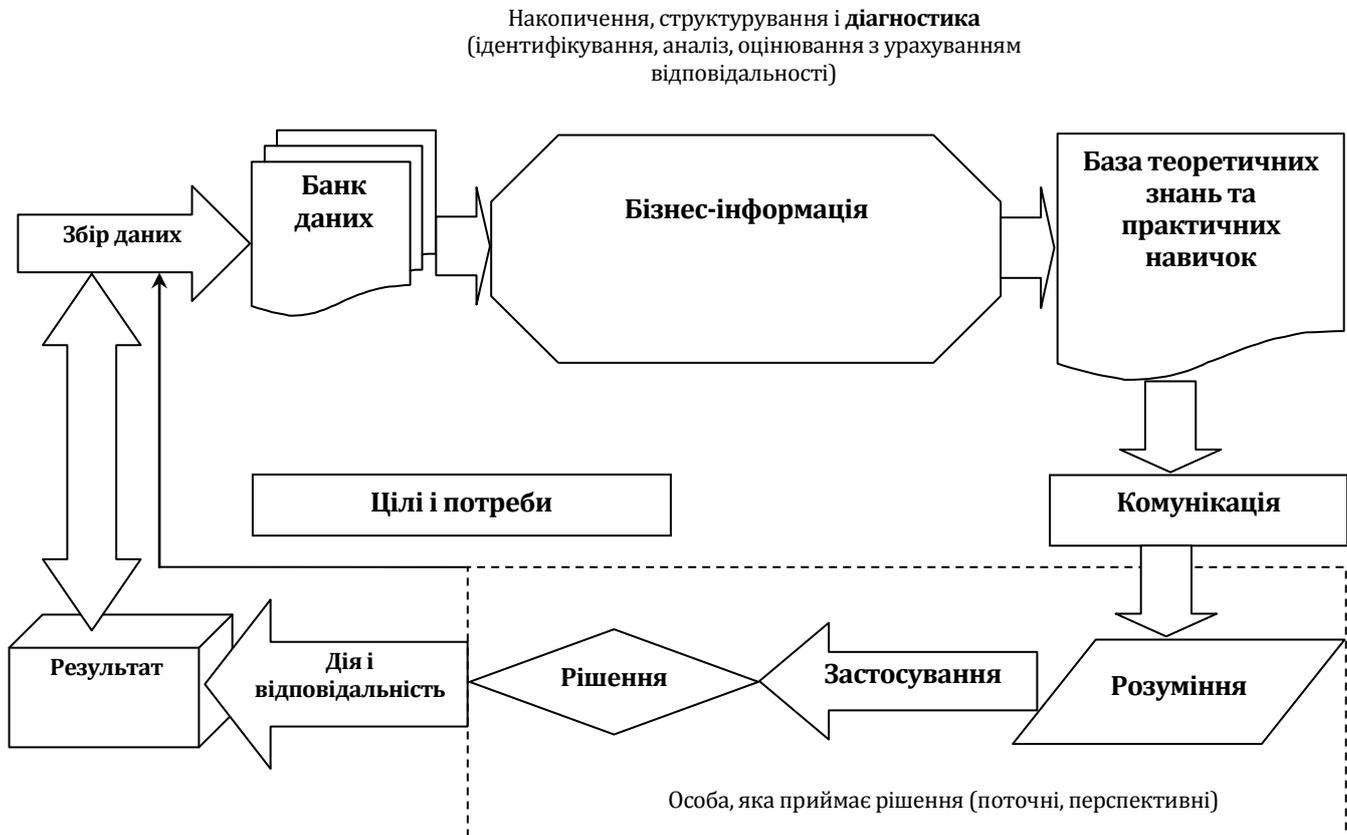


Рисунок 1 – Блок-схема бізнес-розвідки в системі діагностики економічної безпеки підприємства (установи, організації), удосконалено на основі [28]

Для довідки: 07.06.2017 р. Національне агентство із забезпечення якості вищої освіти (НАЗЯВО) [29] погодило освітній стандарт спеціальності «Кібербезпека» для бакалаврського рівня. «Нині, в умовах російської агресії, ми досить гостро відчуваємо потребу в фахівцях з кібербезпеки. Затвердження нового стандарту дозволить нам готувати спеціалістів високого рівня, готових застосовувати здобуті знання у реальних умовах та реагувати на виклики часу ...», – зазначив перший заступник Міністра освіти і науки України В. Ковтунець [30].

## ВИСНОВКИ

Результати дослідження доводять, що під кібернетичною безпекою підприємства слід розуміти стан захищеності кібернетичного

простору підприємства в цілому або окремих об'єктів його інформаційної інфраструктури (комп'ютерної системи, комп'ютерних даних тощо) від ризику стороннього (зовнішнього) кібернетичного впливу, за якого забезпечується їх сталий розвиток і формування перспективи, а також своєчасне виявлення, запобігання й нейтралізація реальних і потенційних викликів, кібернетичних втручань і загроз інтересам підприємства. З'ясовано, що основними складовими кібернетичної безпеки в системі діагностики економічної безпеки підприємства є: розвідка інформаційно-телекомунікаційних систем та криптосистем протиборчих сторін; кібернетичні впливи; захист власної інформаційної сфери. Встановлено, що головним завданням бізнес-розвідки в системі діагностики економічної безпеки підприємства є перевірка достовір-

ності бізнес-інформації, забезпечення кібернетичного захисту інформаційного ресурсу, інформаційно-комунікаційних технологій та систем і виключення можливості дезінформації вищого керівництва підприємства з боку менеджерів (керівників) середньої ланки, постачальників, маркетингових посередників, клієнтури, конкурентів або контактних аудиторій підприємства.

Перспективою подальших досліджень у даному напрямі є розроблення системи цілей полікритеріальної діагностики діяльності (економічної діагностики) підприємства (на засадах виокремлення та систематизації його діагностичних цілей) з урахуванням поданих результатів дослідження.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Buriachok, V. L., & Bohush, V. M. (2014). Rekomendatsii shchodo rozrobky ta zaprovadzhennia profilu navchannia «Kibernetychna bezpeka» v Ukraini [Guidelines for the development and implementation training profile «cyber security» in Ukraine]. *Ukrainian Scientific Journal of Information Security*, 20(2), 126–131. doi: 10.18372/2225-5036.20.7297 (in Ukrainian)  
[Бурячок, В. Л., & Богуш, В. М. (2014). Рекомендації щодо розробки та запровадження профілю навчання «Кібернетична безпека» в Україні. *Безпека інформації*, 20(2), 126–131. doi: 10.18372/2225-5036.20.7297].
2. Bratiuk, V. P. (2015). *Sutnist kiber-zlochyniv ta strakhovyi zakhyst vid kiber-ryzykiv v Ukraini* [Essence of cyber crimes and insurance protection from cyber risks in Ukraine]. *Actual Problems of Economics*, 9, 421–427].  
[Братюк, В. П. (2015). Сутність кібер-злочинів та страховий захист від кібер-ризиків в Україні. *Актуальні проблеми економіки*, 9, 421–427].
3. Volokh, O. K. (2016). *Pytannia kibernetychnoi bezpeky v umovakh rozbudovy informatsiinoho suspilstva* [Question of cyber security under development information society]. *Yurydychnyi naukovyi elektronnyi zhurnal*, 4, 104–107 (in Ukrainian)  
[Волох, О. К. (2016). Питання кібернетичної безпеки в умовах розбудови інформаційного суспільства. *Юридичний науковий електронний журнал*, 4, 104–107].
4. Ivashchenko H. A., & Voroniuk, Ie. V. (2017). *Kibernetychna bezpeka v systemi diahnostryky ta analizu ekonomichnoi bezpeky pidpryemstva* [Cyber security in the diagnosis and analysis economic security]. *Young Scientist*, 1, 605–608 (in Ukrainian)  
[Іващенко Г. А., Воронюк, Є. В. (2017). Кібернетична безпека в системі діагностики та аналізу економічної безпеки підприємства. *Молодий вчений*, 1, 605–608].
5. Hakhov, S. O. (2016). *Zastosuvannia metodiv pravovoho rehuliuвання pid chas zdiisnennia orhanizatsiinykh zakhodiv shchodo kibernetychnoho zakhystu informatsiinykh system pidpryemstv, ustanov ta orhanizatsii* [Application of methods of legal regulation during the implementation of organizational measures for cybernetic protection of information systems of enterprises, institutions and organizations]. *Suchasnyi zakhyst informatsii*, 3, 67–71 (in Ukrainian)  
[Гахов, С. О. (2016). Застосування методів правового регулювання під час здійснення організаційних заходів щодо кібернетичного захисту інформаційних систем підприємств, установ та організацій. *Сучасний захист інформації*, 3, 67–71].
6. Kavun, S. V., & Holubiev, V. O. (2013). *Analiz kiberzlochynnosti u sferi ekonomichnoi bezpeky* [Analysis of cybercrime in the field of economic security]. *Naukovi pratsi Chornomorskoho derzhavnoho universytetu imeni Petra Mohyly. Serii: Komp'uterni tekhnologii*, 229(217), 9–13 (in Ukrainian)  
[Кавун, С. В., & Голубєв, В. О. (2013). Аналіз кіберзлочинності у сфері економічної безпеки. *Наукові праці Чорноморського державного університету імені Петра Могили. Серія: Комп'ютерні технології*, 229(217), 9–13].

7. Dehtiarova, L. M., & Liashevskiy, V. H. (2017). **Praktychni pryomy ta kerivni pryntsyipy rozrobky kompleksiv informatsiinoi bezpeky** [Practical techniques and management principles development of systems of information security]. *Systemy upravlinnia, navihatsii ta zv'язku*, 2(42), 94–97 (in Ukrainian)  
[Дегтярьова, Л. М., & Ляшевський, В. Г. (2017). Практичні прийоми та керівні принципи розробки комплексів інформаційної безпеки. *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2(42), 94–97].
8. Marits, D. O. (2015). **"Kiberataka" – viina maibutnoho** ["Kiberataka" - the war of the future]. *Informatsiia i pravo*, 3(15), 104–109 (in Ukrainian)  
[Маріц, Д. О. (2015). «Кібератака» – війна майбутнього. *Інформація і право*, 3(15), 104–109].
9. Moroz, Ju. Ju., & Cal'-Calko, Ju. S. (2017). **Oblikova politika pidpriemstva ta її kiberbezpeka** [The accounting policies of the enterprise and its cyber security]. *Oblik, analiz i kontrol' v umovah suchasnih koncepcij upravlinnja ekonomichnim potencialom i rinkovuju vartistju pidpriemstva*, 4(1), 8–11 (in Ukrainian)  
[Мороз, Ю. Ю., & Цаль-Цалко, Ю. С. (2017). Облікова політика підприємства та її кібербезпека. Облік, аналіз і контроль в умовах сучасних концепцій управління економічним потенціалом і ринковою вартістю підприємства, 4(1), 8–11].
10. Khemfri, E. (2013). **Diialnist z kiber-bezpeky. Rishennia dlia biznesu** [Cybersecurity activities. Solutions for business]. *Standartyzatsiia. Sertyfikatsiia. Yakist, 1*, 16–18 (in Ukrainian)  
[Хемфрі, Е. (2013). Діяльність з кібер-безпеки. Рішення для бізнесу. *Стандартизація. Сертифікація. Якість*, 1, 16–18].
11. Melnyk, O. H. (2010). **Systemy diahnostryky diialnosti mashynobudivnykh pidpriemstv: polikryterialna kontseptsiia ta instrumentarii** [Systems of diagnostics of activity of machine-building enterprises: polycrystalline concept and tools]. Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki (in Ukrainian)  
[Мельник, О. Г. (2010). *Системи діагностики діяльності машинобудівних підприємств: полікритеріальна концепція та інструментарій*. Львів: Видавництво Львівської політехніки].
12. Bol'shakov, V. V. (1989). **Problemnaja diagnostika razvitija organizacij i predpriyatij** [Problem diagnosis of the development of organizations and enterprises]. Vil'njus: Lit-NIITI (in Russian)  
[Большаков, В. В. (1989). *Проблемная диагностика развития организаций и предприятий*. Вильнюс: Лит-НИИТИ].
13. Vasilenko, V. A. (2006). **Diagnostika ustojchivogo razvitija predpriyatij** [Diagnostics of sustainable development of enterprises]. Kiev: Centr uchebnoj literatury (in Russian)  
[Василенко, В. А. (2006). *Диагностика устойчивого развития предприятий*. Киев: Центр учебной литературы].
14. Voronkova, A. Je. (2000). **Strategicheskoe upravlenie konkurentosposobnym potencialom predpriyatija: diagnostika i organizacija** [Strategic management of the competitive potential of the enterprise: diagnostics and organization]. Lugansk: Izd-vo VNU (in Russian)  
[Воронкова, А. Э. (2000). *Стратегическое управление конкурентоспособным потенциалом предприятия: диагностика и организация*. Луганск: Изд-во ВНУ].
15. Hrechan, A. P., & Radionova, N. Y. (2011). **Diahnostryka efektyvnosti diialnosti pidpriemstv** [Diagnostics of efficiency of activity of enterprises]. *Visnyk Skhidnoukrainskoho natsionalnoho universytetu imeni Volodymyra Dalia*, 10, 56–61 (in Ukrainian)  
[Гречан, А. П., & Радіонова, Н. Й. (2011). Діагностика ефективності діяльності підприємств. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*, 10, 56–61].
16. Glazov, M. M. (1998). **Jekonomicheskaja diagnostika predpriyatij: novye reshenija** [Economic diagnostics of enterprises: new solutions]. Saint-Petersburg: SPbGUJeF (in Russian)  
[Глазов, М. М. (1998). *Экономическая диагностика предприятий: новые решения*. Санкт-Петербург: СПбГУЭФ].

17. Kryvoviazziuk, I. V. (2012). *Funktsionuvannia ta rozvytok pidpryiemstv v umovakh kryzy: systemno-analitychnyi pidkhid* [Functioning and development of enterprises in a crisis: a system-analytical approach]. Luts'k: LNTU (in Ukrainian)  
[Кривов'язюк, І. В. (2012). *Функціонування та розвиток підприємств в умовах кризи: системно-аналітичний підхід*. Луцьк: ЛНТУ].
18. Pawlowski, G. (2017). *Rozvytok systemy upravlinskoï diahnostryky pidpryiemstva* [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). *Ekonomichna bezpeka pidpryiemstva: sutnist, klasyfikatsiia ta systema diahnostryky* [Economic security of enterprise: nature, classification and system of diagnostics]. *Hlobalni ta natsionalni problemy ekonomiky*, 3, 414–418 (in Ukrainian)  
[Скриньковський, Р. М. (2015). Економічна безпека підприємства: сутність, класифікація та система діагностики. *Глобальні та національні проблеми економіки*, 3, 414–418].
20. Noga, I., Skrynkovskyy, R., & Pawlowski, G. (2016). *Diahnostryka efektyvnosti zastosuvannia informatsiinykh tekhnolohii v upravlinni pidpryiemstvamy* [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].
21. Skrynkovskyy, R., Pawlowski, G., & Vorobiov, V. (2016). *Diahnostryka efektyvnosti kontrolinhu biznes-protseviv 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].
22. Belskyi, Yu. (2014). *Shchodo vyznachennia poniattia kiberzlochynu* [Concerning the definition of cybercrime]. *Yurydychnyi visnyk*, 6, 414–418 (in Ukrainian)  
[Бельський, Ю. (2014). Щодо визначення поняття кіберзлочину. *Юридичний вісник*, 6, 414–418].
23. Buriachok, V. L., Tolubko, V. B., Khoroshko, V. O., & Toliupa, S. V. (2015). *Informatsiina ta kiberbezpeka: sotsiotekhnichniy aspekt* [Information and cybersecurity: sociotechnical aspect]. Kyiv: DUT (in Ukrainian)  
[Бурячок, В. Л., Толубко, В. Б., Хорошко, В. О., & Толюпа, С. В. (2015). Інформаційна та кібербезпека: соціотехнічний аспект. Київ: ДУТ].
24. Hnylytska, L. (2013). *Osnovy ekonomichnoi bezpeky pidpryiemstva* [Fundamentals of economic security of the enterprise]. *Bukhhalterskyi oblik i audyt*, 7, 41–48 (in Ukrainian)  
[Гнилицька, Л. (2013). Основи економічної безпеки підприємства. *Бухгалтерський облік і аудит*, 7, 41–48].
25. *Stratehiia kiberbezpeky Ukrainy* [Cybersecurity Strategy of Ukraine] (Ukraine), 15 March 2016, No 96/2016. Retrieved September 1, 2017, from <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/96/2016> (in Ukrainian)  
[Стратегія кібербезпеки України (Україна), 15 березня 2016, № 96/2016. Актуально на 01.09.2017. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/96/2016>].
26. *Konventsiia pro kiberzlochynnist* [Cybercrime Convention] (Council of Europe), 23 November 2001. Retrieved September 1, 2017, from [http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994\\_575](http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_575) (in Ukrainian)  
[Конвенція про кіберзлочинність (Рада Європи), 23 листопада 2001. Актуально на 01.09.2017. URL: [http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994\\_575](http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_575)].

27. Skrynkovskyy, R. M., Kramar, R. I., & Harasym, P. S. (2016). *Diahnostyka efektyvnosti systemy zakhystu informatsii na pidpriemstvi ta vidpovidalnist za porushennia zakonodavstva pro komertsiiu taiemnytsiu* [Diagnostics of information security efficiency at enterprise and responsible for violation of commercial secrecy legislation]. *Porivnialno-analitychne pravo, 1*, 225–228 (in Ukrainian)  
[Скриньковський, Р. М., Крамар, Р. І., & Гарасим, П. С. (2016). Діагностика ефективності системи захисту інформації на підприємстві та відповідальність за порушення законодавства про комерційну таємницю. *Порівняльно-аналітичне право, 1*, 225–228].
28. Hetman, O. O., & Shapoval, V. M. (2007). *Ekonomichna diahnostyka* [Economic diagnostics]. Kyiv: Tsentr navchalnoi literatury (in Ukrainian)  
[Гетьман, О. О., & Шаповал, В. М. (2007). *Економічна діагностика*. Київ: Центр навчальної літератури].
29. Natsionalne ahentstvo iz zabezpechennia yakosti vyshchoi osvity. (2017). *Istoriia ahentstva* [History]. Retrieved September 1, 2017, from <http://naqa.gov.ua/istoriia-ahentstva> (in Ukrainian)  
[Національне агентство із забезпечення якості вищої освіти. (2017). Історія агентства. Актуально на 01.09.2017. URL: <http://naqa.gov.ua/istoriia-ahentstva>].
30. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy. (2017). *NAZiAVO pochynaie robotu: pohodzheno pershyi standart vyshchoi osvity*. Retrieved June 7, 2017, from <http://mon.gov.ua/usi-novivni/novini/2017/06/07/nazyavo-pochinae-robotu-pogodzhen-pershij-standart-vishhoi-osviti> (in Ukrainian)  
[Міністерство освіти і науки України. (2017). НАЗЯВО починає роботу: погоджено перший стандарт вищої освіти. Актуально на 07.06.2017. URL: <http://mon.gov.ua/usi-novivni/novini/2017/06/07/nazyavo-pochinae-robotu-pogodzhen-pershij-standart-vishhoi-osviti>].

# Перспективи реформування організаційно-правового механізму забезпечення прав і свобод людини та громадянина

## Prospects for Reforming the Organizational and Legal Mechanism for Ensuring Human and Civil Rights and Freedoms

Мирослав Ковалів<sup>1</sup>, Сергій Єсімов<sup>1</sup>, Руслана Крамар<sup>2</sup>, Руслан Скриньковський<sup>2</sup>  
Myroslav Kovaliv, Serhii Yesimov, Ruslana Kramar, Ruslan Skrynkovsky

<sup>1</sup> Lviv State University of Internal Affairs  
26 Horodotska Street, Lviv, 79007, Ukraine

<sup>2</sup> Lviv University of Business and Law  
99 Kulparkivska Street, Lviv, 79021, Ukraine

DOI: 10.22178/pos.27-7

JEL Classification: K10

Received 21.09.2017  
Accepted 25.10.2017  
Published online  
31.10.2017

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 аналіз перспективи реформування організаційно-правового механізму забезпечення прав і свобод людини та громадянина в Україні з позиції системного підходу. На основі методології системного аналізу розглянуто перспективи реформування організаційно-правового механізму забезпечення прав і свобод людини та громадянина України у контексті асоціації з Європейським Союзом. Проаналізовано ключові чинники, які впливають на ефективність поданого організаційно-правового механізму. Представлено заходи, які спрямовані на удосконалення нормативно-правового регулювання, що сприятиме забезпеченню конституційних прав і свобод в умовах реформування всіх сфер життєдіяльності суспільства.

**Ключові слова:** забезпечення прав і свобод людини та громадянина; організаційно-правовий механізм; європейська інтеграція; нормативно-правове регулювання; перспективи реформування; системний підхід.

**Abstract.** The purpose of the article is analyzing the prospect of reforming the organizational and legal mechanism for ensuring the rights and freedoms of individuals and citizens of Ukraine from the systemic approach. Based on the methodology of system analysis, the prospects of reforming the organizational and legal mechanism for ensuring the rights and freedoms of men and citizens of Ukraine in the context of association with the European Union are considered. The key factors that influence the effectiveness of the submitted organizational and legal mechanism are analyzed. The measures aimed at the improvement of normative-legal regulation, which shall promote the maintenance of constitutional rights and freedoms in the conditions of reforming all spheres of society's life, are presented.

**Keywords:** provision of human and citizen rights and freedoms; organizational and legal mechanism; European integration; legal regulation; prospects for reform; system approach.

### ВСТУП

Україна знаходиться в стані реформування різних сфер суспільного життя. Основні напрями перетворень визначені в Стратегії сталого розвитку Україна-2020 і Національній стратегії сприяння розвитку громадянського суспільства в Україні на 2016–2020 роки. В даних документах позначені конкретні заходи, які покликані забезпечити динамічний розвиток країни у всіх сферах, склавши єдину

програму дій, акумулювавши прагнення народу України про асоціацію з Європейським Союзом. Визначено першочергові завдання: уточнення загальних принципів організації місцевого самоврядування; розвиток фінансово-незалежної влади на місцях, політичної конкуренції; вдосконалення політичних інститутів, створення умов для їх відкритості та ефективності; перехід на європейські засади функціонування державної служби; розвиток реальної конкуренції; відкриття бю-

джетної сфери для державно-приватного партнерства та соціально-орієнтованого бізнесу; оптимізація бюджетної сфери за рахунок скорочення неефективних витрат і ланок, зняття бар'єрів для самостійності бюджетних установ тощо. Звідси очевидна важливість і актуальність комплексного розгляду проблем реформування у сукупності з організаційно-правовим механізмом забезпечення конституційних прав і свобод людини та громадянина.

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про те, що перспективи реформування організаційно-правового механізму забезпечення прав і свобод людини та громадянина в Україні досліджували такі науковці, як О. Бандура, Є. Гіда, О. Гончаренко, О. Горова, М. Давидова, А. Колодій, О. Майданник, Н. Оніщенко, В. Погорілко, П. Рабінович, О. Скрипнюк, В. Тацій, Ю. Шемшученко та інші. Водночас, незважаючи на значну кількість наукових праць, присвячених тематичі забезпеченню прав і свобод людини та громадянина в Україні, існують проблеми в теоретичному осмисленні діяльності механізму забезпечення прав та свобод в умовах реформування.

Тому *метою статті* є аналіз перспективи реформування організаційно-правового механізму забезпечення прав і свобод людини та громадянина в Україні з позиції системного підходу.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Реформування в Україні охоплює одночасно всі сфери життєдіяльності суспільства (економічну, політичну, соціальну та культурно-духовну). Послідовне та системне реформування зіткнулися з низкою проблем. Зокрема, коли мова йде про діяльність органів державної влади, не завжди приділяється належна увага зв'язкам з громадянським суспільством.

Досвід країн-членів Європейського Союзу показує, що розвиток правової держави безпосередньо залежить від рівня розвитку громадянського суспільства, а інтереси особи зі сфери державного функціонування все більше переміщуються у сферу активізації громадянського суспільства. Однак, ця закономірність не достатньо досліджена. Водночас, існує певна протидія, що носить двосторонній характер: по-перше – держава не делегує свої повноваження громадянському суспільству,

не маючи відповідного нормативно-правового механізму реалізації; по-друге – громадянське суспільство не проявляє зацікавленості у процесі аутсорсингу. Така ситуація не може позитивно позначитися на функціонуванні організаційно-правового механізму забезпечення прав і свобод людини та громадянина, який виступає стабілізатором правоохоронних і правозахисних відносин держави та суспільства, які розвиваються. Є прямий зв'язок розвитку держави, суспільства та організаційно-правового механізму забезпечення прав і свобод людини та громадянина (далі – організаційно-правовий механізм), який виражається в тому, що в тоталітарній державі з нестабільною політичною і економічною обстановкою не може бути досконалого організаційно-правового механізму.

Не випадково Президент України у своєму Посланні Верховній Раді України «Про внутрішнє та зовнішнє становище України в 2017 році» звернув увагу на те, що в умовах агресії Російської Федерації, саме державі сьогодні адресовані основні суспільні запити: забезпечити територіальну цілісність країни, гарантії громадянських прав і справедливості, знизити рівень насильства і соціальної нерівності тощо [1].

У контексті європейської інтеграції сутність справедливості в правовій державі не встановлення загальної справедливості в країні, а максимально ефективна реалізація принципу верховенства права та законності. Бо право через закон є відображенням справедливості, маючи силу загальнообов'язкового виконання. Мова в даному випадку йде про те, що абстрактної справедливості взагалі немає, і бути не може. Вона носить конкретний історичний і соціальний характер. Те, що справедливо для одного, то може бути несправедливо іншому. Максимально рівний розподіл справедливості та несправедливості повинен в умовах демократії регулювати закон. Р. Джабраїлов на засіданні Президії НАН України 29 березня 2017 р. зазначив: «У типології категорії «справедливість» додатково виокремлюють «зрівняльну справедливість», що передбачає досягнення максимальної рівності прав і можливостей соціальних суб'єктів» [2]. На це повинна бути спрямована політика органів влади, від яких залежить якість конструктивного діалогу держави та громадянського суспільства. Наскільки успішно це вдасться зробити, настільки правова

система буде носити демократичний характер. Спроби ж затвердити в суспільстві систему права на базі ідей відмінних від справедливості, закладених у рішеннях Європейського суду з прав людини та основоположних засадах Європейського Союзу, веде не до верховенства права та закону, а утвердження нових форм тоталітаризму, які можна сьогодні побачити на пострадянському просторі.

Зазначений підхід дозволяє зробити окремі висновки. Політики забезпечують справедливість, включаючи прийняття законів, що вважаються більшістю населення країни справедливими, а правова система забезпечує рівність всіх перед законами, в тому числі через адекватне трактування та застосування на практиці. Якщо такого стану не буде досягнуто, то відбудеться порушення балансу рівного розподілу несправедливості в суспільстві, що призведе до ситуації використання неправових механізмів для стабілізації політичної і соціально-економічної системи суспільства.

Подібного роду приклади мають місце. держава, відхиляючись від принципу верховенства права та забезпечення принципу законності, рівності всіх перед законом і судом породжує негативні прояви. А проголошення принципу справедливості без урахування можливості держави, в умовах реальної агресії Росії або політичної доцільності, ризикує стати потужним ідеологічним і емоційним обґрунтуванням практики використання неправових механізмів. Повернути ситуацію назад (в правові рамки) буде вкрай важко, якщо взагалі можливо. У зв'язку з цим повністю підлягає реформуванню організаційно-правовий механізм забезпечення прав і свобод людини та громадянина, пронизаний, як суспільство корупцією, бюрократизмом та іншими соціальними негараздами.

Європейська інтеграція визначає процес розвитку держави та суспільства, детермінує характер реформування організаційно-правового механізму забезпечення прав і свобод людини та громадянина. Даний фактор зумовлює необхідність врахування особливостей, помилок і проблем минулих і (в межах можливого) майбутніх реформ і своєрідність зв'язків між ними. До того ж, щоб забезпечити ефективність і динамізм його функціонування, необхідно враховувати характерні риси та особливості стадії реалізації Угод

про асоціацію між Україною і Європейським Союзом.

Сьогодні чинний організаційно-правовий механізм в межах конкретної стадії функціонує відповідно до принципів правової держави, поєднання централізації та децентралізації, підтверджуючи здатність адекватно і оперативно реагувати на протидії, які продукують протиріччями в суспільних відносинах, у самому механізмі з метою досягнення оптимального результату. Ця оптимальність, у контексті дослідження А. Бернюкова, повинна визначатися стосовно стану між ідеальним правовим принципом і реальністю, яка склалася [3]. У сфері забезпечення конституційних прав і свобод людини та громадянина продовжує зберігатися складна ситуація. Головними причинами є низька ефективність державної влади та корупція.

Організаційно-правовий механізм, у контексті застосування інноваційних технологій та передових методів як це передбачалось Стратегією реформування державної служби та служби в органах місцевого самоврядування в Україні на період до 2017 р. та планом заходів щодо її реалізації, не вдалося захистити від впливу цього негативного явища і трансформувати в більш ефективний і менш корумпований [4].

Без якісного державного управління, без високої персональної відповідальності тих, хто цим займається, не можливо вирішити завдання, що стоять перед суспільством і країною. Ключовими для нової моделі державного управління повинні стати такі принципи: орієнтація роботи всіх ланок державного механізму та рівнів влади на прозорий і зрозумілий для суспільства результат роботи та впровадження нових форм і методів контролю. Головним критерієм оцінки ефективності влади, що надає послуги громадянам має стати громадська думка [5].

Свобода громадської думки, на думку М. Булгакової, пов'язана зі свободою особистості, пріоритетом прав і свобод людини та громадянина, цінностями демократичного, громадянського суспільства, головними напрямками розвитку державності [6]. Для досягнення позитивного результату в цьому напрямі необхідний комплекс заходів організаційного, правового, фінансового характеру. Зокрема, потрібно плановірно посилювати покарання за злочини корупційної спрямованості.

В Україні відповідно до ст. 20 Конвенції ООН проти корупції визнано незаконне збагачення державної посадової особи злочином. Покаранням за дане протиправне діяння є конфіскація майна. Встановлена кримінальна відповідальність за надання недостовірних відомостей про доходи, про майно та зобов'язання майнового характеру, відомостей про доходи, про майно та зобов'язання майнового характеру своїх дружини (чоловіка) і неповнолітніх дітей. Більш того, необхідно встановити заборону для даної категорії осіб довічно обіймати посади на державній службі та службі в органах місцевого самоврядування. Одночасно потрібно передбачити стимулювання громадян і посадових осіб за надання інформації про корупційні злочини, наприклад, у вигляді певного відсотка від конфіскованих незаконних засобів. Крім того, для таких заявників необхідно розробити дієвий механізм їх захисту.

Важливим напрямом є просвітницька робота в засобах масової інформації, спрямована на формування в суспільній свідомості громадян позитивного образу заявника про корупцію. Дієвим інструментом протидії корупції є підвищення прозорості антикорупційних процедур, за допомогою, наприклад, проведення регулярних публічних слухань з найбільш резонансних корупційних справ.

Досвід минулого і виклики, які виникли у ході реалізації Угоди про асоціацію України та Європейського Союзу висунули численні проблеми, вирішення яких зумовлює необхідність комплексного підходу. Подолання однієї проблеми не є можливим без системного впливу на всі інші, що знаходяться в системному зв'язку з першою.

Зусилля, спрямовані, наприклад, на локалізацію корупції, протистояння екстремізму та сепаратизму, вимагають нейтралізації всіх інших негативних явищ. У цьому полягає складність здійснення реформування організаційно-правового механізму. Існують і інші причини. Головною з них є відсутність загальної концепції (моделі, стратегії, програми), продуманої економічно, прорахованої соціально та забезпеченої належними зусиллями влади всіх напрямів і рівнів. Необхідна концентрація зусиль юристів, економістів, соціологів, політиків так, як відсутність методик, технологій організації та здійснення охорони і захисту конституційних прав і свобод люди-

ни не сприяє ефективному застосуванню організаційно-правового механізму.

*Другим чинником* є нерозуміння громадянами важливості захисту своїх прав, свобод і законних інтересів. О. Прієшкіна відстоювала точку зору, згідно з якою захист суб'єктивних прав, свобод і інтересів громадян можлива не тільки за допомогою застосування норм права уповноваженими на те органами, але і допустимий в формі безпосередньої захисту індивідом своїх прав і свобод. Необхідно вважати й те, що нині в Україні набуває поширення теорія визнання людської гідності, яка є інтегративною властивістю природи людини та виступає як один з інституційних джерел її основних прав. У зв'язку з цим у загальній теорії права сформульовано антропогенну інтерпретацію людської гідності, поняття якої визначається як самоцінність людини як унікальної родової біосоціальної істоти. Зазначені доктринальні позиції у ближній перспективі вимагатимуть відповідної нормативно-правової і навіть конституційної регламентації [7].

Захист у всіх своїх проявах є правова конституційна гарантія здійснення права на захист, закріплена в Конституції України. У всіх випадках це односторонні дії уповноваженої особи, спрямовані на захист своїх прав, свобод і законних інтересів, які здійснюються без звернення за допомогою до державних органів. Дані дії визнаються всіма галузями права правомірними.

Юридичну основу захисту, крім Конституції України, становлять галузеві норми: про самозахист цивільних прав (ст. 19 Цивільного кодексу України), про необхідну оборону (ст. 36 Кримінального кодексу України, ст. 19 Кодексу України про адміністративні правопорушення), про крайню необхідність (ст. 39 Кримінального кодексу України, ст. 18 Кодексу України про адміністративні правопорушення) тощо.

Метою правового інституту самостійного захисту прав є безпека особи і вироблення та вдосконалення організаційно-правового механізму забезпечення конституційних прав і свобод людини та громадянина. Тому дослідження правового регулювання самостійного захисту прав і свобод є особливо актуальним для України з теоретичної та з практичної точки зору.

Третім чинником є декларативний характер Конституції України. Права і свободи людини та громадянина, гарантії їх захисту проголошені та визнані найвищою цінністю, але організаційно-правовий механізм забезпечення цих прав і свобод ні Конституції, ні в прийнятих на її основі інших нормативно-правових актах істотно не визначений. Згідно ст. 68 Конституції України: «Кожен зобов'язаний неухильно додержуватися Конституції України та законів України, не посягати на права і свободи, честь і гідність інших людей». Однак принцип відповідальності, щодо органів державної влади за невиконання зазначеної статті не тільки не закріплений, але і не названий. Має місце відсутність відповідальності органів державної влади за порушення прав і свобод людини та громадянина, які відповідно до Конституції повинні бути головним орієнтиром їх діяльності.

Четвертий чинник. Діяльність багатьох державних органів, покликаних здійснювати заходи забезпечення законності, охорони та захисту прав і свобод людини та громадянина в ряді випадків залишається закритою та безконтрольною, а іноді створюється видимість прозорості їх діяльності. Разом з тим демократична держава неможлива без дієвих гарантій правомірності та справедливості в роботі державного апарату, в тому числі без відкритого контролю, не тільки з боку самої держави, а й громадськості.

Організація державної влади в країнах Європейського Союзу зумовлює характер взаємин особи та держави, наділяючи громадянина: правом брати участь в встановлених законом межах в прийнятті та реалізації рішень, які зачіпають його інтереси; контролю за їх виконанням; можливістю вступати в діалог з суб'єктами, що здійснюють функції публічної влади, з метою відстоювання приватного та публічного інтересу, пов'язаного з підтриманням і забезпеченням законності та конституційного правопорядку [8]. Це є невід'ємною характеристикою нормативного змісту конституційних засад взаємних відносин людини з суспільством і державою і елементом конституційних гарантій охорони та захисту прав і свобод людини та громадянина усіма, що не суперечать закону засобами, є одним з необхідних і важливих складових комплексного права на участь в управлінні справами держави та місцевого самоврядування в демократичному суспільстві. Указа-

ний підхід повністю відповідає положенням Конституції України, згідно яким носієм суверенітету і єдиним джерелом влади в Україні є народ; народ здійснює свою владу безпосередньо і через органи державної влади та органи місцевого самоврядування (ст. 5 Конституції України).

П'ятий чинник – це низький рівень правосвідомості та правової культури громадян України, що на думку М. Кравчука пов'язано з довгостроковим перебуванням у складі іноземних держав [9]. Підвищення правової культури громадян, представників всіх рівнів влади, актуально в нинішній ситуації, коли держава реформує систему надання соціальних послуг населенню. У зв'язку з цим першочерговим завданням всіх освітніх установ України має стати навчання культурі прав людини, способам їх охорони та захисту, яке повинно поширюватися на всіх без винятку людей, які проживають на території країни. Подолання цієї ситуації залежить, перш за все, від знання, від навчання знань про права і свободи людини та громадянина, як про важливий елемент правової, культури. Ці знання ставлять в якості головної мети не тільки виховання людей, прищеплення позитивних уявлень про права людини як необхідну умову свободи та рівності, а й створення досконалого громадянського суспільства та правової держави, де права і свободи людини та громадянина, дійсно, є найвищою цінністю.

Розпочата судова реформа, яка позначила початок формування нової парадигми державної влади в Україні, що здійснюється на засадах її поділу на законодавчу, виконавчу та судову ще далека від завершення. Прояв демократії в процесі участі громадян держави в прийнятті правових рішень і контролі за їх виконанням реально. Але, якщо існування демократичних основ ставиться в залежність від відповідних демократичних інститутів, то важливо встановити відсутні або ті, що недостатньо ефективно функціонують на даний момент структури, які виступають індикатором демократизму.

Демократизація діяльності державної влади повинна бути такою, щоб виключити можливість будь-кому звинувачувати державу в діяльності направленої на погіршення соціально-економічного рівня, настанні шкідливих наслідків при загально вірній діяльності демократичного спрямування.

Названі чинники, на наш погляд, найбільшим чином залежать від стану юридичного забезпечення діяльності органів державної влади та, відповідно, від адаптації національного законодавства до вимог Європейського Союзу щодо реалізації розділу III «Юстиція, свобода та безпека» Угоди про асоціацію. Водночас, в Україні проблемою охорони і захисту прав і свобод громадян займаються. З'являються нормативні акти з правозахисного законодавства; створюються центри правового захисту та допомоги; видається юридична література розрахована на широке коло читачів у друкованому і електронному варіантах; реєструються правозахисні організації, які прагнуть внести свій вклад в правозахисну діяльність, охорону та захист прав і свобод.

Для реалізації Угоди про асоціацію між Україною і Європейським Союзом щодо охорони та захисту прав і свобод людини та громадянина необхідні не тільки відповідні заходи щодо поліпшення якості законодавства в цій сфері, вдосконалення діяльності виконавчої та судової влади, органів місцевого самоврядування, але й підвищенню активності громадян у контексті реалізації права захищати свої права та свободи всіма способами, не забороненими законами. Реалізація на практиці охорони та захисту прав і свобод людини та громадянина – тривалий і поступовий процес перетворень всього суспільства. Однак, цей процес має певні часові межі визначені Угодою про асоціацію між Україною і Європейським Союзом. Якщо зобов'язання в економічній, управлінській і інших сферах країна успішно виконає, без забезпечення належного захисту прав і свобод людини та громадянина Україна не стане членом Європейського Союзу.

Водночас, поступовість цього процесу не применшує потребу створення комплексного організаційно-правового механізму забезпечення конституційних прав і свобод людини та громадянина, що поєднує в собі економічні, політичні, юридичні, адміністративні і інші засоби та дозволяє виключити або мінімізувати випадки порушення прав і свобод людини та громадянина, або застосувати процедури відновлення, якщо вони порушені. У цьому суть розуміння конституційного обов'язку держави визнавати, дотримуватися і захищати права і свободи людини та громадянина.

Реформування організаційно-правового механізму носить складний характер, але ґрунтується на досвіді країн-членів Європейського Союзу. Комплексний підхід до реформування організаційно-правового механізму є найбільш обґрунтованим і ефективним в умовах періоду адаптації національного законодавства та реформування державного управління. Але важливими залишаються дотримання головного напрямку – асоціація Україна-ЄС та визначення пріоритетів у системі розв'язуваних проблем. Тільки в таких умовах проявляються фактори стійкості та динамічного саморозвитку соціальної системи. Тільки стійка система соціального управління здатна знімати проблеми, підкріплені агресією Російської Федерації. Сталий розвиток суспільства і його соціальних систем – це питання здатності просуватися в майбутнє, однак це проблема не майбутнього, а сьогодення. Реформування та сталий розвиток взаємопов'язані поняття. Реформа місцевого самоврядування повинна наблизити Україну до європейської правової системи захисту прав людини [10].

Відсутність програми системного проекту реформування організаційно-правового механізму забезпечення прав і свобод людини в Україні набули характеру зміни регулювання окремих ланок даного механізму. Перспективним напрямом є перехід до стратегічного планування, що включає розробку програм, прогнозів забезпечення прав і свобод людини та громадянина, їх методичне забезпечення. Стратегічне планування має забезпечити стабільний і поступальний розвиток організаційно-правового механізму забезпечення конституційних прав і свобод людини та громадянина на довгострокову перспективу. Воно повинно включати в себе комплекс заходів щодо досягнення високого рівня безпеки, соціальної стабільності і якості життя населення. До пріоритетних напрямів слід віднести не тільки вдосконалення діяльності суб'єктів, залучених до сфери охорони і захисту прав і свобод людини та громадянина, а й боротьбу з корупцією і бюрократизмом, підвищення правосвідомості, розширення взаємодії держави та інститутів громадянського суспільства тощо. Як зазначає В. Омельчук: «Затвердження Національної стратегії у сфері прав людини є свідченням того, що засаднича конституційно-правова проблема, пов'язана з дієвістю утвердження, забезпечення та гарантування прав і свобод людини із застосу-

ванням усього необхідного потенціалу можливостей держави, набула потужної динаміки розв'язання» [11].

## ВИСНОВКИ

У час радикальних перетворень, зумовлених асоціацією між Україною і Європейським Союзом, в інтересах національної, економічної, екологічної та будь-який інший видів безпеки, видається доцільним розроблення Стратегії розвитку організаційно-правового механізму забезпечення конституційних прав і свобод людини та громадянина в Україні до 2030 року, яка би передбачала поетапне створення якісно нового організаційно-правового механізму. При цьому, подана стратегія повинна запобігти випадкам необумовленого реформування організаційно-правового механізму, що динамічно розвивається. Її критерієм повинна бути не тільки здатність вирішувати численні проблеми, але

і не допускати їх появи. Практика перетворень вимагає постійної оцінки ситуації з метою уточнення стратегії реформування, розробки державної політики та програм діяльності владних структур, визначення пріоритетів розвитку. У функції багатьох органів, установ, організацій національних і міжнародних входить забезпечення прав і свобод людини та громадянина. Цю функцію вони зобов'язані здійснювати як за власною ініціативою, так і на вимогу людини та громадянина, яка наділена правом самостійно здійснювати охорону та захист своїх прав і свобод. Наділення певних суб'єктів відповідною компетенцією не означає, що права і свободи автоматично втілюються в життя. Для цього необхідно передбачене Конституцією України і нормативно-правовими актами функціонування правоохоронних і правозахисних систем, в першу чергу державних, і соціальна активність громадян і їх об'єднань.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Poroshenko, P. O. (2017, Veresen 7). Poslannia Prezydenta Ukrainy do Verkhovnoi Rady Ukrainy "Pro vnutrishnie ta zovnishnie stanovishche Ukrainy v 2017 rotsi". URL: <http://www.president.gov.ua/news/poslannya-prezidenta-ukrayini-do-verhovnoyi-radi-ukrayini-pr-43086> (in Ukrainian)  
[Порошенко, П. О. (2017, Вересень 7). *Послання Президента України до Верховної Ради України «Про внутрішнє та зовнішнє становище України в 2017 році»*. URL: <http://www.president.gov.ua/news/poslannya-prezidenta-ukrayini-do-verhovnoyi-radi-ukrayini-pr-43086>].
2. Dzhabrailov, R. A. (2017). Pryntsyp spravedyvosti yak osnova transformatsii ekonomiko-pravovoi systemy derzhavy [Principle of justice as the basis of transformation of economic and legal system of the state]. *Visnik Nacional'noi' Akademii' Nauk Ukraini, 07*, 74–80. doi: [10.15407/visn2017.07.074](https://doi.org/10.15407/visn2017.07.074) (in Ukrainian)  
[Джабраїлов, Р. А. (2017). Принцип справедливості як основа трансформації економіко-правової системи держави. *Вісник Національної академії наук України, 7*, 74–80. doi: [10.15407/visn2017.07.074](https://doi.org/10.15407/visn2017.07.074)].
3. Bernuykov, A. (2014). *Ontolohiia pravovoi realnosti* [The ontology of legal reality]. *Chasopys Kyivskoho universytetu prava, 1*, 16–20 (in Ukrainian)  
[Бернюков, А. М. (2014). Онтологія правової реальності. *Часопис Київського університету права, 1*, 16–20].
4. *Stratehiia reformuvannia derzhavnoi sluzhby ta sluzhby v orhanakh mistsevoho samovriaduvannia v Ukraini na period do 2017 roku* [The Strategy of Reforming the Civil Service and Service in Local Government Bodies in Ukraine for the Period until 2017] (Ukraine), 18 March 2015, No 227-p. Retrieved September 1, 2017, from <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/227-2015-%D1%80> (in Ukrainian)  
[Стратегія реформування державної служби та служби в органах місцевого самоврядування в Україні на період до 2017 року (Україна), 18 березня 2015, № 227-р. Актуально на 01.09.2017. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/227-2015-%D1%80>].

5. Ihnatenko, O. S., & Dudar, V. I. (2016). *Kryterii otsinky efektyvnosti vzaiemodii mistsevykh orhaniv vlady v Ukraini* [Criteria of efficiency of interaction between local authorities in Ukraine]. *Bulletin of the NAPA under the President of Ukraine. Series: Public Administration*, 3, 43–47 (in Ukrainian) [Ігнатенко, О. С., & Дудар, В. І. (2016). Критерії оцінки ефективності взаємодії місцевих органів влади в Україні. *Вісник Національної академії державного управління при Президентові України. Серія: Державне управління*, 3, 43–47].
6. Bulhakova, M. (2013, June 27). *Svoboda vyrazhennia pohliadiv u praktytsi Yevropeiskoho sudu z prav liudyny* [Freedom of expression in the practice of the European Court of Human Rights]. Retrieved from <http://cedem.org.ua/analytics/svoboda-vyrazhennya-poglyadiv-u-praktytsi-yevropejskogo-sudu-z-prav-lyudyny> (in Ukrainian) [Булгакова, М. (2013, Червень 27). *Свобода вираження поглядів у практиці Європейського суду з прав людини*. URL: <http://cedem.org.ua/analytics/svoboda-vyrazhennya-poglyadiv-u-praktytsi-yevropejskogo-sudu-z-prav-lyudyny>].
7. Priieshkina, O. V. (2017). *Prava liudyny v Ukraini: problemy ta perspektyvy rozvytku* [Human rights in Ukraine: problems and prospects of development]. *Pravova derzhava*, 26, 33–40 (in Ukrainian) [Прієшкіна, О. В. (2017). Права людини в Україні: проблеми та перспективи розвитку. *Правова держава*, 26, 33–40].
8. Hryhorian, O. O. (2012). *Svitovyi i vitchyzniani dosvid zabezpechennia prozorosti ta vidkrytosti orhaniv derzhavnoi vlady v realizatsii publichnoi polityky (informatsiyni aspekt)* [World and domestic experience to ensure transparency and openness of public authorities in realization of public policy (information aspect)]. *Derzhavne upravlinnia: teoriia ta praktyka*, 1. Retrieved from <http://academy.gov.ua/ej/ej15/txts/12GOOPIA.pdf> (in Ukrainian) [Григорян, О. О. (2012). Світовий і вітчизняний досвід забезпечення прозорості та відкритості органів державної влади в реалізації публічної політики (інформаційний аспект). *Державне управління: теорія та практика*, 1. URL: <http://academy.gov.ua/ej/ej15/txts/12GOOPIA.pdf>].
9. Kravets, M. O. (2017). *Problemy realizatsii konstytutsii v Ukraini* [Problems of implementing the constitution in Ukraine]. *Pravo i suspilstvo*, 1, 14–17 (in Ukrainian) [Кравець, М. О. (2017). Проблеми реалізації конституції в Україні. *Право і суспільство*, 1, 14–17].
10. Rohovenko, O., Zapara, S., Melnik, N., & Cramar, R. (2017). *The current status of the local self-government reform in Ukraine: preliminary conclusions and outlook*. *Journal of Advanced Research in Law and Economics*, 8(1), 178–185.
11. Omelchuk, V. (2015). *Natsionalna stratehiia u sferi prav liudyny yak chynnyk aktualizatsii zavdan operativno-rozshukovoi diialnosti: administratyvni problemy realizatsii* [National strategy in the field of human rights as a factor of tasks actualisation of operational-search activity: administrative problems of realization]. *Visnyk Natsionalnoi akademii prokuratury Ukrainy*, 4, 17–23 (in Ukrainian) [Омельчук, В. (2015). Національна стратегія у сфері прав людини як чинник актуалізації завдань оперативно-розшукової діяльності: адміністративні проблеми реалізації. *Вісник Національної академії прокуратури України*, 4, 17–23].

# Макро- та мікроскопічне дослідження впливу 2-феніл-3-карбетокси-4-диметиламінометил-5-оксибензофурану гідрохлориду (вінборону) на гастротоксичність ібупрофену за умов експериментального ревматоїдного артриту у щурів

## Macro- and Microscopic Study of the Effect of 2-Phenyl-3-Carbethoxy-4-Dimethylaminomethyl-5-Hydroxybenzofuran Hydrochloride (Vinboron) on the Gastrotoxicity of Ibuprofen in Experimental Rheumatoid Arthritis in Rats

Федір Гладких<sup>1</sup>, Наталія Степанюк<sup>2</sup>, Сергій Вернигородський<sup>3</sup>

Fedir Hladkykh, Natali Stepaniuk, Sergii Vernygorodskyi

<sup>1</sup> Grigoriev Institute for Medical Radiology the National Academy of Medical Sciences of Ukraine  
82 Pushkinska Street, Kharkiv, 61024, Ukraine

<sup>2</sup> Danylo Halytsky Lviv National Medical University  
69 Pekarskaya Street, Lviv, 79010, Ukraine

<sup>3</sup> Vinnytsia National Pirogov Memorial Medical University  
56 Pirogova Street, Vinnytsia, 21018, Ukraine

DOI: 10.22178/pos.27-8

LCC Subject Category:  
RM1-950

Received 28.09.2017  
Accepted 25.10.2017  
Published online 31.10.2017

Corresponding Author:  
Fedir Hladkykh  
fedir.hladkykh@gmail.com

**Анотація.** Відомо, що окрім широкого спектру терапевтичних ефектів, нестероїдним протизапальним засобам притаманні такі побічних реакцій, як гастродуоденотоксичність, гепатотоксичність, кардіотоксичність, нефротоксичність, гематотоксичність, алергенність, нейротоксичність та ін. Нами запропоновано застосування українського спазмолітика з політропними фармакологічними властивостями вінборону з метою попередження ульцерогенної дії ібупрофену.

Проведене дослідження показало, що комбіноване застосування ібупрофену та вінборону призвело до послаблення ознак гастротоксичності вказаного антифлогістика. На це вказував значно нижчий ступінь важкості ураження слизової оболонки шлунка – виразковий індекс був майже в 10 разів меншим, ніж на тлі монотерапії та становив відповідно 0,10 та 0,97. Приріст маси тіла у щурів з експериментальним ревматоїдним артритом на 28 добу експерименту на тлі комбінованого застосування ібупрофену та вінборону вдвічі перевищував аналогічні показники тварин групи монотерапії і становив відповідно  $16,3 \pm 3,19$  % (95 % ДІ: 10,0-22,5 %) відносно 1 дня експерименту. Виразкові ураження шлунка відмічались лише у 14,3 % тварин, що втричі нижче ніж на тлі монотерапії ібупрофеном.

**Ключові слова:** вінборон; ібупрофен; ульцерогенність; слизова оболонка шлунка; нестероїдні протизапальні засоби.

**Abstract.** It is known that besides a wide range of therapeutic effects, non-steroidal anti-inflammatory drugs have side effects such as gastroduodenotoxicity, hepatotoxicity, cardiotoxicity, nephrotoxicity, hematotoxicity, allergenicity, neurotoxicity, and others. We have proposed the use of Ukrainian antispasmodics with polytropic pharmacological properties of vinoboron in order to prevent ulcerogenic action of ibuprofen.

The conducted study showed that the combined use of ibuprofen and vinoboron led to a weakening of the signs of gastrotoxicity of this antiflossistics. This was indicated by a significantly lower degree of lesion of the mucous membrane of the stomach - the ulcerous index was almost 10 times smaller than on the background of monotherapy and was, respectively, 0.10 and 0.97. The increase in body weight in rats with

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



experimental rheumatoid arthritis in the 28th day of experiment with the combined use of ibuprofen and vinoboron was twice as high as that of animals in the monotherapy group and was  $16.3 \pm 3.19\%$ , respectively (95% CI: 10.0-22.5 %) relative to 1 day of the experiment. The stomach ulcers were noted only in 14.3% of animals, which is three times lower than on the background of ibuprofen monotherapy.

**Keywords:** vinborone; ibuprofen; ulcerogenicity; mucous membrane of the stomach; non-steroidal anti-inflammatory drugs.

## ВСТУП

Добре відомо, що основними видами терапевтичного ефекту нестероїдних протизапальних засобів (НПЗЗ) є протизапальна, анальгетична, антипіретична, антиагрегантна, токолітична, імуномодулююча та ін. Проте, окрім широкого спектру лікувальних ефектів, НПЗЗ притаманні такі побічні реакції як: гастроентеротоксичність, гепатотоксичність, кардіотоксичність, нефротоксичність, гематотоксичність, алергенність, нейротоксичність та ін. [8, 4, 26, 18]. Клінічно доведено, що НПЗЗ призводять до розвитку гострого гастриту вже через тиждень їх застосування. Геморагії, ерозії та/або виразки слизової оболонки шлунка (СОШ) зустрічаються у 50–75 % пацієнтів, які приймають НПЗЗ не менше трьох місяців [8, 5]. За даними Науково-Дослідного Інституту ревматології ім. В. А. Насонової (м. Москва, РФ) у пацієнтів із ревматологічними захворюваннями, які отримували НПЗЗ не менше 1 міс., найбільш частим клінічним симптомом з боку шлунково-кишкового тракту були метеоризм і важкість у шлунку (37,4 %), симптоми рефлюксу (37,3 %), біль в епігастральній ділянці (35,1 %), нудота (28,1 %), розлади стулу (закреп – 31,7 %, діарея – 11,8 %) [8, 17, 20]. Однак, варто зазначити, що в 40–45% випадків розвиток НПЗЗ-індукованої гастропатії мав мало- або безсимптомний перебіг, що має велике клінічне значення, оскільки загрожує маніфестацією шлунково-кишковою кровотечею або перфорацією виразкового дефекту СОШ [20, 24].

Пошкодження шлунково-кишкового тракту, обумовлені застосуванням НПЗЗ можуть локалізуватись на будь-якому рівні шлунково-кишкового тракту: НПЗЗ-асоційовані ураження стравоходу (езофагіт), шлунка (гастропатія), тонкої кишки (ентеропатія) або товстої кишки (колонопатія). Найбільш часто діагностованою патологією є НПЗЗ-гастропатія [3, 22]. Аналіз відкритих літературних джерел платформи Google Scholar по-

казав, що щорічно (2000–2016 рр.) публікується  $402 \pm 11$  (95% ДІ: 380-424) наукових робіт, в яких згадується термін «NSAID-gastropathy».

Механізми, що лежать в основі гастроінтестинальної токсичності НПЗЗ, відрізняються комплексністю і є результатом як системної, так і місцевої їх дії [8, 5, 4]. З метою послаблення ульцерогенного впливу НПЗЗ на сьогоднішній день застосовують препарати різних фармакологічних груп – антациди (*Ренні, суміш Бурже*), альгірати (*завіскон, ламіналь*),  $H_2$ -гістаміноблокатори (*фамотидин, ранітидин*), інгібітори протонної помпи (*лансопрозол, пантопрозол, езоменпрозол*), аналоги простагландинів (*мізопростол*), стимулятори синтезу простагландинів (*ребамінід*), репаранти (*даларгін, метилурацил, солкосерил*) та ін. Крім того, останнім часом активно досліджуються інноваційні шляхи гастропротекції – модифікація НПЗЗ газотрансміттерами (NO, CO, H<sub>2</sub>S), модуляція «ефекторної функції» аферентних терміналей n. vagus та дослідження ролі активації ванілоїдних рецепторів (TRPV<sub>1</sub>), використання наночасток з цитопротективною дією та ін. [1, 12, 3].

Нами запропоновано застосування українського спазмолітичного засобу вінборону (ресинтезований фенікаберан), який володіє політропними фармакологічними властивостями, з метою попередження гастротоксичної дії ібупрофену. В попередніх дослідженнях доведено апоптозмодулюючу та цитопротективну дію вінборону на шлунковий епітелій, а також встановлено його здатність нормалізувати секреторну функцію шлунка на моделі ад'ювантного артрититу (АА) у щурів [10, 14, 12].

*Мета дослідження* – охарактеризувати вплив ібупрофену (218 мг/кг) та його комбінації з вінбороном (11 мг/кг) на морфофункціональний стан шлунка за даними макроскопічного та мікроскопічного дослідження на моделі ад'ювантного артрититу у щурів.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження проведено на 28 статевозрілих нелінійних щурах-самцях з масою тіла 180-220 г., які утримувались у віварії Вінницького національного медичного університету імені М. І. Пирогова в умовах природної зміни дня і ночі, на стандартному водно-харчовому раціоні (їжа та вода *ad libitum*). Тварини отримували стандартне харчування у вигляді збалансованого гранульованого корму за встановленими нормами [32, 19, 9].

Всі експериментальні дослідження над лабораторними тваринами проводили в атестованій Головною організацією метрологічної служби Міністерства охорони здоров'я України лабораторії кафедри фармакології ВНМУ імені М. І. Пирогова (свідоцтво про атестацію № 023/13 від 05.03.2013 р.) з урахуванням вимог належної лабораторної практики GLP (*Good Laboratory Practice*) і з дотриманням основних положень Конвенції Ради Європи про охорону хребетних тварин, що використовуються в експериментах та в інших наукових цілях від 18 березня 1986 р., Директиви Європейського парламенту та Ради ЄС 2010/63/ЄС від 22 вересня 2010 р. про захист тварин, які використовуються для наукових цілей, наказу МОЗ України від 14 грудня 2009 р. № 944 «Про затвердження Порядку проведення доклінічного вивчення лікарських засобів та експертизи матеріалів доклінічного вивчення лікарських засобів», та Закону України від 21 лютого 2006 р. № 3447-IV «Про захист тварин від жорстокого поводження» [28].

Піддослідні тварини були розділені на 4 групи:

I – інтактні щурі (n=7);

II – щурі зі змодельованим АА (n=7) без лікування (контроль);

III – щурі з АА (n=7), ліковані ібупрофеном (218 мг/кг, внутрішньощлунково (в/ш));

IV – щурі з АА (n=7) ліковані ібупрофеном в/ш (218 мг/кг) в комбінації з вінбороном (11 мг/кг, в/ш).

Для відтворення умов введення щурам ібупрофену, відповідних його клінічному застосуванню, нами було обрано модель експериментального ревматоїдного артрит (РА) – ад'ювантний артрит (АА) у щурів, яка має всі морфофункціональні ознаки РА та супроводжується типовою реакцією, основною ланкою якої є Т-клітинний імунітет [23, 9]. АА

моделювали шляхом субплантарного введення повного ад'юванту Фрейнда (склад: 1 частина ланоліну, 2 частини вазелінової олії та вбита вакцина БЦЖ з розрахунку 5 мг/мл) в задню праву лапку з розрахунку 0,1 мл (10 мкл) на щура [32, 31, 6, 25]. День введення ад'юванту вважали як «0» день експерименту. Максимальний прояв місцевої запальної реакції, яка супроводжувалась значним збільшенням об'єму кінцівки визначався на 12–14 добу [32, 9], далі активність запального процесу поступово зменшувалась. Лікування АА проводилось з 14 по 28 день, шляхом внутрішньощлункового введення досліджуваних препаратів. Початок введення лікарських засобів відповідав максимальній запальній реакції [32, 9]. Ібупрофен (ЗАТ «Фармацевтична фірма «Дарниця», Україна), вводили внутрішньощлунково у вигляді суспензії на 3 % крохмальному слизу. Вінборон (ПАТ НВЦ «Борщівський ХФЗ», Україна), розчинений у воді *pro injectionibus* (ПАТ «Галичфарм», Україна), вводився за 60 хв. до введення ібупрофену, двічі на добу.

Різниця цільової концентрації речовин в крові ссавців, яка залежить від інтенсивності їх надходження та елімінації, обумовлює видові відмінності в дозах лікарських препаратів для досягнення еквівалентних ефектів. Тому для екстраполяції середньотерапевтичних доз для людини на ізоефективні дози для щурів нами здійснено перерахунок за методом Ю. Р. Риболовлева (1979 р.) із використанням константи видової витривалості (R), яка обчислюється окремо для кожного виду за формулою (1):

$$R = \sqrt{Q \times V / K_c}, \quad (1)$$

де Q – основний обмін, ккал/кг<sup>0,75</sup> год;

V – об'єм серцевої діяльності, л/кг<sup>0,75</sup> год;

K<sub>c</sub> – (маса мозку, г / маса тіла, кг) – коефіцієнт церебрації [29].

Показник  $\sqrt{Q \times V}$  характеризує витривалість організму до дії хімічної речовини, а коефіцієнт церебрації (K<sub>c</sub>) дозволяє врахувати можливі зміни у функціонуванні регуляторних механізмів нервової системи в підтримці гомеостазу.

Так для щурів [29]:

$$R = \sqrt{\frac{4,8 \text{ ккал/кг} \cdot \text{год} \times 23,0 \text{ л} \cdot \text{кг/год}}{1,68 \text{ г/0,2 кг}}} = 3,62$$

для людини [29]:

$$R = \sqrt{\frac{1,02 \text{ ккал/кг} \cdot \text{год} \times 6,4 \text{ л} \cdot \text{кг/год}}{1400 \text{ г/70 кг}}} = 0,57$$

Згідно методики, доза для щурів ( $D_2$ ) вираховується згідно пропорції (2):

$$D_1/R_1 = D_2/R_2, \quad (2)$$

де  $D_1$  – доза для людини,  $\text{мг/кг}$  маси тіла;

$D_2$  – доза для щура,  $\text{мг/кг}$  маси тіла;

$R_1$  – константа видової витривалості для людини;

$R_2$  – константа видової витривалості для щура.

Відповідно  $D_2 (\text{мг/кг}) = (D_1(\text{мг/кг}) \times R_2)/R_1 = D_1(\text{мг/кг}) \times 6,35$ .

Так, доза ібупрофену (ЗАТ "Фармацевтична фірма "Дарниця", Україна) для людини 2400 мг на добу (0,8 г по 3 р/д), яка володіє достатньою протизапальною активністю і рекомендована для лікування РА [18, 27], при перерахунку:

$$[(2400 \text{ мг/70 кг}) \times 3,62]/0,57 = 218 \text{ мг/кг}$$

відповідає ізоефективній дозі для щурів 218 мг/кг. Доза вінборону (ПАТ НВЦ «Борщівський ХФЗ», Україна) для людини 120 мг на добу (0,04 г по 3 р/д), яка рекомендована до застосування в лікуванні хворих на виразкову хворобу шлунка та дванадцятипалої кишки [11, 10, 14, 13, 15, 33] відповідає дозі для щурів 11 мг/кг

$$[(120 \text{ мг/70 кг}) \times 3,62]/0,57 = 11 \text{ мг/кг}$$

Евтаназію тварин проводили на 28 добу експерименту шляхом цервікальної дислокації під трихлорметановим ( $\text{CHCl}_3$ ) наркозом. За 24 години до виведення з експерименту тварини були в умовах харчової депривації (вода *ad libitum*) та знаходились у клітках із ґратчастим дном для усунення явища копрофагії. Після лапаротомії по білій лінії живота (*linea alba abdominis*) оцінювали розміри шлунка (здуття) та наявність спайкових процесів з

суміжними органами, як ознаки перфорації. Екстирповані шлунки розкривали по великій кривизні (*curvatura ventriculi major*), промивали у 0,9 % розчині NaCl та робили знімки за допомогою цифрового фотоапарату Canon PowerShot SX120 IS. Вплив досліджуваних лікарських засобів на стан шлунка оцінювали макроскопічно за наступними критеріями: наповненість хімусом, складчатість, гіперемія та наявність крововиливів на поверхні слизової оболонки. Для кожної групи проводили розрахунок відсоткового складу піддослідних тварин за вказаними ознаками та середнє значення їх виразності, яку оцінювали за наступною шкалою: 0 балів – ознака відсутня, 1 бал – ознака слабо виражена, 2 бали – ознака помірно виражена, 3 бали – ознака добре виражена [16].

Крім того, проводили оцінку стану СОШ за бальною шкалою Л. В. Яковлевої [32]:

Бали	Стан слизової оболонки шлунка
0	Відсутність видимих ушкоджень
1	Наявність однієї або декількох ознак з переліку: 1.1. набряк (згладженість складок) 1.2. Крововилив(и) 1.3. Виразка(и) діаметром до 1 мм в кількості не більше трьох
2	Більше трьох виразок діаметром до 1 мм або одна виразка діаметром до 3 мм
3	Наявність бодай однієї виразки діаметр до 4 мм
4	Декілька виразок діаметром до 4 мм
5	Перфоративна виразка

Для оцінки морфологічних змін фрагменти внутрішніх органів (шлунка, печінки, нирок і наднирників) експериментальних тварин з АА без лікування та при застосуванні ібупрофену та його комбінації з вінбороном фіксували в 10,0% розчині нейтрального формаліну. Препарати готували за стандартною методикою [2, 7, 30]. Гістологічні зрізи товщиною 5–7 мкм фарбували гематоксилином і еозином, ШИК-реакції з альціановим синім [2, 7, 30]. Мікроскопію і фотографування гістологічних препаратів проводили за допомогою світлового мікроскопа OLIMPUS BX 41 при збільшеннях у 40, 100, 200 і 400 разів. Отримували і обробляли знімки, проводили морфометрію та статистичну обробку за допомогою програми «Quick PHOTO MICRO 2.3».

Розрахунок інтегрального показника стану СОШ (виразкового індексу, *VI*) проводили за наступною формулою [32]:

$$VI = \frac{\text{Середній бал за шкалою Л. В. Яковлевої} \times \% \text{ тварин із виразками}}{100}$$

Протягом експерименту контролювали динаміку маси тіла тварин та летальність.

Статистичну обробку одержаних результатів проведено з використанням прикладної програми для роботи з електронними таблицями Microsoft Office Excel 2017 (Microsoft Corporation, США) за допомогою розширення «Real Statistics» у середовищі Windows XP Professional (Microsoft Corporation, США). Оцінку характеру розподілу величин в кожній групі проводили з використанням критерію Шапіро-Вілка (Shapiro-Wilk).

При нормальному розподілі величин відмінності між групами визначали попарно за *t*-критерієм Ст'юдента. Отримані значення порівнювали з критичними при рівні вірогідності вище 95,0% ( $p \leq 0,05$ ). Достовірність розходжень якісних параметрів в альтернатив-

ній формі визначали за показником кутового перетворення Фішера ( $\phi$ -критерій).

Цифрові данні у разі нормального розподілу величин наведені у вигляді "M ± m (SE)" (95 % ДІ), де M – середнє арифметичне значення, m (SE) – стандартна похибка середнього арифметичного, 95 % ДІ – 95 % довірчий інтервал. При ненормальному розподілі отриманих величин дані представлено у вигляді Me [LQ; UQ], де Me – медіана, [LQ; UQ] – верхня межа нижнього (першого) квантилю (lower quartile – LQ) та нижня межа верхнього (третього) квантилю (upper quartile – UQ) [32, 9].

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Проведене дослідження показало, що на 28 добу експерименту у щурів з АА приріст маси тіла (табл. 1) відносно 1 дня становив 10,1±2,8 % (95% ДІ: 4,6-15,6 %), що в 3,6 рази було нижче ніж у інтактних тварин (35,9±6,95 % (95% ДІ: 22,3-49,5 %)).

Таблиця 1 – Характеристика безпечності та гастротоксичності ібупрофену та його комбінації з вінбороном на моделі ад'ювантного артриту у щурів (n=7)

№ групи	Умови досліджу	Кількість тварин з виразками, абс. (%)	Важкість ураження СОШ за шкалою Л. В. Яковлевої, середній бал, Me [LQ; UQ]	Виразковий індекс, ум. од.	Маса тіла, г, M±m		Летальність, абс. (0%)
					1 день	28 день	
I	Інтактні щури	0/7 (0%)	0	0	145,7±5,9	196,9±8,9♦	0/7 (0%)
II	Ад'ювантний артрит без лікування (контроль)	0/7 (0%)	0	0	163,0±7,6	178,9±7,6	0/7 (0%)
III	Ад'ювантний артрит + Ібупрофен (218 мг/кг, в/ш)	3/7●■ (42,9%)	2,29 1[1,0; 3,5]	0,97	156,4±2,8	167,6±6,7	2/7●■ (28,6%)
IV	Ад'ювантний артрит + Ібупрофен (218 мг/кг, в/ш) + Вінборон (11 мг/кг, в/ш)	1/7 (14,3%)	0,71 1[0; 1,0]	0,10	153,3±5,9	177,6±5,9♦	0/7▲ (0%)

Примітки: ● –  $p < 0,05$  відносно інтактних тварин; ■ –  $p < 0,05$  відносно контрольних тварин; ▲ –  $p < 0,05$  відносно групи монотерапії ібупрофеном; ♦ –  $p < 0,05$  відносно початкового показника.

Це узгоджується з даними літератури [10, 17, 18] про морфо-функціональні зміни всіх органів та систем організму при ревматоїдному артриті, зокрема – шлунково-кишкового тракту (ШКТ), що може проявлятися порушенням процесів травлення. На це вказувало і виявлене нами у 14,3 % щурів здуття шлунка,

яке вказує на порушення моторно-евакуаторної функції шлунка на тлі АА. Характеризуючи ста СОШ варто зазначити, що у 28,6 % щурів з АА на 28 добу експерименту статистично вірогідно було виявлено легку згладженість складок а у 42,9 % тварин – незначну гіперемію (табл. 2).

Таблиця 2 – Вплив ібупрофену та його комбінації з вінбороном на макроскопічні показники стану шлунка щурів з ад'ювантним артритом (n=7)

№ групи	Умови досліджу	Здуття шлунка		Стан слизової оболонки шлунка					
				Згладженість складок		Гіперемія		Геморагії	
		Бали, Ме [LQ;UQ]	абс. (% тварин)	Бали, Ме [LQ;UQ]	абс. (% тварин)	Бали, Ме [LQ;UQ]	абс. (% тварин)	Бали, Ме [LQ;UQ]	абс. (% тварин)
I	Інтактні щури	0 [0; 0]	0/7 (0%)	0 [0; 0]	0/7 (0%)	0 [0; 0]	0/7 (0%)	0 [0; 0]	0/7 (0%)
II	Ад'ювантний артрит без лікування (контроль)	0 [0; 0]	1/7 (14,3%)	0 [0; 0,5]	2/7● (28,6%)	0 [0; 1]	3/7● (42,9%)	0 [0; 0]	1/7 (14,3%)
III	Ад'ювантний артрит + Ібупрофен (218 мг/кг, в/ш)	2 [1; 2]	6/7●■ (85,7%)	2 [0; 3]	4/7● (57,1%)	3 [1; 3]	5/7● (71,4%)	3 [2; 3]	6/7●■ (85,7%)
IV	Ад'ювантний артрит + Ібупрофен (218 мг/кг, в/ш) + Вінборон (11 мг/кг, в/ш)	0 [0; 0]	0/7▲ (0%)	0 [0; 0]	0/7■▲ (0%)	1 [0; 2]	4/7● (57,1%)	0 [0; 0]	1/7▲ (14,3%)

Примітки: ● –  $p < 0,05$  відносно інтактних тварин; ■ –  $p < 0,05$  відносно контрольних тварин; ▲ –  $p < 0,05$  відносно групи монотерапії ібупрофеном.

На тлі монотерапії ібупрофеном АА на 28 добу експерименту приріст маси тіла щурів становив 3 [0; 5,2] % відносно 1 дня експерименту. Рівень летальності тварин при застосуванні ібупрофену статистично вірогідно становив 28,6 %. Причиною загибелі тварин у всіх випадках була перфорація виразки. Слід зазначити, що виразки СОШ були статистично вірогідно виявлені у 42,9 % тварин, які отримували ібупрофен.

Нами було встановлено, що у 85,7 % щурів з АА монотерапія ібупрофеном викликала порушення моторно-евакуаторної функції шлунка, що узгоджується з даними літератури [14, 12, 23, 34] про вплив НПЗЗ на пасаж хіму-су по верхнім відділам ШКТ.

Макроскопічне дослідження стану СОШ щурів з АА показало, що монотерапія ібупрофеном на 28 добу експерименту призвела до статистично вірогідного розвитку ознак гастропатії. Так помірна (2 [0; 3] бали) згладженість складок СОШ відмічалась у 57,1 % тварин, виразка (3 [1; 3] бали) гіперемія – у 85,7 % щурів (рис. 1 б).

Нами було встановлено, що переважним місцем локалізації виразкових дефектів була велика кривизна пілоричної частини шлунка щурів. Це співставляється з даними досліджень проф. Л. Я. Ковальчука (2001 р.) щодо інтенсивності регіонарного кровообігу в різних ділянках СОШ здорових людей. Так по

великі кривизні його показники в ділянці кардіального відділу становлять  $30,92 \pm 1,2$  мл на 100 г за 1 хв, в ділянці дна –  $34,68 \pm 1,4$ , у проксимальній ділянці границі тіла шлунка –  $52,4 \pm 4,3$ , в ділянці середньої третини тіла шлунка  $65,72 \pm 2,0$ , дистальній частині шлунка та антральному відділі –  $37,83 \pm 1,1$  мл на 100 г за 1 хв. Порівнюючи наведені дані з макроскопічною картиною СОШ у щурів можна

стверджувати, що встановлена нами специфіка локалізації дефектів СОШ відповідає найнижчій інтенсивності шлункового кровотоку по великій кривизні антрального відділу шлунка та узгоджується з даними літератури про здатність НПЗЗ викликати порушення регіонарної гемодинаміки та, як наслідок, трофіки СОШ [21].

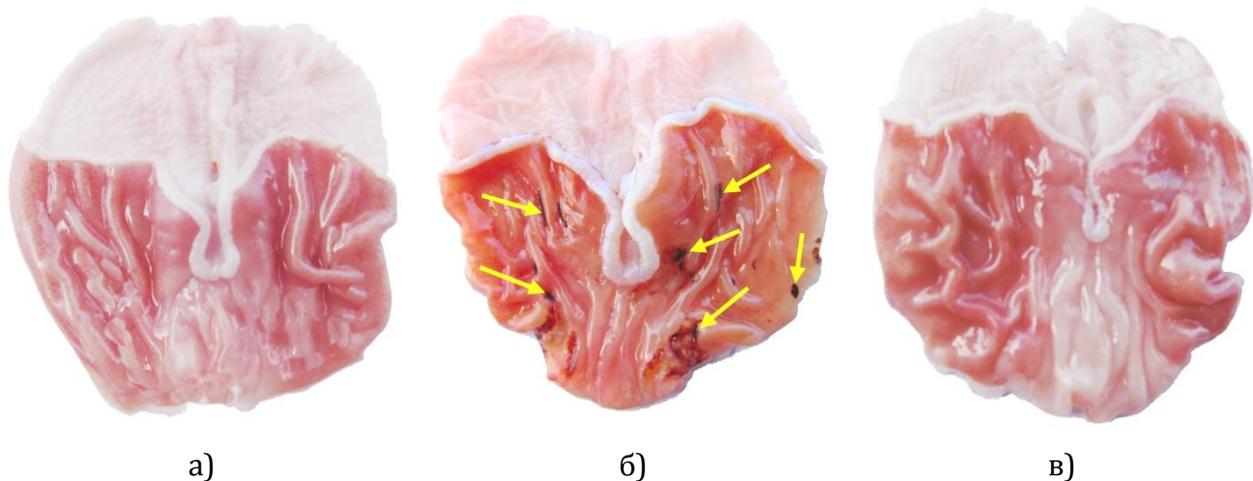


Рисунок 1 – Макроскопічний стан слизової оболонки шлунка щурів з АА на 28 добу експерименту  
а) інтактних тварин; б) – лікованих ібупрофеном (218 мг/кг);  
в) – лікованих ібупрофеном (218 мг/кг) в комбінації з вінбороном.

Комбіноване застосування ібупрофену та вінборону призвело до послаблення ознак гастротоксичності вказаного антифлогістика. На це вказував значно нижчий ступінь важкості ураження СОШ – виразковий індекс був майже в 10 разів меншим, ніж на тлі монотерапії та становив відповідно 0,10 та 0,97. Приріст маси тіла у щурів з АА на 28 добу експерименту на тлі комбінованого застосування ібупрофену та вінборону вдвічі перевищував аналогічні показники тварин групи монотерапії і становив відповідно  $16,3 \pm 3,19$  % (95 % ДІ: 10,0–22,5 %) відносно 1 дня експерименту. Виразкові ураження СОШ відмічались лише у 14,3 % тварин, що втричі нижче ніж при монотерапії ібупрофеном.

Детальне дослідження стану СОШ у щурів з АА на тлі комбінованого застосування ібупрофену та вітчизняного спазмолітика супроводжувалось покращенням моторно-евакуаторної функції шлунка, на що вказувала відсутність тварин зі здуттям шлунка. Складчастість СОШ була збережена у всіх тварин.

Слід зазначити, що у 14,3 % тварин, які отримували ібупрофен та вінборон нами було статистично вірогідно встановлено наявність геморагій, а у 57,1 % щурів – вірогідну гіперемію СОШ легкого ступеня (1 [0; 2] бали). Проте на відміну від змін на тлі монотерапії ібупрофеном, при комбінованому застосуванні ібупрофену та вінборону гіперемія СОШ на нашу думку мала артеріальний генез, в той час як монотерапія і бупрофеном призводила до венозної гіперемії, зумовленої вазомоторними розладами, які характерні для фармакотерапії НПЗЗ та виступають одним з механізмів формування НПЗЗ-гастропатії.

В групі інтактних експериментальних тварин та щурів зі змодельованим АА без лікування при мікроскопічному дослідженні СО залозистої частини шлунка (фундальний, кардіальний та пілоричний відділи) була представлена одношаровим циліндричним епітелієм, який вистилав шлункові ямки, в основі яких відкривалися залози шлунка. Шлункові ямки були розташовані щільно одна до одної. Глибина ямок у кардіальній

частині, дні та тілі дорівнювала 1/4 товщини СО, в пілоричній частині вона складала 1/3 товщини СО. Клітини покривного епітелію, як правило, мали високопризматичну форму та чітке полярне диференціювання. Місцями, переважно у щурів зі змодельованим АА, виявлялися ділянки десквамації епітеліальних клітин. У більшості гістологічних препаратів добре помітні складки СО, характерним було збереження базальної мембрани, яка визначалася під поверхневим епітелієм навколо залоз та до якої щільно прилягали кровеносні капіляри. Перехід багатозарового плоского епітелію в залозисту частину чітко візуалізувався (рис. 2).

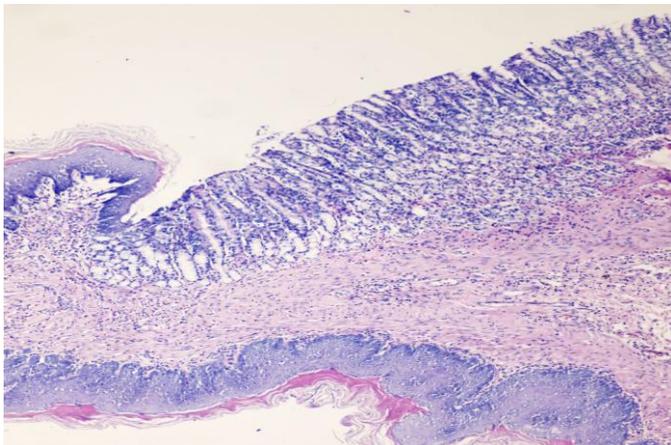


Рисунок 2 – Слизова оболонка перехідної зони шлунка щура

Примітки: збережена гістологічна структура СОШ з чіткою диференціацією багатозарового плоского та призматичного епітелію. Інтактна тварина, 14 доба. Забарвлення гематоксиліном та еозиним,  $\times 100$

Власна пластинка СОШ була утворена пухкою волокнистою тканиною з великою кількістю кровеносних і лімфатичних судин та заповнена трубчастими залозами. Кардіальні залози займали вузьку зону, що прилягала до багатозарового плоского епітелію і складалася з розгалужених залоз, висланих призматичним епітелієм, який продукує слиз, а також головними і парієтальними екзокриноцитами. Більша кількість клітин, що продукують слиз, знаходилася в ділянці шийки залоз. Залози фундального відділу склалися з головних, парієтальних екзокриноцитів, шийкових мукоцитів, камбіальних та нейроендокринних клітин. В дні переважали головні та

парієтальні екзокриноцити, а в тілі – парієтальні клітини та шийкові мукоцити. Головні залози були у формі компактних груп, які розділені тонкими прошарками сполучної тканини.

В цитоплазмі головних екзокриноцитів були чітко помітні базофільні гранули, які забарвлювалися у фіолетовий колір. Цитоплазма парієтальних клітин блідо-рожевого кольору, однорідна. Шийки залоз склалися з малодиференційованих клітин, поряд з якими були помітні парієтальні екзокриноцити та шийкові мукоцити. Останні особливо добре виявлялися при забарвленні за методом періодат-фуксин завдяки світломалиновому забарвленню секрету. Залози пілоричного відділу шлунка були утворені переважно шийковими мукоцитами і незначною кількістю головних клітин. Пілоричні залози були добре розгалужені, вкриті кубічним епітелієм, який продукує слиз, багатий на нейтральні глікопротеїни, які добре забарвлювалися в малиновий колір при використанні ШИК-реакції. Нерідко виявляли гістологічні та гістохімічні ознаки різної функціональної активності шийкових мукоцитів СО (гіпер- або гіпосекреція нейтральних глікопротеїнів покривним епітелієм, різний вміст секрету в клітинах залоз, набряк в підепітеліальному і залозистому шарах). У цитоплазмі поверхневих епітеліоцитів визначалися ШИК-позитивні секреторні гранули, які були розташовані переважно в апікальній частині (рис. 3).

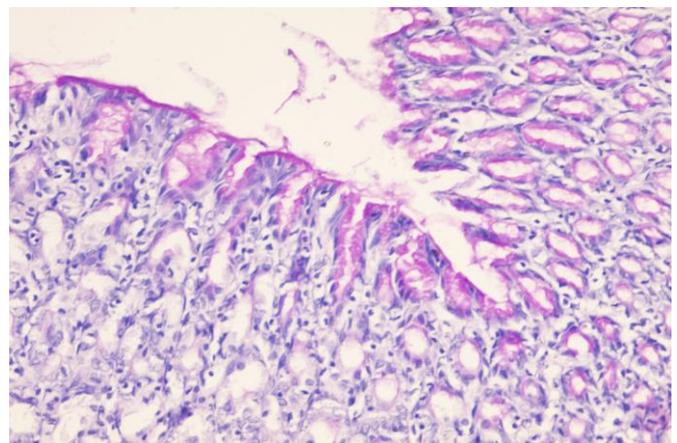


Рисунок 3 – Нейтральні глікопротеїни (малинового кольору) в апікальних відділах поверхневих епітеліоцитів

Примітки: Інтактна тварина, 14 доба. ШИК-реакція,  $\times 200$ .

У ямках вони заповнювали всю цитоплазму і відтісняли ядро в базальну частину клітини. Місцями переповнені секреторними гранулами шийкові мукоцити приймали кулясту форму. Клітини, що звільнилися від секреторних гранул були вертикально видовжені, і наче здавлені між сусідніми паріетальними екзокриноцитами. Хімічний склад секрету цих клітин був неоднорідний. У деяких з них реєструвалися ШИК-позитивні гранули, в інших переважали кислі глікопротеїни, які виявлялися при фарбуванні альціановим синім. Паріетальні екзокриноцити варіювали за величиною та інтенсивності забарвлення цитоплазми. Власний шар СОШ був представлений пухкою сполучною тканиною, в якій окрім фібробластів, зустрічалися гістіоцити, лімфоцити і тканинні базофіли. Гострих ерозій та виразок не спостерігали в жодній тварини даної групи.

На відміну від щурів контрольної групи у 60,0 % експериментальних тварин, які отримували упродовж двох тижнів окремо ібупрофен (218 мг/кг, в/ш), при гістологічному аналізі виявили гострі ерозії, у 43,0 % – гострі виразки. За локалізацією виявлені виразки переважали в антральному відділі (80%). Проте у щурів, яким ібупрофен комбінували з вінбороном (11 мг/кг, в/ш) в СОШ гострі виразки не зустрічалися, а спостерігали тільки поверхневі ерозії у 14,0 % тварин.

В групі піддослідних тварин, які отримували ібупрофен при мікроскопічному аналізі ерозії та виразки були у вигляді поверхневих дефектів епітелію з серозним набряком строми. Поверхневий епітелій по краях дефекту, як правило, був сплюснений, полісахариди виявлялися в ньому в незначній кількості з переважанням кислих глікопротеїнів, які добре візуалізувалися при фарбуванні альціановим синім (рис. 4).

У випадках більш глибокої деструкції тканини, що, як правило, розповсюджувалася не стільки в ширину, скільки вглиб, спостерігалося руйнування частини залоз з некрозом їх стінок. Серед клітинних елементів залоз зростала кількість індиферентних клітин, що утворювали переважно альціан-позитивний слиз, а поверхневий епітелій навпаки, був сплюснений з незначною кількістю глікопротеїнів.

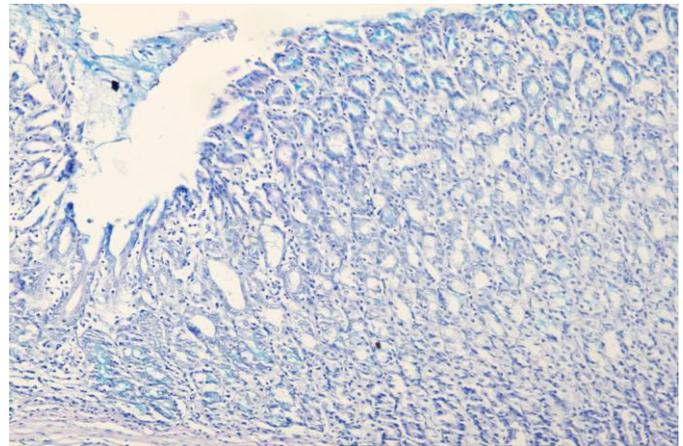


Рисунок 4 – Кубічної форми поверхневі епітеліоцити, що оточують ерозію з незначною кількістю кислих глікопротеїнів (синього кольору) в цитоплазмі

Примітки: Ібупрофен, 14 доба. Альціановий синій, × 200

В апікальних відділах поверхневих епітеліоцитів зменшувалась інтенсивність ШИК-реакції, що вказує на зниження вмісту нейтральних глікопротеїнів. Епітелій, що вистилає шлункові валики та ямки, в зоні ерозії недиференційований, різної висоти, не містив слизу. Також десквамовані епітеліоцити та їх скупчення виявлялися і в глибині ямок та в просвітах залоз. Такі ознаки альтерації апікальних частин епітеліоцитів на верхівках валиків як десквамація поверхневих епітеліоцитів не завжди могли слугувати прямим діагностичним критерієм пошкоджуючої дії ібупрофену на СОШ, тому ми застосовували ШИК-реакцію для ідентифікації пошкодження базальної мембрани, що підтверджувало наявність ерозії. Висота і глибина шлункових ямок в зоні ерозії була зменшена. Головні клітини були дрібними, в базофільній цитоплазмі часто визначали вакуолі, фігур мітозу не спостерігалося. Ядра забарвлювалися інтенсивно, більшість з них були дрібними, трапецієвидної форми, деякі розпадалися на фрагменти неправильної форми.

Пошкодження базальної мембрани поверхневих епітеліоцитів, що досить погано діагностувалося при забарвленні гематоксилін-еозином та чітко визначалося при використанні ШИК-реакції – стало однією з характерних морфологічних ознак ерозій, що були виявлені нами при застосуванні ібупрофену.

У поверхневому епітелії СОШ, що оточував ерозивно-виразкові дефекти як фундально-

го, так і антрального відділів в групі ібупрофену, виявляли дистрофічні зміни, які характеризувались порушенням полярності клітин, вакуолізацією та прозорістю їхньої цитоплазми, зменшенням міжклітинних контактів. Клітини частіше набували кубічної форми та інколи призматичної, містили світлі ядра, зустрічались клітини з ознаками ущільнення ядер та їх гіпохроматозом. Межі таких клітин були не досить чіткими, недостатньо окресленими. У 40% тварин даної групи ядра клітин були гіперхромними та збільшеними в діаметрі, відмічали порушення ядерно-цитоплазматичного відношення і полярність епітелію, з'являлася багаторядність. Цитоплазма клітин була базофільна, секреторна активність покривно-ямкового епітелію практично відсутня (рис. 5).

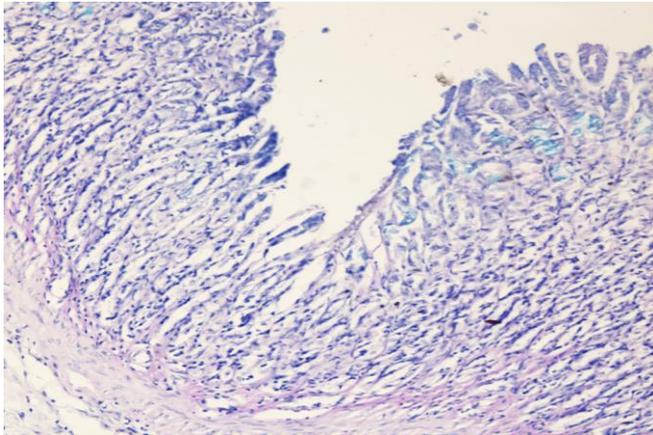


Рисунок 5 – Поверхнева ерозія СОШ з низькою секреторною активністю епітеліоцитів

Примітки: Ібупрофен, 14 доба. Комбінована ШИК-реакція – альціановий синій × 200

У разі виникнення гострої виразки при світловій мікроскопії визначався клиноподібний дефект з вершиною, зверненою вглиб стінки. Краї гострих виразок були підриті за рахунок коагуляційного некрозу власної пластинки СОШ та нависали над кратером. Серед клітинного детриту спостерігали скупчення пігменту коричневого кольору – гемосидерину (рис. 6). На відміну від класичної морфологічної будови гострих виразок, для яких характерною є поверховість: зовнішній шар в дні і краях виразки представлений фібринозно-гнійним або гнійним ексудатом, потім йде зона фібринодного некрозу, глибше якої розташовується шар гра-

нуляційної тканини, а ще глибше – фібробласти. При застосуванні ібупрофену зона гнійного ексудату була відсутня.

На дні виразок виявлялися безструктурні маси, злуцнені епітеліоцити з домішками поодиноких лімфоцитодоподібних клітин. В епітелії як фундальних, так і пілоричних залоз відмічали пригнічення утворення слизу. У власному шарі відмічався набряк, периваскулярні крововиливи і нерівномірне кровонаповнення судин. Некротичні зміни охоплювали як поверхневий епітелій, так і елементи власного шару СО з формування дефектів.

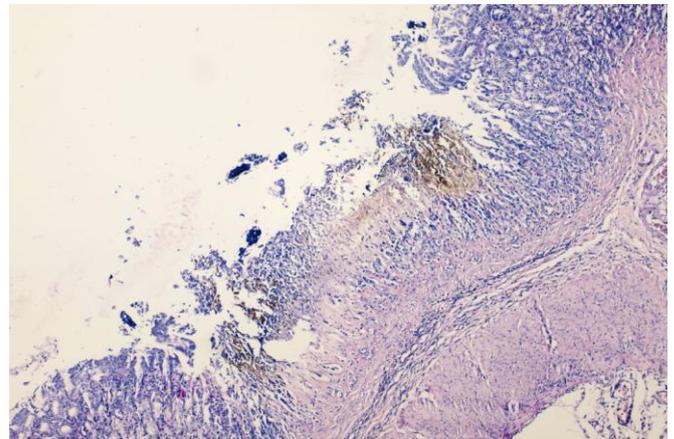


Рисунок 6 – Гостра виразка з підритими краями та скупченням гемосидерину серед клітинного детриту

Примітки: Ібупрофен, 14 доба. Забарвлення гематоксиліном та еозином, × 100

На поверхні СО знаходили фібрин та десквамовані епітеліальні клітини. Гемодинамічні порушення були представлені у вигляді розширення судин мікроциркуляторного русла власної та м'язової пластинки СО з еритроцитарними стазами у просвітах (рис. 7), в окремих як формені елементи, так і плазма були відсутні.

Стінки як венозних, так і артеріальних судин власної пластинки СО були з ознаками набряку, ендотелій місцями з вакуолізацією їх ядер й відторгненням частини клітин в просвіт судин з підвищенням проникності та екстравазатами і плазморагіями. В дні виразки та в прилеглих ділянках судинні стінки були розрихленими, розволоknеними, місцями просочені еозинофільним ексудатом з лейкостазами у просвітах.

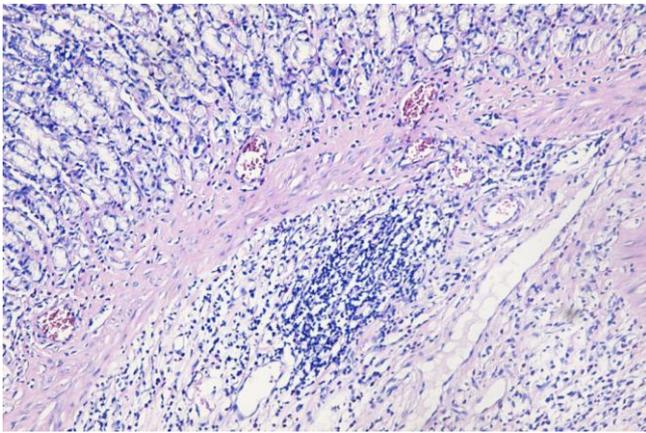


Рисунок 7 – Розширені судини мікроциркуляторного русла власної пластинки СОШ з еритроцитарними стазами, гіпертрофія м'язової пластинки з лімфо-гістіоцитарною інфільтрацією

Примітки: Ібупрофен, 14 доба. Забарвлення гематоксиліном та еозином,  $\times 200$

В оточуючій краї виразок сполучній тканині власної пластинки СО спостерігалися виражений набряк і некробіотичні зміни з порушенням гістоархітектоніки структур слизового шару: каріорексис, каріопікноз, некробіоз епітеліоцитів залоз і клітин строми.

При світловій мікроскопії морфологічні зміни СОШ носили вогнищевий або дифузний характер, охоплювали поверхневі і глибокі шари. При наявності гострих ерозій спостерігалися гіпертрофія і набряк м'язового шару власне СО та м'язової пластинки. Навколо кровоносних судин м'язової пластинки відмічали запальну інфільтрацію з домішками еозинофілів (рис. 8).

У залозах фундального відділу визначалася велика кількість паріетальних та головних екзокриноцитів з дистрофічними змінами. Поверхневі епітеліоцити в краях дефектів мали кубічну форму, нейтральні глікопротеїни виявлялися в них в незначній кількості, переважно в апікальній частині клітин. Варто зазначити, що зміни структури поверхневого та ямкового епітелію, який був значно сплосченим та характеризувався тенденцією до зниження активності метаболічних процесів у клітинах. Про це свідчили щільна зернистість цитоплазми, порушення полярності, невластива форма клітин, ушкодження контактів між ними.

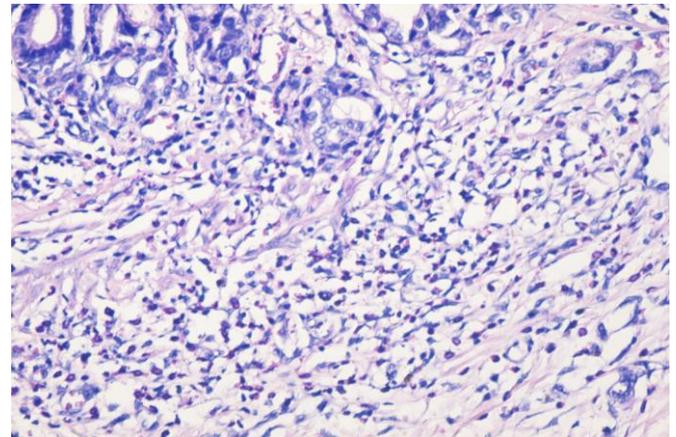


Рисунок 8 – Осередкова лімфо-гістіоцитарна інфільтрація базальних відділів пілоричних залоз з домішками еозинофільних лейкоцитів

Примітки: Ібупрофен, 14 доба. Забарвлення гематоксиліном та еозином,  $\times 400$

Ядра клітин були пікнотичними, з низькою щільністю ядерного хроматину, що свідчило про зниження кількості РНК. Найбільше змін зазнавали спеціалізовані клітини залоз. У фундальних залозах на місці головних та паріетальних екзокриноцитів з'являлися клітини типу шийкових мукоцитів, що не здатні виробляти основні інгредієнти шлункового соку, інколи клітини заповнювалися альціан-позитивним слизом. У головних клітинах, що збереглися, з'являлися невластиві їм включення, часткова вакуолізація. В антральному відділі СОШ піддослідних тварин, що отримували ібупрофен шлункові ямки поглиблювалися, перетворювалися в довгі епітеліальні кармани, основи яких доходять до власної м'язової пластинки та сліпо закінчуються. Кінцеві відділи залоз скорочувалися. Кількість паріетальних клітин зменшувалася, останні знаходилися в стані пікнотизації. В частині паріетальних екзокриноцитів цитоплазма ущільнювалася, ставала оксифільною, об'єм клітин зменшувався і вони зморщувалися. В інших клітинах, навпаки, цитоплазма була просвітлена, ставала гідрофільною та погано профарбовувалася. Розмір ядер паріетальних екзокриноцитів на відміну від інших секреторних елементів епітелію шлунка, не змінювався, хоча їх хроматин набував тенденції утворювати великі скупчення. Перегладулярно, переважно в антральному відділі СОШ спостерігалося пошкодження щільних контактів між клітинами, зменшення кількості спеціалізованих клітин тубулярних антраль-

них залоз. Місцями довжина залоз зменшувалася, проте інколи виявляли осередки фовелярної гіперплазії поверхневого та залозистого епітелію. На всіх рівнях залоз постійно зустрічали незрілі, так звані молоді клітини з ознаками передчасної інволюції. Поряд з цим в групі експериментальних тварин, що отримували ібупрофен частіше ніж в контрольній групі, зустрічалася неоднакова інтенсивність забарвлення головних та парієтальних екзокриноцитів, що, ймовірно, залежало від різного функціонального стану їх секреторних компонентів. В сполучній тканині базальних відділів власної пластинки СОШ переважав набряк та запальна інфільтрація. Під епітелієм була помітна набрякова рідина, що позбавлена фібрину та яка забарвлювалася в блакитний колір при використанні комбінованої ШИК-реакції з альціановим синім, що свідчило про посилену продукцію кислих глікопротеїнів. Кількість кислих сіаломуцинів збільшувалася і в поверхневих епітеліоцитах.

В групі експериментальних тварин, що отримували ібупрофен в комбінації з вінбороном в епітелії шлункових ямок виявляли дистрофічні зміни, ступінь виразності яких найчастіше мав осередковий характер. У незначній частині експериментальних тварин (14,0%) помічено посилення злущення поверхневого епітелію, що призводило до утворення нечисленних мікродефектів, що зазвичай не виходили за власну м'язову пластину. На їхньому дні реєстрували фибриноїдний некроз, під яким виявляли помірний набряк власної пластинки. Під некротичними масами були розташовані збережені структури СО. Головні залози безпосередньо поблизу дефекту частково були ослизненні, але вже на незначній відстані від дефекту вони мали нормальну структуру, клітинні елементи в них добре визначалися, гранули секрету головних екзокриноцитів були ярко помітні при використанні ШИК-реакції.

Набряк сполучної тканини спостерігався і в міжзалозистій стромі. В поодиноких випадках в глибині СО помітні скупчення лімфоцитів, в яких з трудом розпізнавалися контури шлункових залоз в стані некробіозу. Поверхневі епітеліоцити були сплюснені, місцями відсутні. Інтенсивність накопичення ШИК-позитивних гранул в клітинах шийкових відділів залоз була знижена (рис. 9).

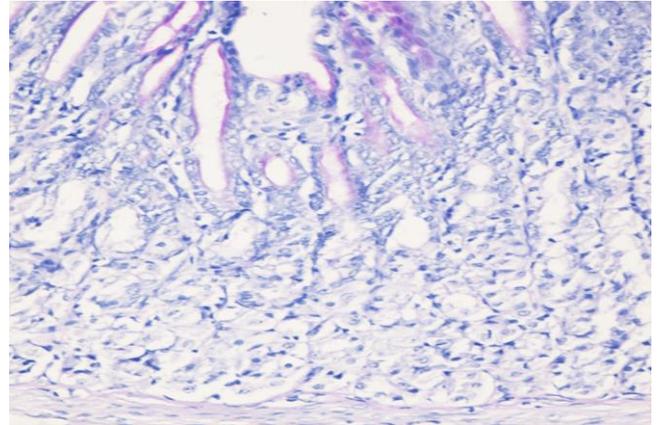


Рисунок 9 – Поверхнева ерозія СОШ з помірною секрецією нейтральних глікопротеїнів (малинового кольору) в цитоплазмі епітеліоцитів

Примітки: Ібупрофен+вінборон, 14 доба.

Комбінована ШИК-реакція – альціановий синій × 200

Залози ставали більш звивистими (переважно в початкових відділах), проміжки між ними збільшувались за рахунок набряку власної пластинки СОШ. В зоні поверхневих ерозій фундального відділу СОШ зменшувалась кількість головних та парієтальних екзокриноцитів, межі між ними ставали нечіткими, цитоплазма здебільшого забарвлювалася базофільно. В підслизовій основі зустрічалися розширені капіляри з еритроцитарним стазами та периваскулярні дрібновогнищеві крововиливи. Поверхневий епітелій місцями був високий циліндричний з ядрами округлої форми, що розташовувалися в базальній частині клітин. При цьому відмічалася трохи більша, ніж в нормі висота ямкового епітелію та збільшення в клітинах товщини зони нейтральних глікопротеїнів (за даними ШИК-реакції). При ШИК-реакції окрім дифузного забарвлення апікальної частини клітин визначалися супра- та субнуклеарні гранули. Частіше високий епітелій зустрічався в дистальних ділянках ямок та на верхівках валиків, ядра при цьому були відтіснені до основи великою кількістю мукоїду. Висота епітелію глибоких відділів ямок була менше ніж в іншому покривно-ямковому епітелію, ШИК-реакція характеризувалася зоною вузької смужки в апікальних відділах клітин. Саме в цих відділах характерною особливістю було гістохімічне виявлення сіаломуцинів у вигляді слабого забарвлення альціановим синім при рН 2,5. У власній пластинці СОШ зустрічалися поодинокі лімфоїдні фолікули,

співвідношення клітинних елементів не відрізнялося від групи контролю. Гемодинамічні порушення були представлені у вигляді розширення судин мікроциркуляторного русла власне СО із спустошенням їх просвітів. У гістологічних препаратах на поверхні СОШ часто зустрічався слиз та злуцений епітелій.

При корекції вінбороном в антральному відділі СОШ були виявлені ознаки, що характеризують процес репаративної регенерації. У просвіті ямок, у глибоких відділах залоз спостерігалось збільшення маси парієтальних екзокриноцитів, деякі з них були з великими ядрами, мали високий ядерно-плазматичний показник, що свідчило про підвищену функціональну активність. Поряд з клітинами, що мали значну кількість слизових гранул, зустрічалися клітини, цитоплазма яких переповнена слизом. Деякі з них втрачали зв'язок з базальною мембраною і злуцувалися у просвіт. Інколи було помітно нерівномірне забарвлення цитоплазми головних та парієтальних клітин суміжних залоз, внаслідок чого одні залози в цілому виглядали темніше, а інші світліше. Ймовірно це залежало від неоднакового функціонального стану секреторних елементів. Фігури мітозу в епітелії СОШ зустрічалися подекуди в ділянці шийки залоз. Проте у 20% щурів, яким був призначений вінборон, мітотичні фігури з'являлися не тільки в області шийки залоз, а й в епітелії ямочок. Головні залози ставали більш короткими, але розташовувалися в більшості полів зору компактно, просвіти їх вузькі, на рівні шийок були виповнені мукоїдним секретом. Будова інших відділів головних та пілоричних залоз в групі тварин, які отримувала ібупрофен в комбінації з вінбороном будь якими особливостями на світлооптичному рівні при забарвленні рутинними методами не відрізнялася. Головні і парієтальні екзокриноцити зберігали свою будову та гістохімічні характеристики. Відмічалось розповсюдження шийкових мукоцитів, які мали апікальну вузьку ШИК-позитивну зону до рівня середньої третини залоз. Слід також відмітити велику товщину шару ШИК-позитивних муцинів в поверхневому епітелії антрального відділу шлунка та заміну в ряді випадків в фундальних залозах головних і парієтальних клітинах тими, що продукують слиз. Пілоричні залози були збільшені в об'ємі, багато з них набули трубчастого характеру, причому довжина трубок у 5-6 разів перевищувала діаметр. Епі-

телій залоз дуже високий, надядерна частини клітин багата на мукоїдний секрет, просвіт залоз місцями розширений. Залози примикали щільно одна до одної, утворюючи товстий шар слизової оболонки. Між великими групами пілоричних залоз зустрічалися тонкі сполучнотканинні прошарки та пучки з гладком'язових волокон.

Отже, в групі ібупрофену без корекції вінбороном виявлено виражене зменшення секреторної активності епітелію. В окремих ділянках, прилеглих до мікроерозій навіть повне зникнення секреції. В таких ділянках гістохімічно визначалися лише залишки слизових речовин (переважно кислих глікопротеїнів). В зонах де секреція була збережена, вміст нейтральних муцинів був невеликий у вигляді дрібних гранул, а також смужок на апікальній поверхні епітеліоцитів. Кислі глікопротеїни складали основну масу слизового секрету у вигляді великих крапель в цитоплазмі клітин, особливо шийкових відділів залоз. В групі вінборону залози в оточуючій ерозію СОШ в своїй більшості зберігали нормальну структуру та гістохімічні властивості. Суттєвої різниці в характері розподілу слизових гранул в цитоплазмі поверхневих епітеліоцитів відмічено не було як в контрольній так і в групі комбінації ібупрофену з вінбороном.

## ВИСНОВКИ

1. Використання ібупрофену в дозі 218 мг/кг на тлі змодельованого ад'ювантного артриту призводило до ерозивного-виразкового ураження СОШ – гострих ерозій у 60,0 % та виразок у 43,0 % експериментальних тварин. Встановлено, що утворення поверхневих ерозій супроводжувалось порушення секреції нейтральних муцинів. Основною паморфологічною ознакою гострої виразки СОШ при застосуванні ібупрофену є руйнування базальної мембрани та відсутність зони гнійної ексудації.

2. Комбіноване застосування ібупрофену та вінборону призвело до послаблення ознак гастротоксичності вказаного антифлогістика. На це вказував значно нижчий ступінь важкості ураження слизової оболонки шлунка – виразковий індекс був майже в 10 разів меншим, ніж на тлі монотерапії та становив відповідно 0,10 та 0,97. Приріст маси тіла у щурів з експериментальним ревматоїдним артритом

том на 28 добу експерименту на тлі комбінованого застосування ібупрофену та вінборону вдвічі перевищував аналогічні показники тварин групи монотерапії і становив відповідно 16,3±3,19 % (95 % ДІ: 10,0-22,5 %) відносно 1 дня експерименту.

3. Застосування вінборону на фоні ібупрофену сприяло попередженню некротичного

ураження СОШ у 86,0 % щурів за рахунок підсилення захисних властивостей слизу, що може свідчити про цитопротекторні властивості даного препарату. Крім того вінборон здатен нівелювати порушення моторно-евакуаторної функції шлунка, викликані застосуванням ібупрофену у щурів з ад'ювантним атритом.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Akarachkova, E. S., & Zajceva, I. A. (2012). Osnovnye principy terapii NPVP: jeffektivnost', bezopasnost', individual'nyj podhod [Basic principles of therapy of NSAIDs: effectiveness, safety, individual approach]. *Consilium medicum*, 14(2), 116–119 (in Russian)  
[Акарачкова, Е. С., & Зайцева, И. А. (2012). Основные принципы терапии НПВП: эффективность, безопасность, индивидуальный подход. *Consilium medicum*, 14(2), 116–119].
2. Avtandilov, G. G. (2007). *Osnovy patologoanatomicheskoy praktiki. Rukovodstvo* [Fundamentals of pathoanatomical practice. Guide] (3d ed.). Moscow: Rossijskaja medicinskaja akademija poslediplomnogo obrazovanija (in Russian)  
[Автандилов, Г. Г. (2007). *Основы патологоанатомической практики. Руководство* (3-е изд.). Москва: Российская медицинская академия последипломного образования].
3. Blackler, R. W., Gemici, B., Manko, A., & Wallace, J. L. (2014). NSAID-gastroenteropathy: new aspects of pathogenesis and prevention. *Current Opinion in Pharmacology*, 19, 11–16. doi: [10.1016/j.coph.2014.05.008](https://doi.org/10.1016/j.coph.2014.05.008)
4. Chekman, I. S., Viktorov, O. P., Horchakova, N. O., Svintsitskiy, A. S., Bukhtiarova, T. A., Nahorna, O. O., Matvieieva, O. V., Yaichenia, V. P., Lohvina, I. O., & Zahorodnyi, M. I. (2011). *Nesteroidni protyzapalni preparaty: efektyvnist, dostupnist i pryiniatnist dlia patsiienta. Farmakodohliad za bezpekoiu zastosuvannia* [Nonsteroidal anti-inflammatory drugs: efficacy, availability and acceptability for the patient. Pharmacodynamics for application safety]. Kyiv: Polihraf plus (in Ukrainian)  
[Чекман, І. С., Вікторів, О. П., Горчакова, Н. О., Свінцицький, А. С., Бухтіарова, Т. А., Нагорна, О. О., Матвєєва, О. В., Яйченя, В. П., Логвіна, І. О., & Загородний, М. І. (2011). *Нестероїдні протизапальні препарати: ефективність, доступність і прийнятність для пацієнта. Фармакогляд за безпекою застосування*. Київ: Поліграф плюс].
5. Efimov, A. L., Sigua, B. V., & Filaretova, L. P. (2017). *Ostrye jazvy i jerozii zheludochno-kishechnogo trakta, inducirovannye nesteroidnymi protivovospalitel'nymi preparatami: jetiologija, patogenez, lechebnaja taktika* [Acute ulcer and erosion of the gastrointestinal tract induced by non-steroidal anti-inflammatory drugs: etiology, pathogenesis, treatment tactics]. *Vestnik Rossijskoj Voенно-Medicinskoj Akademii*, 1, 198–204 (in Russian)  
[Ефимов, А. Л., Сигуа, Б. В., & Филаретова, Л. П. (2017). Острые язвы и эрозии желудочно-кишечного тракта, индуцированные нестероидными противовоспалительными препаратами: этиология, патогенез, лечебная тактика. *Вестник Российской Военно-Медицинской Академии*, 1, 198–204].
6. Freund, J. (1947). Some Aspects of Active Immunization. *Annual Review of Microbiology*, 1(1), 291–308. doi: [10.1146/annurev.mi.01.100147.001451](https://doi.org/10.1146/annurev.mi.01.100147.001451)
7. Golofeevskij, V. Ju., & Shherbak, S. G. (1987). Sochetannaja okraska gistologicheskikh srezov osnovnym korichnevym i prochnym zelenym [The combined color of the histological sections of the main brown and durable green]. *Arhiv anatomii, gistologii i jembriologii*, 4, 101 (in Russian)  
[Голофеевский, В. Ю., & Щербак, С. Г. (1987). Сочетанная окраска гистологических срезов

- основным коричневым и прочным зеленым. *Архив анатомии, гистологии и эмбриологии*, 4, 101].
8. Golovanova, E. V. (2017). Zashhita slizistoj obolochki ZhKT ot povrezhdajushhego dejstvija nesteroidnyh protivovospalitel'nyh preparatov [Protection of gastrointestinal mucosa from the damaging effect of nonsteroidal anti-inflammatory drugs]. *Klinicheskaja gerontologija*, 1-2, 47–51 (in Russian)  
[Голованова, Е. В. (2017). Защита слизистой оболочки ЖКТ от повреждающего действия нестероидных противовоспалительных препаратов. *Клиническая геронтология*, 1-2, 47–51].
  9. Habriev, R. U. (Ed.). (2005). *Rukovodstvo po jeksperimental'nomu (doklinicheskomu) izucheniju novyh farmakologicheskikh veshhestv* [Manual on experimental (preclinical) study of new pharmacological substances] (2nd ed.). Moscow: Medicina (in Russian)  
[Хабриев, Р. У. (Ред.). (2005). *Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ* (2-е изд.). Москва: Медицина].
  10. Hladkykh, F. V., & Stepaniuk, N. H. (2016). Doslidzhennia shlunkovoi sekretsii u shchuriv z adjuvantnym artrytom na tli zastosuvannia ibuprofenu ta yoho kombinatsii z vinboronom [The study of the gastric secretion in rats with adjuvant arthritis against the application of ibuprofen and its combination with vinboron]. *Pharmacology and drug toxicology*, 3, 34–40 (in Ukrainian)  
[Гладких, Ф. В., & Степанюк, Н. Г. (2016). Дослідження шлункової секреції у щурів з ад'ювантним артритом на тлі застосування ібупрофену та його комбінації з вінбороном. *Фармакологія та лікарська токсикологія*, 3, 34–40].
  11. Hladkykh, F. V., & Stepaniuk, N. H. (2016). Vinboron: pershyi ukrainskyi hastroprotektor – ahonist vaniloidnykh retseptoriv (TRPV1) [Vinboron: first Ukrainian gastroprotector – agonist vanilloid receptor (TRPV1)]. *Pharmacology and drug toxicology*, 4-5, 20–29 (in Ukrainian)  
[Гладких, Ф. В., & Степанюк, Н. Г. (2016). Вінборон: перший український гастропротектор – агоніст ванілоїдних рецепторів (TRPV1). *Фармакологія та лікарська токсикологія*, 4-5, 20–29].
  12. Hladkykh, F. V., & Stepanjuk, N. G. (2014). Suchasni pidkhody do poslablennia ultserohennosti nesteroidnykh protyzapalnykh zasobiv: dosiahnennia, nevyrisheni pytannia ta shliakhy optymizatsii [New approaches to reduce ulcerogenity of nonsteroidal anti-inflammatory drugs: achievements, unsolved issues and ways to optimize]. *Zaporozhskij medicinskij zhurnal*, 2, 82–86 (in Ukrainian)  
[Гладких Ф. В., & Степанюк, Н. Г. (2014). Сучасні підходи до послаблення ульцерогенності нестероїдних протизапальних засобів: досягнення, невирішені питання та шляхи оптимізації. *Запорозький медичний журнал*, 2, 82–86].
  13. Hladkykh, F. V., & Stepanjuk, N. G. (2015). Harakteristika terapevtichnogo efektu ibuprofenu ta jogo kombinacii z vinboronom za gematologichnimi pokaznikami na modeli ad'juvantnogo artritu u shchuriv [Description of the therapeutic effect of ibuprofen and its combinations with vinboron according to hematological parameters of adjuvant arthritis in rats]. *L'vivs'kij medichnij chasopis*, 4, 64–70 (in Russian)  
[Гладких Ф. В., & Степанюк, Н. Г. (2015). Характеристика терапевтичного ефекту ібупрофену та його комбінації з вінбороном за гематологічними показниками на моделі ад'ювантного артриту у щурів. *Львівський медичний часопис*, 4, 64–70].
  14. Hladkykh, F. V., Stepaniuk, N. H., & Vernihorodskiy, S. V. (2016). Izuchenie sostojanija kletchnogo gomeostaza slizistoj obolochki zheludka krysa na modeli revmatoidnogo artrita, lechennogo ibuprofenom i ego kombinaciej s vinboronom [The study of cell homeostasis state of the gastric mucosa of rats on model of rheumatoid arthritis, treatment with ibuprofen and its combination with vinboron]. *Pharmacy & Pharmacology*, 4(3), 68–83. doi: 10.19163/2307-9266-2016-4-3-68-83 (in Russian)  
[Гладких, Ф. В., Степанюк, Н. Г., & Вернигородский, С. В. (2016). Изучение состояния клеточного гомеостаза слизистой оболочки желудка крысы на модели ревматоидного

артрита, леченого ибупрофеном и его комбинацией с винбороном. *Фармация и фармакология*, 4(3), 68–83. doi: 10.19163/2307-9266-2016-4-3-68-83].

15. Hladkykh, F. V., Stepaniuk, N. H., Student, V. O., Pohrebennyk, Ya. Ya., & Yurkevych, B. Ye. (2017). [Otsinka efektyvnosti likuvannia eksperymentalnoho revmatoidnoho artrytu ibuprofenom ta yoho kombinatsiieiu z vinboronom za danymy konusno-promenevoi kompiuternoï tomohrafiï ta tsyfrovoy renthenohrafiï zadnikh kintsivok shchuriv](#) [Evaluation of the efficacy of treatment of experimental rheumatoid arthritis with ibuprofen and its combination with vinboron according to Cone-beam computed tomography and digital radiography of the hind limbs of rats]. *Pharmacology and drug toxicology*, 1, 12–24 (in Ukrainian)  
[Гладких, Ф. В., Степанюк, Н. Г., Студент, В. О., Погребенник, Я. Я., & Юркевич, Б. Є. (2017). Оцінка ефективності лікування експериментального ревматоїдного артриту ібупрофеном та його комбінацією з вінбороном за даними конусно-променевої комп'ютерної томографії та цифрової рентгенографії задніх кінцівок щурів. *Фармакологія та лікарська токсикологія*, 1, 12–24].
16. Kadamov, I. M. (2016). [Tsilespryamovanyi syntez rehovyn protyvyrazkovoï diï v riadu 5-zamishchenykh pokhidnykh 3-merkaptо-4-aryl\(benzyl-, alil-\) -1,2,4- triazolu \(4H\)](#) [The purposeful synthesis of antiulcer substances in the series of 3-mercapto-4-aryl (benzyl-, allyl-) -1,2,4-triazole (4H) derivatives] (Doctoral dissertation). Lviv: LNMU imeni Danyla Halytskoho (in Ukrainian)  
[Кадамов, І. М. (2016). Цілеспрямований синтез речовин противиразкової дії в ряду 5-заміщених похідних 3-меркапто-4-арил(бензил-, аліл-) -1,2,4-тріазолу (4H) (Кандидатська дисертація). Львів: ЛНМУ імені Данила Галицького].
17. Karateev, A. E. (2014). [Kolichestvennaja i kachestvennaja ocenka riska oslozhnenij pri ispol'zovanii nesteroidnyh protivovospalitel'nyh preparatov kak osnova formirovanija rekomendacij po ih kontrolju i profilaktike](#) [Quantification and qualification of complication risks at use of non-steroid anti-inflammatory drugs as a basis for recommendations on their use and prophylaxis]. *Sovremennaja revmatologija*, 1, 64–72 (in Russian)  
[Каратеев, А. Е. (2014). Количественная и качественная оценка риска осложнений при использовании нестероидных противовоспалительных препаратов как основа формирования рекомендаций по их контролю и профилактике. *Современная ревматология*, 1, 64–72].
18. Karateev, A. E., Nasonov, E. L., Yakhno, N. N., Ivashkin, V. T., Chichasova, N. V., Alekseeva, L. I., ... Abuzarova, G. R. (2015). Clinical guidelines "Rational use of nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) in clinical practice". *Modern Rheumatology Journal*, 1, 4–23. doi: 10.14412/1996-7012-2015-1-4-23
19. Kozhemiakin, Yu. M., Khromov, O. S., & Filonenko, M. A. (2002). [Naukovo-metodychni rekomendatsii z utrymannia laboratornykh tvaryn ta roboty z nymy](#) [Scientific and methodological recommendations for the maintenance of laboratory animals and work with them]. Kyiv: Avitsena (in Ukrainian)  
[Кожемякін, Ю. М., Хромов, О. С., & Філоненко, М. А. (2002). Науково-методичні рекомендації з утримання лабораторних тварин та роботи з ними. Київ: Авіцена].
20. Maev, I. V., Andreev, D. N., & Dicheva, D. T. (2016). [Gastropatii, inducirovannye nesteroidnymi protivovospalitel'nymi preparatami: patogeneticheski obosnovannye podhody k profilaktike i terapii](#) [Gastropathies, induced by nonsteroidal anti-inflammatory drugs: clinical significance, treatment, prevention]. *Farmateka*, 2, 49–54 (in Russian)  
[Маев, И. В., Андреев, Д. Н., & Дичева, Д. Т. (2016). Гастропатии, индуцированные нестероидными противовоспалительными препаратами: патогенетически обоснованные подходы к профилактике и терапии. *Фарматека*, 2, 49–54].
21. Makarova, M. N., Rybakova, A. V., Gushhin, Ja. A., Shed'ko, V. V., Muzhikjan, A. A., & Makarov, V. G. (2016). [Anatomo-fiziologicheskaja harakteristika pishhevaritel'nogo trakta u cheloveka i laboratornykh zhivotnyh](#) [Anatomical and physiological characteristics of digestive tract in

- humans and laboratory animals]. *Mezhdunarodnyj vestnik veterinarii*, 1, 82–104 (in Russian) [Макарова, М. Н., Рыбакова, А. В., Гущин, Я. А., Шедько, В. В., Мужикян, А. А., & Макаров, В. Г. (2016). Анатомо-физиологическая характеристика пищеварительного тракта у человека и лабораторных животных. *Международный вестник ветеринарии*, 1, 82–104].
22. Massó González, E. L., Patrignani, P., Tacconelli, S., & Rodríguez, L. A. G. (2010). Variability among nonsteroidal antiinflammatory drugs in risk of upper gastrointestinal bleeding. *Arthritis & Rheumatism*, 62(6), 1592–1601. doi: [10.1002/art.27412](https://doi.org/10.1002/art.27412)
23. Mokhort, M. A., Seredynska, N. M., Kyrychok, L. M., Prytula, T. P., Myslyvets, S. O., Pavliuk, H. V., & Herashchenko, I. V. (2012). Dynamika intehralnykh pokaznykiv zhyttiediiialnosti bilykh shchuriv z eksperymentalnym revmatoidnym artrytom za umov mono- ta kompleksnoho zastosuvannia nesteroidnykh protyzapalnykh likarskykh zasobiv i antahonista kaltsiiu. *Pharmacology and drug toxicology*, 4, 32–39 (in Ukrainian) [Мохорт, М. А., Серединська, Н. М., Киричок, Л. М., Притула, Т. П., Мисливець, С. О., Павлюк, Г. В., & Геращенко, І. В. (2012). Динаміка інтегральних показників життєдіяльності білих щурів з експериментальним ревматоїдним артритом за умов моно- та комплексного застосування нестероїдних протизапальних лікарських засобів і антагоніста кальцію. *Фармакологія та лікарська токсикологія*, 4, 32–39].
24. Nasonov, E. L., & Nasonova, V. A. (Eds.). (2008). *Revmatologija. Nacional'noe rukovodstvo* [Rheumatology. National Guide]. Moscow: GJeOTAR-Media (in Russian) [Насонов, Е. Л., & Насонова, В. А. (Ред.). (2008). *Ревматология. Национальное руководство*. Москва: ГЭОТАР-Медиа].
25. Newbould, B. B. (1963). Chemotherapy of arthritis induced in rats by mycobacterial adjuvant. *British Journal of Pharmacology and Chemotherapy*, 21(1), 127–136. doi: [10.1111/j.1476-5381.1963.tb01508.x](https://doi.org/10.1111/j.1476-5381.1963.tb01508.x)
26. Panchyshyn, Yu. M., & Osiik, I. M. (2014). **Nesteroidni protyzapalni preparaty: vidomi ta novi problemy** [Nonsteroidal anti-inflammatory drugs: known and new problems]. *Racional'naja farmakoterapija*, 4(33), 14–18 (in Ukrainian) [Панчишин, Ю. М., & Осіік, І. М. (2014). Нестероїдні протизапальні препарати: відомі та нові проблеми. *Рациональная фармакотерапия*, 4(33), 14–18].
27. Rainsford, K. D. (2012). *Ibuprofen: Pharmacology, Therapeutics and Side Effects*. Heidelberg: Springer Basel. doi: [10.1007/978-3-0348-0496-7](https://doi.org/10.1007/978-3-0348-0496-7)
28. Rieznykov, O. H. (2003). Zahalni etychni pryntsyipy eksperymentiv na tvarynakh [General ethical principles of experiments on animals]. *Endokrynolohiia*, 8(1), 142–145 (in Ukrainian) [Резников, О. Г. (2003). Загальні етичні принципи експериментів на тваринах. *Ендокринологія*, 8(1), 142–145].
29. Rybolovlev, Ju. R., & Rybolovlev, R. S. (1979). Dozirovanie veshhestv dlja mlekopitajushhih po konstantam biologicheskoy aktivnosti [Dosage of substances for mammals according to biological activity constants]. *Doklady AS USSR*, 247(6), 1513–1516 (in Russian) [Рыболовлев, Ю. Р., & Рыболовлев, Р. С. (1979). Дозирование веществ для млекопитающих по константам биологической активности. *Доклады АН СССР*, 247(6), 1513–1516].
30. Sapozhnikov, A. G., & Dorosevich, A. E. (2000). *Gistologicheskaja i mikroskopicheskaja tehnik: Rukovodstvo* [Histological and microscopic technique: Manual]. Smolensk: SAU (in Russian) [Сапожников, А. Г., & Доросевич, А. Е. (2000). *Гистологическая и микроскопическая техника: Руководство*. Смоленск: САУ].
31. Snekhalatha, U., Anburajan, M., Venkatraman, B., & Menaka, M. (2012). Evaluation of complete Freund's adjuvant-induced arthritis in a Wistar rat model. *Zeitschrift Für Rheumatologie*, 72(4), 375–382. doi: [10.1007/s00393-012-1083-8](https://doi.org/10.1007/s00393-012-1083-8)
32. Stefanov, O. V. (Ed.). (2001). *Doklinichni doslidzhennia likarskykh zasobiv* [Preclinical studies of drugs]. Kyiv: Avitsena (in Ukrainian) [Стефанов, О. В. (Ред.). (2001). *Доклінічні дослідження лікарських засобів*. Київ: Авіцена].

33. Stepaniuk, N. H. (2002). *Efektivnist vinboronu pry erazyvno-vyrazkovykh ushkodzhenniakh gastroduodenalnoi zony* [Effectiveness of vinoboron with erosive-ulcerative damage of the gastroduodenal zone] (Doctoral dissertation). Kyiv: VDMU im. M.I. Pyrohova (in Ukrainian)  
[Степанюк, Н. Г. (2002). *Ефективність вінборону при еразивно-виразкових ушкодженнях гастродуоденальної зони* (Кандидатська дисертація). Київ: ВДМУ ім. М.І. Пирогова].
34. Uspenskij, Ju. P., Baryshnikova, N. V., Orlov, O. Ju., & Aleksandrova, Ju. A. (2014). NPVP-associirovannaja patologija zheludochno-kishechnogo trakta: vybor preparata, taktika vedenija pacientov [NSAID-associated pathology of the gastrointestinal tract: drug selection, patient management tactics]. *Spravochnik poliklinicheskogo vracha*, 8, 42–47 (in Russian)  
[Успенский, Ю. П., Барышникова, Н. В., Орлов, О. Ю., & Александрова, Ю. А. (2014). НПВП-ассоциированная патология желудочно-кишечного тракта: выбор препарата, тактика ведения пациентов. *Справочник поликлинического врача*, 8, 42–47].



