

Волинський національний університет
імені Лесі Українки

ПРОБЛЕМИ ХІМІЇ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Випуск 4



Видавничий дім
«Гельветика»
2024

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Гулай Любомир Дмитрович – доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри неорганічної та фізичної хімії Волинського національного університету імені Лесі Українки (головний редактор);

Анічкіна Олена Василівна – кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка;

Бедункова Ольга Олександрівна – доктор біологічних наук (03.00.16 – Екологія), доцент, професор кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства Національного університету водного господарства та природокористування;

Боярин Марія Володимирівна – кандидат географічних наук, доцент, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища Волинського національного університету імені Лесі Українки;

Демянчук Михайло Ростиславович – доктор педагогічних наук, професор кафедри медико-профілактичних дисциплін та лабораторної діагностики Комунального закладу вищої освіти «Рівненська медична академія» Рівненської обласної ради;

Казакова Наталія Вікторівна – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри педагогіки Хмельницької гуманітарно-педагогічної академії;

Калаур Світлана Миколаївна – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри соціальної роботи та менеджменту соціокультурної діяльності, керівник Центру післядипломної освіти Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка;

Караїм Ольга Анатоліївна – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища Волинського національного університету імені Лесі Українки;

Клименко Олександр Миколайович – доктор сільськогосподарських наук (03.00.16 – Екологія), професор, професор кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства Національного університету водного господарства та природокористування;

Когут Юрій Миколайович – кандидат хімічних наук, старший викладач кафедри неорганічної та фізичної хімії Волинського національного університету імені Лесі Українки;

Лукашук Микола Миколайович – кандидат педагогічних наук, викладач з предметів хімія і біологія Комунального закладу вищої освіти «Рівненська медична академія» Рівненської обласної ради;

Марушко Лариса Петрівна – доктор педагогічних наук, доцент, декан факультету хімії та екології Волинського національного університету імені Лесі Українки;

Марчук Олег Васильович – кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри неорганічної та фізичної хімії Волинського національного університету імені Лесі Українки;

Піскач Людмила Василівна – кандидат хімічних наук, професор, професор кафедри неорганічної та фізичної хімії Волинського національного університету імені Лесі Українки;

Романишина Оксана Ярославівна – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри інформатики та методики навчання Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка;

Романюк Ярослав Євгенійович – PhD, керівник наукової групи Швейцарської федеральної лабораторії матеріалознавства і технологій (EMPA) (Швейцарія);

Савицька Вікторія Василівна – кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри освітології і педагогіки Західноукраїнського національного університету

Салісва Леся Миколаївна – кандидат хімічних наук, доцент кафедри органічної та фармацевтичної хімії Волинського національного університету імені Лесі Українки;

Сливка Наталія Юрївна – доктор хімічних наук, доцент, завідувач кафедри органічної та фармацевтичної хімії Волинського національного університету імені Лесі Українки;

Смітюх Олександр Вікторович – кандидат хімічних наук, старший викладач кафедри неорганічної та фізичної хімії Волинського національного університету імені Лесі Українки;

Сонько Сергій Петрович – доктор географічних наук (08.00.06 – Економіка природо-користування та охорони навколишнього середовища), професор, завідувач кафедри екології та безпеки життєдіяльності Уманського національного університету садівництва.

Стучинська Наталія Василівна – доктор педагогічних наук, кандидат фізико-математичних наук, професор, професор кафедри медичної і біологічної фізики та інформатики Національного медичного університету ім. О.О. Богомольця.

Тюріна Валентина Олександрівна – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри соціології та психології Харківського національного університету внутрішніх справ.

Журнал ухвалено до друку Вченою радою
Волинського національного університету імені Лесі Українки
20 грудня 2024 р., протокол № 17

Науковий журнал «Проблеми хімії та сталого розвитку» зареєстровано Національною радою України з питань телебачення і радіомовлення (Рішення №1834 від 21.12.2023 року. Ідентифікатор медіа: R30-02341)

«Проблеми хімії та сталого розвитку» включено до Переліку наукових фахових видань України категорії Б у галузі знань природничі науки (спеціальності 101 Екологія та 102 Хімія), педагогічні науки (011 Освітні, педагогічні науки та 015 Професійна освіта (за спеціалізаціями) відповідно до Наказу МОН України № 735 від 29 червня 2021 року (додаток 4), Наказу МОН України № 1166 від 23 грудня 2022 року (додаток 3)

Офіційний сайт видання: www.journals.vnu.volyn.ua/index.php/chemistry

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

ISSN 2786-4669 (Print)
ISSN 2786-4677 (Online)

© Волинський національний університет імені Лесі Українки, 2024

ХІМІЯ

УДК 541.64

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-1>

Галина МАРТИНЮК

доктор хімічних наук, доцент, професор кафедри природничих наук, Рівненський державний гуманітарний університет, вул. Пластова, 31-в, м. Рівне, Україна, 33000

ORCID: 0000-0001-6842-5601

Бібліографічний опис статті: Мартинюк, Г. (2024). Закономірності транспорту заряду у спряжених поліаміноаренах. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 4, 3–8, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-1>

ЗАКОНОМІРНОСТІ ТРАНСПОРТУ ЗАРЯДУ У СПРЯЖЕНИХ ПОЛІАМІНОАРЕНАХ (ЗА МАТЕРІАЛАМИ ДОКТОРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ)

Питання перенесення заряду в тонких шарах органічних напівпровідників на основі спряжених поліаміноаренів (поліаніліну та його похідних), обумовлене наявністю вільних носіїв заряду в їх структурі зумовлює широке застосування цих матеріалів в галузях «високих технологій», а саме високоефективні пристрої нового покоління: систем запису і збереження інформації, гнучкі сенсори, біосенсори, суперконденсатори, антистатичні та антирадарні покриття, сонячні елементи та органічні дисплеї, системи моніторингу стану довкілля, аналізу продуктів харчування, альтернативні джерела енергії.

Спряжені поліаміноарени, зокрема поліанілін та його похідні, мають власну електронну провідність, виступають електропровідними наповнювачами в композитах з полімерними матрицями різної будови.

В роботі вивчено електричні властивості спряжених поліаміноаренів на основі поліаніліну (ПАН), поліортолоїдину (ПоТІ), поліанізидину (ПоА). Досліджено вплив структури аміноаренів, природи легуючих агентів (сильних мінеральних кислот), ступеня легування на параметри провідності, а також закономірності транспорту заряду для спряжених поліаміноаренів, а саме: ПАН, ПоТІ, ПоА. На основі лінійної залежності питомої провідності досліджуваних зразків в інтервалі температур 293–403 К було розраховано енергію активації транспорту заряду залежно від природи поліаміноарену, які становили $\epsilon_{\sigma} = 0,066 \pm 0,012$ eV; $\epsilon_{\sigma} = 0,267 \pm 0,015$ eV; та $\epsilon_{\sigma} = 0,32 \pm 0,01$ eV для ПАН, ПоТІ, ПоА відповідно.

За допомогою ЕПР-спектроскопії при температурі 273К було вивчено електронні властивості досліджуваних поліаміноаренів. Встановлено вплив природи замісників на основні параметри ЕПР-спектрів (значення g-фактора, ширина лінії, ступінь асиметрії сигналу, густину спінів), що підтверджує думку про локалізацію спінів з перерозподілом заряду для заміщених поліаміноаренів.

Ключові слова: спряжені поліаміноарени, електропровідність, легуючий агент, закономірності транспорту заряду, ЕПР-спектроскопія, параметри провідності.

Galyna MARTYNIUK

Doctor of Chemical Sciences, Associate Professor, Professor at the Department of Natural Sciences, Rivne State Humanities University, Plastova str., 31, Rivne, Ukraine, 33000

ORCID: 0000-0001-6842-5601

To site this article: Martyniuk, G. (2024). Zakonomirnosti transportu zariadu u spriazhenykh poliaminoarenakh [Patterns of charge transfer in conjugated polyaminoarenes]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 4, 3–8, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-1>

PATTERNS OF CHARGE TRANSPORT IN CONJUGATED POLYAMINOARENES (ACCORDING TO THE MATERIALS OF THE DOCTORAL DISSERTATION)

The issue of charge transfer in thin layers of organic semiconductors based on conjugated polyaminoarenes (polyaniline and its derivatives), due to the presence of free charge carriers in their structure, determines wide application of these materials in the “high technology” fields, namely highly efficient electronic devices of the new generation: systems of

recording and saving information flexible sensors, biosensors, supercapacitors, antistatic and antiradar coatings, solar cells, organic displays, environmental monitoring systems, food analysis, alternative energy sources.

Conjugated polyaminoarenes, in particular polyaniline and its derivatives, have their own electronic conductivity and act as electrically conductive fillers in composites with polymer matrices of various structures. The electrical properties of conjugated polyaminoarenes based on polyaniline (PAN), poly-ortho-toluidine (PoTI), and polyanisidine (PoA) were studied. The influence of the structure of aminoarenes, the nature of doping agents (strong mineral acids), the degree of doping on the conductivity parameters, as well as the patterns of charge transport for conjugated polyaminoarenes, namely: PAN, PoTI, PoA, was studied. Based on the linear dependence of the specific conductivity of the studied samples in the temperature range of 293–403 K, the activation energy of charge transport in a given temperature range was calculated, depending on the nature of the polyaminoarene, which was $\varepsilon_g = 0.0660 \pm 0.012$ eV, $\varepsilon_g = 0.267 \pm 0.015$ eV, $\varepsilon_g = 0.32 \pm 0.01$ eV for PAN, PoTI, PoA, respectively.

Using EPR spectroscopy at a temperature of 273 K, the effect of the nature of the substituents on the main parameters of the EPR spectra (g-factor value, line width, degree of signal asymmetry, spin density) was determined, which confirms the opinion of spin localization with charge redistribution for substituted polyaminoarenes.

Key words: conjugated polyaminoarenes, electrical conductivity, alloying agent, patterns of charge transport, EPR spectroscopy, conductivity parameters.

Актуальність дослідження. Необхідною умовою функціонування полімерних композитів на основі спряжених поліаміноаренів (ПАН, ПоА, ПоТІ), сформованих у полімерних матрицях різного типу, є їхня здатність до перенесення заряду (або електропровідність). Вивчення закономірностей транспорту (перенесення) заряду в таких композитах викликає підвищений інтерес завдяки можливості їх практичного застосування для виготовлення антистатичних екранів, гнучких сенсорів, органічних дисплеїв, захисних (антикорозійних) покриттів, в мембранних технологіях та ін. (Martyniuk, 2020), (Aksimentyeva, 2005), (Kenry, 2018).

Виклад основного матеріалу дослідження. Здатність до перенесення заряду, обумовлена наявністю вільних носіїв в структурі спряжених полімерів, зумовлює їх надзвичайно цікаві та різноманітні фізико-хімічні властивості (Аксіментьєва, 1998), (Aksimentyeva, 2004). Варто зазначити, що більшість властивостей проявляються за умови формування плівкового полімеру або тонкого шару на струмопровідній поверхні. Імобілізація активних центрів у таких окисно-відновних плівках накладає певні особливості на механізм провідності. Джерелом таких носіїв є спряжена π -електронна система полімерного ланцюга, в процесі легування якої утворюються характерні для спряжених полімерів носії заряду – полярони (заряджені йон-радикали), які при великих концентраціях можуть об'єднуватись у біполярони (заряджені безспінові частинки), що зумовлюють високу провідність спряжених полімерів (Аксіментьєва, 1998), (Аксіментьєва, 2002).

Встановлено (Аксіментьєва, 1998), (Компан, 2012), що виникнення нових носіїв заряду

в спряжених поліаміноаренах відбувається в результаті хімічного легування, яке супроводжується процесами окиснення-відновлення вихідних полімерів (Matsuguchi, 2003), (Heinze, 2010).

Серед електропровідних полімерів велику зацікавленість викликає поліанілін, легований сульфатною кислотою, який характеризується найвищою питомою провідністю і термічною стабільністю (табл. 1). (Beygisangchin, 2021), (Аксіментьєва, 1998).

Встановлено, що у випадку сульфатно-легованого ПАН, коли легування спричиняє упорядкування структури (Аксіментьєва, 1998), має місце утруднення внутрішнього обертання. Наслідком цього є підвищення рухливості носіїв заряду вздовж полімерного ланцюга, яке спричиняє зростання електронної провідності ПАН при малих значеннях енергії активації. Очевидно, у випадку легованого ПАН підвищення температури (вищих $T > 413$ K) призводить до делокалізації носіїв заряду внаслідок «розгортання» скрученої в спіраль макромолекули ПАН (Kumar, 2016), що спричиняє ріст електропровідності в усьому діапазоні температур, аж до початку термічної деструкції полімеру (Аксіментьєва, 2004).

Як зазначено, (Мартинюк, 2008) для опису температурної залежності питомого опору поліаміноаренів (ρ) в області $T > 293$ K було використано відоме експоненціальне рівняння

$$\rho = \rho_0 \exp(\varepsilon/2kT),$$

де ε – енергія активації транспорту заряду, ρ_0 – стала.

Температурна залежність питомого опору полімерів, легованих різними допантами, показана на рис. 1, а, параметри провідності наведені у таблиці 2.

Таблиця 1

Рівень легування і електропровідність поліаніліну

Зразок	Рівень легування		ρ , Ом · см $T = 293$ К	σ , Ом ⁻¹ · см ⁻¹ $T = 293$ К
	Мас. %	Моль. %		
ПАН, нелегов.	0	0	$6,48 \cdot 10^8$	$1,54 \cdot 10^{-9}$
ПАН, лег. H ₂ SO ₄	18	51	$3,33 \cdot 10^4$	$3,0 \cdot 10^{-5}$
ПАН, лег. HCl	23	49	$1,88 \cdot 10^2$	$5,4 \cdot 10^{-3}$
ПАН, лег. HClO ₄	18	50	$4,35 \cdot 10^4$	$2,29 \cdot 10^{-5}$

* Похибка 1 %

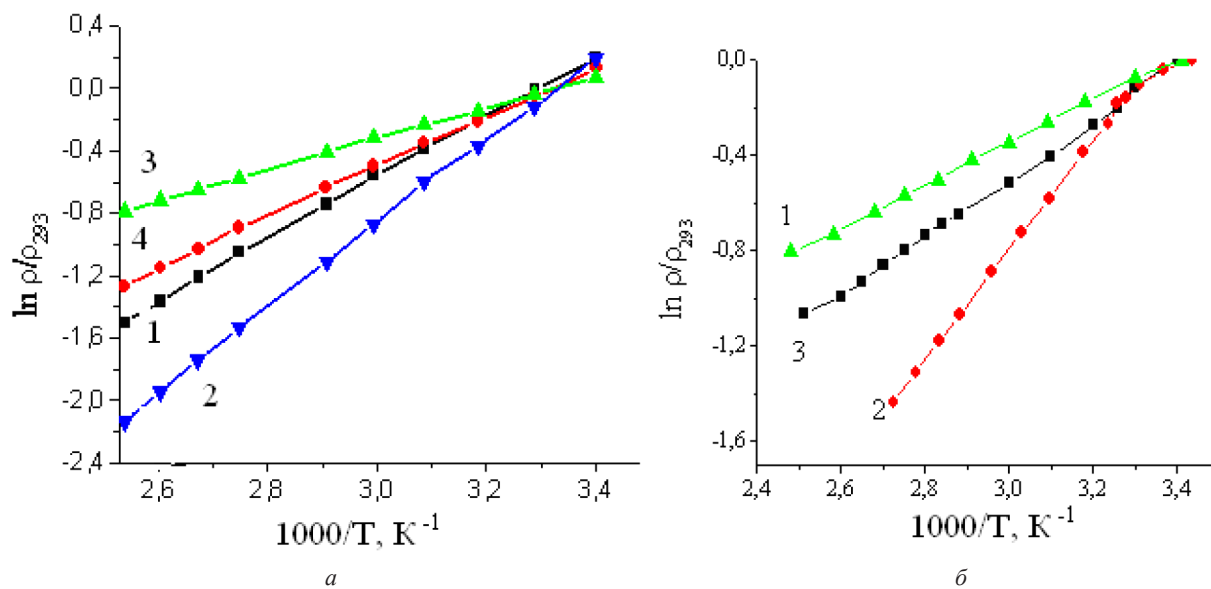


Рис. 1. а) температурна залежність питомого опору ПоТІ, легованого:

1 – толуенсульфоокислота (ТСК); 2 – FeCl₃; 3 – H₂SO₄, 4 – сульфатно-легований ПАН; б) сульфатно-легованих 1 – ПАН; 2 – ПоА; 3 – ПоТІ

Таблиця 2

Параметри провідності спряжених ПА, легованих кислотними допантами

Поліаміноарен	Допант	ρ_{293} , Ом · м	ρ_0 , Ом · м	ϵ_σ , еВ
ПоТІ	H ₂ SO ₄	418,3	0,0058	0,267
ПоТІ	ТСК	13,3	0,0036	0,296
ПоТІ	ТСК-FeCl ₃	166,0	0,0437	0,438
ПоА	ТСК	1895,7	0,0021	0,319
ПАН	H ₂ SO ₄	1,960	0,2830	0,066

* Похибка 1 %

Лінійний характер температурної залежності питомого опору, представленої в координатах $\lg \rho/\rho_{293} - 1/T$ в інтервалі температур 293–373 К для ПоТІ та 293–403К для ПАН, свідчить про термоактиваційну природу провідності та дає змогу розрахувати значення енергії активації транспорту заряду, які становили для ПАН, ПоТІ, ПоА: $\epsilon_\sigma = 0,066 \pm 0,012$ еВ; $\epsilon_\sigma = 0,267 \pm 0,015$ еВ; та $\epsilon_\sigma = 0,32 \pm 0,01$ еВ відповідно.

Суттєвий вплив на питому електропровідність (табл. 1) та активаційні параметри

перенесення заряду має як тип легуючого агента, так і структура поліаміноарену. Параметри провідності поліаміноаренів, легованих кислотними допантами подані в таблиці 2.

На основі отриманих результатів було встановлено, що в ряду ПАН – ПоТІ – ПоА температурна залежність питомого об'ємного опору є лінійною. В інтервалі температур 303–393 К, спостерігається зменшення лінійної ділянки залежності $\ln(\rho/\rho_{293}) - 1/T$ (рис. 1, б).

З'ясовано (Аксіментьєва, 2004), що зменшення питомого опору полімерів (ПоТІ, ПоА) внаслідок легування поблизу порогу перколяції супроводжується відповідним зростанням енергії активації та перенесенням заряду порівняно з ПАН (табл. 2). Це можна пояснити тим, що в структурі елементарної ланки ПоТІ та ПоА присутні метильні або метоксильні замісники, які спричиняють деяке зменшення швидкості електронного переносу, і, відповідно, посилення просторового відштовхування між функціональними групами поліаміноаренів порівняно з незаміщеним ПАН. Посилення відштовхування макроланцюгів спричиняє зменшення провідності внаслідок локалізації заряду (Erstein, 2007).

Розрахований з активаційного рівняння $\rho = \rho_0 \exp(\varepsilon/2kT)$ передекспоненціальний множник (ρ_0), пов'язаний з довжиною вільного пробігу електрона навпаки, зростає (Мартинюк, 2010).

Отримані поліаміноарени дають стійкий в часі ЕПР-сигнал (рис. 2). Встановлено, що форма сигналу досить проста. Це одиничний синглет, без надтонкої структури, характерний для більшості електропровідних полімерів (Мартинюк, 2008), (Aksimentyeva, 2010).

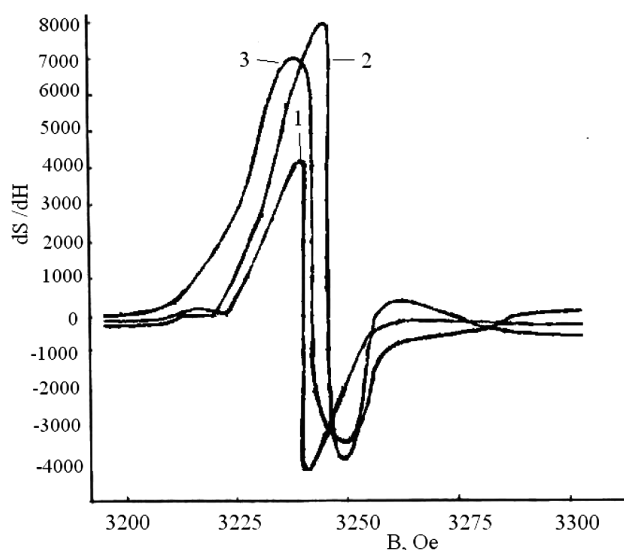


Рис. 2. ЕПР спектри зразків ПАН (1), ПоТІ (2) та ПоА (3) за 293 К. Підсилення 0,25 (2) і 0,5 (3) (Аксіментьєва, 1998)

В таблиці 3. наведено основні параметри ЕПР - спектрів спряжених поліаміноаренів при 293К. На основі даних таблиці 3 встановлено, що наявність замісників у молекулах поліаміноаренів зумовлює зменшення концентрації парамагнітних центрів (густини спінів), в також

впливає на значення g-фактора. Найвужчий сигнал проявляється для незаміщеного поліаміноарену – поліаніліну, що майже симетричний при невисоких температурах. Асиметрія сигналу ($I_{\text{н}}/I_{\text{п}}$) наближається до одиниці для ПАН. Для заміщених поліаміноаренів (ПоА, ПоТІ) така симетрія порушена; ступінь асиметрії сигналу становить майже 2, що пояснюється порушенням упорядкування структури порівняно з незаміщеним ПАН (Мартинюк, 2008), (Аксіментьєва, 2000). Збільшення значення ширини сигналу для ПАН (4,02 Гс) порівняно з ПоТІ (8,6 Гс) і ПоА (14,4 Гс) підтверджує думку про локалізація спінів з перерозподілом заряду, що добре узгоджується зі значеннями розрахованої густини (концентрації) спінів (табл. 3.).

Таблиця 3

Параметри ЕПР-спектрів спряжених поліаміноаренів при T = 293 К

Полімер	g-фактор	Ширина сигналу, Гс	Ступінь асиметрії, $I_{\text{н}}/I_{\text{п}}$	Концентрація парамагнітних центрів, N_s , 1/г
ПАН	2,0036	4,02	1,1	$4,5 \cdot 10^{19}$
ПоТІ	2,0005	8,6	2,0	$5,9 \cdot 10^{17}$
ПоА	2,0048	14,4	1,9	$3,9 \cdot 10^{18}$

* Похибка 1 %

Проте у всіх випадках спостерігається чіткий ЕПР сигнал, який свідчить про існування неспареного спіну у легуваних зразках.

Як видно із поданої схеми, в результаті кислотного легування спряжених поліаміноаренів, атом Гідрогену, перетворюючись в протон, створює позитивний заряд, який делокалізується по ароматичній системі. В результаті відбувається релаксація структури, утворюються хінон-бензохіноїдні фрагменти та, ймовірно, відбувається локалізація спінів з перерозподілом заряду. В результаті перехід ізолятор–метал відбувається без зміни числа електронів (Diarmid, 2001).

Висновки. Зважаючи на високі показники фізико-хімічних властивостей поліаміноаренів, а також їх високу термічну стабільність, зокрема, ПАН, легуваного H_2SO_4 , формування полімер-полімерних композитів здійснювалось саме з використанням цих матеріалів (Мартинюк, 2024).

ЛІТЕРАТУРА:

1. Martyniuk G. V., Aksimentyeva O. I. Features of charge transport in polymer composites polymethylmethacrylate – polyaniline. *Physics and Chemistry of Solid State*. 2020, 21(2). P. 319–324. DOI: 10.15330/pcss.21.2.319-324.
2. Aksimentyeva O., Konopelnik O., Cherpak V., Stakhira P., Fechan A., Hlushyk I. Conjugated polyaminoarenes as an electrochromic layer for non-emissive displays. *Ukr. J. Phys. Opt.* 2005, 6(1). P. 27–32.
3. Kenry, Liu B. Recent advances in biodegradable conducting polymers and their biomedical applications. *Biomacromolecules*. 2018, 19(6). P. 1783–1803. doi: 10.1021/acs.biomac.8b00275.
4. Аксіментьєва О.І. Електрохімічні методи синтезу та провідність спряжених полімерів. Л. : Світ. 1998. 153 с.
5. Aksimentyeva O. I., Konopelnik O. I., Grytsiv M. Ya., Martyniuk G. V. Charge transport in electrochromic films of polyorthotoluidine. *Functional Materials*. 2004. 11(2). P. 300–304. <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/138813>.
6. Аксіментьєва О.І., Гриців М.Я., Конопельник О.І. Температурна залежність провідності і структура аміновмісних поліарилєнів. *Журнал фізичних досліджень*. 2002, 6(2). P. 180–184.
7. Kompan M. E., Sapurina I. Yu., Babayan V., Kazantseva H. E. Electrically conductive polyaniline is a molecular magnet with the possibility of chemical control of magnetic properties, *Solid State Physics*. 2012, 54(12). P. 2275–2281. DOI: 10.1134/S1063783412120190.
8. Matsuguchi M., Okamoto A., Sakai Y. Effect of humidity on NH₃ gas sensitivity of polyaniline blend films. *Sensors and Actuators*. 2003, 94(1). P. 46–52. [https://doi.org/10.1016/S0925-4005\(03\)00325-3](https://doi.org/10.1016/S0925-4005(03)00325-3).
9. Heinze J., Frontana-Urbe Bernardo A., Ludwigs S. Electrochemistry of Conducting Polymers—Persistent Models and New Concepts. *Chem. Rev.* 2010, 110(8) P. 4724–4771. <https://doi.org/10.1021/cr900226k>
10. Beygisangchin M., Rashid S. A., Shafie S., Sadrolhosseini A. R., Lim H. N. Preparations, Properties, and Applications of Polyaniline and Polyaniline Thin Films. *Polymers*. 2021, 13(12). P. 2003. doi: 10.3390/polym13122003.
11. Kumar V., Kalia S., Swart H. C. Conducting Polymer Hybrids. Springer International Publishing. 2016. 336 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-46458-9>.
12. Мартинюк Г.В. Фізико-хімічні властивості композитів спряжених поліаміноаренів з діелектричними полімерними матрицями : дис. ... канд. хім. наук : 02.00.04. Львів, 2008. 139 с.
13. Аксіментьєва О.І., Конопельник О.І., Загордонський В.П., Гриців М.Я., Мартинюк Г.В. Термохромний ефект в тонких шарах спряжених поліаміноаренів. *Журнал фізичних досліджень*. 2004, 8(4). P. 369–371. DOI: <https://doi.org/10.30970/jps.08.369>.
14. Epstein A. J. Conducting polymers: electrical conductivity. In book: Physical Properties of Polymers Handbook. 2007, P. 725–755. DOI: 10.1007/978-0-387-69002-5_46
15. Мартинюк Г., Аксіментьєва О., Конопельник О., Польовий Д. Електрохімічний синтез і оптичні властивості композитів спряжених поліаміноаренів з поліметилметакрилатом. *Вісник львів. ун-ту. Серія хім.* 2010, 51. P. 366–371.
16. Aksimentyeva O., Konopelnik O., Oraynych I., Tzish B., Ukrainets A., Ulansky Y., Martyniuk G. Interaction of components and conductivity in polyaniline – polymethylmethacrylate nanocomposites. *Rev. Adv. Mater. Sci.* 2010, 23(2). P. 30–34.
17. Aksimentyeva O. I., Martyniuk G. V. Percolation phenomena in the polymer composites with conducting polymer fillers. *Physics and chemistry of solid state*. 2021, 22(4). P. 811–816. DOI: 10.15330/pcss.22.4.811–816.
18. Аксіментьєва О.І. Фізико-хімічні закономірності одержання і властивості електропровідних полімерів в тонкому шарі : дис. ... док. хім. наук : 02.00.04, Львів, 2000. 347 с.
19. Mac Diarmid, Alan G. “Synthetic metals”: A novel role for organic polymers. (Nobel Lec.). *Angewandte Chemie International Edition*. 2001, 40(14). P.2581–2590.
20. Мартинюк Г.В. Фізико-хімія полімер-полімерних композитів з контрольованими функціональними властивостями : дис. ... д-ра хім. наук : 02.00.04. Львів, 2024. 378с

REFERENCES:

1. Martyniuk, G.V., Aksimentyeva, O. I. (2020). Features of charge transport in polymer composites polymethylmethacrylate – polyaniline. *Physics and Chemistry of Solid State*. 21(2). P. 319–324. <https://doi.org/10.15330/pcss.21.2.319-324>.
2. Aksimentyeva, O., Konopelnik, O., Cherpak, V., Stakhira, P., Fechan, A., Hlushyk, I. (2005). Conjugated polyaminoarenes as an electrochromic layer for non-emissive displays. *Ukr. J. Phys. Opt.* 6(1). P. 27–32.
3. Kenry, Liu B. (2018). Recent advances in biodegradable conducting polymers and their biomedical applications. *Biomacromolecules*. 19(6). P. 1783–1803. doi: 10.1021/acs.biomac.8b00275.
4. Aksimentyeva, O. I. (1998). *Elektrokhimichni metody syntezy ta providnist spriazhenykh polimeriv* [Electrochemical methods of synthesis and conductivity of conjugated polymers]. Lviv : Svit. 153 p. [in Ukrainian].
5. Aksimentyeva, O. I., Konopelnik, O. I., Grytsiv, M. Ya., Martyniuk, G. V. Charge transport in electrochromic films of polyorthotoluidine. *Functional Materials*. 2004. 11(2). P. 300–304. <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/138813>.

6. Aksimentyeva, O.I., Hrytsiv, M.Ya., Konopelnyk, O.I. (2002). Temperaturna zalezhnist providnosti i struktura aminovmisnykh poliaryleniv [Temperature dependence of conductivity and structure of amine-containing polyarylenes]. *Zhurnal fizychnykh doslidzhen.* 6(2). P. 180–184 [in Ukrainian].
7. Kompan, M.E., Sapurina, I.Yu., Babayan, V., Kazantseva, H.E. (2012). Electrically conductive polyaniline is a molecular magnet with the possibility of chemical control of magnetic properties, *Solid State Physics.* 54(12). P. 2275–2281. <https://doi.org/10.1134/S1063783412120190>.
8. Matsuguchi, M., Okamoto, A., Sakai, Y. (2003). Effect of humidity on NH₃ gas sensitivity of polyaniline blend films. *Sensors and Actuators.* 94(1). P. 46–52. [https://doi.org/10.1016/S0925-4005\(03\)00325-3](https://doi.org/10.1016/S0925-4005(03)00325-3).
9. Heinze, J., Frontana-Urbe Bernardo, A., Ludwigs, S. (2010). Electrochemistry of Conducting Polymers – Persistent Models and New Concepts. *Chem. Rev.* 110(8) P. 4724–4771. <https://doi.org/10.1021/cr900226k>
10. Beygisangchin, M., Rashid, S.A., Shafie, S., Sadrolhosseini, A.R., Lim, H.N. (2021). Preparations, Properties, and Applications of Polyaniline and Polyaniline Thin Films. *Polymers.* 13(12). P. 2003. doi: 10.3390/polym13122003.
11. Kumar, V., Kalia, S., Swart, H.C. (2016). Conducting Polymer Hybrids. *Conducting Polymer Hybrids.* Springer International Publishing, 336 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-46458-9>.
12. Martyniuk, G.V. (2008) Fyzyko-khimichni vlastyvoli kompozytiv spriazhenykh poliaminoareniv z dielektrychnymy polimernymy matrytsiamy [Physico-chemical properties of composites of conjugated polyaminoarenes with dielectric polymer matrices]. Ph.D. of chemical sciences. Lviv National University, Lviv. [in Ukrainian].
13. Aksimentyeva, O.I., Konopelnyk, O.I., Zakordonskyi, V.P., Hrytsiv, M.Ya., Martyniuk, G.V. (2004). Termokhromnyi efekt v tonkykh sharakh spriazhenykh poliaminoareniv [Thermochromic effect in thin layers of conjugated polyaminoarenes]. *Zhurnal fizychnykh doslidzhen.* No 8(4). P. 369–371 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.30970/jps.08.369>
14. Epstein, A.J. (2007). Conducting polymers: electrical conductivity. In book: *Physical Properties of Polymers Handbook.* P. 725–755. DOI: 10.1007/978-0-387-69002-5_46
15. Martyniuk, G., Aksimentyeva, O., Konopelnyk, O., Polovyi, D. (2010). Elektrokhimichni syntez i optychni vlastyvoli kompozytiv spriazhenykh poliaminoareniv z polimetylmetakrylatom. [Electrochemical synthesis and optical properties of composites of conjugated polyaminoarenes with polymethyl methacrylate]. *Visnyk Lviv. un-tu. Seriya khim.* No 51. P. 366–371. [in Ukrainian]
16. Aksimentyeva, O., Konopelnyk, O., Opaanych, I., Tzish, B., Ukrainets, A., Ulansky, Y., Martyniuk, G. (2010). Interaction of components and conductivity in polyaniline-polymethylmethacrylate nanocomposites. *Rev. Adv. Mater.Sci.* 23(2). P. 30–34.
17. Aksimentyeva, O.I., Martyniuk, G.V. (2021). Percolation phenomena in the polymer composites with conducting polymer fillers. *Physics and chemistry of solid state.* 22(4). P. 811–816. DOI: 10.15330/pess.22.4.811–816.
18. Aksimentyeva, O.I. (2000). Fyzyko-khimichni zakonmironosti oderzhannia i vlastyvoli elektroprovodnykh polimeriv v tonkomu shari [Physico-chemical patterns of production and properties of electrically conductive polymers in a thin layer]: dis. dock. chemical of science Lviv National University, Lviv. [in Ukrainian]
19. Mac Diarmid, Alan G. “Synthetic metals”: A novel role for organic polymers. (Nobel Lec.). *Angewandte Chemie International Edition.* 2001, 40(14). P. 2581–2590.
20. Martyniuk, G.V. (2024). Fyzyko-khimiia polimer-polimernykh kompozytiv z kontrolovanymy funktsionalnymy vlastyvoliamy [Physico-chemistry of polymer-polymer composites with controlled functional properties]: dis. ... dock. chemical of science. Lviv National University, Lviv. [in Ukrainian].

УДК 543.42:628.16

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-2>

Катерина НЕСТЕРОВА

аспірант кафедри загальної, органічної та фізичної хімії, Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна, 03041

ORCID: 0000-0003-4081-4570

Олена ХИЖАН

кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри загальної, органічної та фізичної хімії, Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна, 03041

ORCID: 0000-0002-2986-3251

Бібліографічний опис статті: Нестерова, К., Хижан, О. (2024) Аналіз елементного складу водних ресурсів Київського регіону. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 4, 9–14, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-2>

АНАЛІЗ ЕЛЕМЕНТНОГО СКЛАДУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ КИЇВСЬКОГО РЕГІОНУ

Постійний контроль складу водних ресурсів є важливим для збереження екологічного балансу та захисту довкілля. Забруднення води важкими металами становить серйозну глобальну загрозу через їхню високу токсичність для живих організмів навіть у малих концентраціях. Тому надійне та точне визначення важких металів у воді необхідне для забезпечення її безпеки.

Дослідження проводилися в акредитованій випробувальній лабораторії Національного університету біоресурсів і природокористування України. Метою дослідження було оцінити вміст хімічних елементів, зокрема важких металів, у зразках води з різних джерел Київського регіону. Для цього було використано атомно-емісійну спектроскопію з індуктивно-зв'язаною плазмою (ICP-AES), що характеризується високою точністю та чутливістю.

Джерела забруднення важкими металами включають промислові викиди, агрохімікати, неналежну утилізацію відходів. Це сприяє накопиченню елементів у довкіллі, зокрема в повітрі, ґрунті та воді. Ефективне виявлення важких металів у воді є критичним для контролю якості.

Дослідження, проведені в Київській області, виявили, що концентрації металів, таких як кобальт, кадмій, свинець, нікель, хром, мідь, цинк, марганець, молібден, миш'як, ртуть, перебувають у допустимих межах. Отримані дані підтверджують, що якість води відповідає екологічним нормам і є безпечною для споживання.

Результати дослідження дозволяють розробити ефективні стратегії управління водними ресурсами, спрямовані на зниження ризиків забруднення важкими металами та збереження екологічної безпеки. Регулярний моніторинг дає змогу оперативно виявляти зміни у водних об'єктах і запобігати потенційним загрозам для здоров'я людей та екосистем. Це вказує на стабільний екологічний стан водних ресурсів регіону. Вода придатна для використання без необхідності негайного зниження концентрацій цих металів.

Ключові слова: атомно-емісійна спектроскопія, важкі метали, вода.

Kateryna NESTEROVA

PhD Student at the Department of General, Organic and Physical Chemistry, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15, Heroiv Oborony str., Kyiv, Ukraine, 03041

ORCID: 0000-0003-4081-4570

Olena KHYZHAN

Candidate of Chemical Science, Associate Professor, Associate Professor at the Department of General, Organic and Physical Chemistry, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15, Heroiv Oborony str., Kyiv, Ukraine, 03041

ORCID: 0000-0002-2986-3251

To cite this article: Nesterova, K., Khyzhan, O. (2024). Analiz elementnoho skladu vodnykh resursiv Kyivskoho rehionu [Analysis of the elemental composition of water resources of Kyiv region]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 4, 9–14, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-2>

ANALYSIS OF THE ELEMENTAL COMPOSITION OF WATER RESOURCES OF KYIV REGION

Continuous monitoring of water resources is crucial for maintaining ecological balance and protecting the environment. Water pollution by heavy metals poses a significant global threat due to their high toxicity to living organisms, even at low concentrations. Therefore, reliable and accurate detection of heavy metals in water is essential to ensure its safety.

The research was conducted at an accredited testing laboratory of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. The study aimed to assess the content of chemical elements, particularly heavy metals, in water samples from various sources in the Kyiv region. Inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP-AES), known for its high precision and sensitivity, was utilized.

Sources of heavy metal pollution include industrial emissions, agrochemicals, and improper waste disposal, contributing to the accumulation of these elements in the environment, especially in air, soil, and water. Effective detection of heavy metals in water is critical for quality control.

Research conducted in the Kyiv region revealed that the concentrations of metals such as cobalt, cadmium, lead, nickel, chromium, copper, zinc, manganese, molybdenum, arsenic, and mercury are within acceptable limits. The findings confirm that water quality complies with ecological standards and is safe for consumption.

The study's results enable the development of effective water resource management strategies aimed at reducing the risks of heavy metal pollution and ensuring ecological safety. Regular monitoring allows for timely detection of changes in water bodies and helps prevent potential threats to human health and ecosystems. This indicates a stable ecological state of the region's water resources. The water is suitable for use without the immediate need for reducing the concentrations of these metals.

Key words: atomic emission spectrometry, heavy metals, water.

Introduction. Heavy metals toxicity in water is a serious threat to human health. Metals like lead, mercury, cadmium, and even aluminum do not play a biological role in the human body and can negatively affect metabolic processes, causing severe illnesses. These metals enter the human body through water and can interfere with natural chemical processes by blocking essential enzymes or replacing vital elements, resulting in dysfunction of organs and systems. Lead, for instance, can replace calcium in the bones and brain, posing a particular danger to children, causing nervous system disorders and cognitive impairments. Mercury and cadmium accumulate in organs and cause chronic toxicity, affecting the kidneys, liver, and other vital systems. The toxicity of heavy metals depends on the duration and intensity of exposure. Even regular intake of small doses of heavy metals can lead to their gradual accumulation in the human body thus increasing oxidative stress. It is a process that damages cell membranes, proteins, and DNA, and may lead to chronic diseases, such as cancer, cardiovascular diseases, or neurodegenerative disorders (Shah M, 2020).

Heavy metals, such as arsenic (As), cadmium (Cd), chromium (Cr), copper (Cu), lead (Pb), and mercury (Hg) enter the environment due to atmospheric dispersion and deposition of harmful substances contaminating the air and ecosystems. The main sources of pollution include thermal power plants, electronics and automobile manufacturing, excessive use of agrochemicals, as well

as improper disposal of industrial and household waste, contributing to soil and water pollution (Kanwar, 2020).

Effective and reliable detection of heavy metals in environmental water is crucial. In a study (Tokatli, 2019; Waqar, 2021), cluster analysis (CA) was used to classify the elemental composition of water resources in various settlements, and the weighted arithmetic water quality index was applied to evaluate the overall water condition. The study results showed that the greatest threat to drinking water quality comes from elements in the following descending order of risk: $Se > As > Mo > B > Ba > Cr > Pb > Mn > Ni > Cd > Cu$.

37 elements were identified in samples of tap and bottled water (Chowdhury, 2021), using inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES). The main goal was to assess the concentration of various elements in the water and their compliance with established standards. The concentrations of phosphorus (P), silicon (Si), fluorine (F), and chlorides (Cl) were within permissible levels of pollutants. Additionally, levels of elements such as aluminum (Al), boron (B), chromium (Cr), cobalt (Co), copper (Cu), iron (Fe), lithium (Li), manganese (Mn), nickel (Ni), titanium (Ti), vanadium (V), and zinc (Zn) did not exceed the limits set by government agencies. However, heavy metals, including arsenic (As), cadmium (Cd), cobalt (Co), lead (Pb), mercury (Hg), and silver (Ag), were detected in the tap water of urban districts, indicating higher concentrations of pollutants in

urban areas compared to rural districts. Despite this, the levels of heavy metals remained below the maximum permissible concentrations ($P < 0.05$), indicating the safety of the water for consumption.

Inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) is an extremely effective technique for quantifying heavy metals in water. This method is distinguished by its high sensitivity, precision, and reliability, making it ideal for environmental monitoring and water quality control. The reliability of ICP-MS in detecting trace concentrations of heavy metals is confirmed by the optimization of sample preparation methods and the analytical evaluation of performance indicators. Further research should focus on improving sample introduction techniques and addressing matrix interference issues to enhance the applicability of ICP-MS in various environmental conditions (Abdallah, 2023; Peng, 2015).

The ICP method, included in several standards such as DSTU and U.S. regulations, holds particular significance for determining concentrations due to its high sensitivity, accuracy, and capability to simultaneously determine multiple elements. Therefore, permanent monitoring and the use of advanced water purification methods are critical to preventing the accumulation of these hazardous metals in water supplies and ensuring public health.

Materials and Methods. The research was conducted at the Ukrainian Laboratory of Quality and Safety of Agricultural Products at the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (NUBiP), accredited according to DSTU ISO/IEC 17025. Inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP-AES) is one of the modern methods applied for the qualitative and quantitative assessment of chemical elements, particularly heavy metals. This method is known for its high sensitivity, providing precise results due to its high resolution and minimal analyte loss, as well as enabling rapid analysis and near real-time data acquisition.

Sample preparation for determining the elemental composition of water was carried out according to the DSTU ISO 11885:2005 (ISO 11885:1996, IDT) standard “Water quality. Determination of 33 elements by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry.” The elemental composition of water samples was analyzed using an inductively coupled plasma atomic emission spectrophotometer, with the detection limit 0.01 mg/dm³ for most elements. Calibration of the equipment was performed using a multi-element standard

solution IV from Merck KGaA, Germany, ensuring high accuracy of the results.

Results and Discussion. The aim of this study was to examine the elemental composition of water samples from water bodies in the Kyiv region. The water samples were filtered through membrane filters to remove suspended particles. The filtered samples underwent acid dissolution by concentrated nitric acid to ensure complete dissolution of elements. The determination of the content of elements in the water samples was performed using the ICP-AES method. The study examined the content of elements (Ag, Al, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sr, Tl, Zn, Be, Mo, Se, Ti, V, As, Hg, S, P) in water samples to assess pollution levels and ensure environmental safety. Calibration solutions were prepared by sequential dilution of a multi-element standard solution. The obtained spectra were analyzed using software that compared signal intensities with the calibration curve to determine element concentrations in the samples.

The following conclusions can be done based on the analysis of the elemental composition of water (Table 1). The concentrations of heavy metals in

Table 1
Results of elemental analysis of water samples from Kyiv region, region F

Chemical element	Mass fraction, mg/dm ³	Extended uncertainty	Detection limit, mg/dm ³
Calcium, Ca	49,98	±10,09	0,01
Sodium, Na	25,15	±5,14	0,01
Magnesium, Mg	19,36	±4,09	0,01
Potassium, K	13,84	±3,07	0,01
Iron, Fe	1,63	±0,48	0,01
Strontium, Sr	0,49	±0,15	0,01
Zinc, Zn	0,14	±0,11	0,01
Manganese, Mn	0,17	±0,05	0,01
Boron, B	0,10	±0,06	0,01
Lithium, Li	0,07	±0,01	0,01
Aluminum, Al	0,06	±0,01	0,01
Barium, Ba	0,06	±0,01	0,01
Chromium, Cr	<0,01000	–	0,01
Lead, Pb	<0,01000	–	0,01
Copper, Cu	<0,01000	–	0,01
Nickel, Ni	<0,01000	–	0,01
Cobalt, Co	<0,01000	–	0,01
Silver, Ag	<0,01000	–	0,01
Bismuth, Bi	<0,01000	–	0,01
Molybdenum, Mo	<0,01000	–	0,01
Cadmium, Cd	<0,00100	–	0,001
Arsenic, As	<0,00100	–	0,001
Selenium, Se	<0,00100	–	0,001
Mercury, Hg	<0,00050	–	0,0005

the studied water samples are insignificant, indicating the safety of their levels. The detected values are within permissible limits, ensuring no risk of water contamination by metal ions. The content of nickel (Ni), cobalt (Co), copper (Cu), zinc (Zn), and manganese (Mn) in the water samples is very low. These low concentrations further confirm the high quality of the water and its compliance with regulatory standards. Thus, it can be concluded that the levels of heavy metals in the water are safe, and the water quality corresponds established standards.

It was determined that the concentrations of cobalt (Co), cadmium (Cd), lead (Pb), nickel (Ni), chromium (Cr), copper (Cu), and arsenic (As) are within acceptable limits or detected in trace amounts based on the results of the elemental water analysis presented in Table 2. This indicates that these metals are present in the water at safe levels, not exceeding regulatory values. Results of laboratory analysis showed that the water samples contain low concentrations of microelements. The concentrations

of copper (Cu) and zinc (Zn) are 0.01 mg/dm³, and manganese (Mn) is 0.011 mg/dm³, all of which comply with standards. The levels of molybdenum (Mo), cadmium (Cd), arsenic (As), and bismuth (Bi) in the water are below 0.01 mg/dm³, which is a positive indicator of water quality. The concentration of mercury (Hg) was found to be less than 0.005 mg/dm³, meeting established standards and posing no risk to water resources. This analysis demonstrates that the concentrations of toxic metals in the samples were either below detection limits or very low, indicating no significant contamination.

Based on the comparative analysis of the elemental composition of water samples presented in Table 3, the following conclusions can be made regarding the content of heavy metals, cobalt (Co), cadmium (Cd), lead (Pb), nickel (Ni), chromium (Cr), and copper (Cu). The concentrations of these elements in the water samples are insignificant. This indicates that the levels of these metal ions in the water are permissible and do not exceed regulatory

Table 2
Results of elemental analysis of water samples from the Kyiv region, region H

Chemical element	Mass fraction, mg/dm ³	Extended uncertainty	Detection limit, mg/dm ³
Calcium, Ca	31,43	±4,20	0,01
Magnesium, Mg	11,52	±2,00	0,01
Sodium, Na	21,04	±3,71	0,01
Iron, Fe	0,07	±0,03	0,01
Potassium, K	6,15	±1,45	0,01
Strontium, Sr	0,25	±0,06	0,01
Barium, Ba	0,05	±0,04	0,01
Boron, B	0,08	±0,02	0,01
Lithium, Li	0,05	±0,01	0,01
Manganese, Mn	0,011	±0,005	0,01
Aluminum, Al	<0,010	–	0,01
Zinc, Zn	<0,01000	–	0,01
Chromium, Cr	<0,01000	–	0,01
Lead, Pb	<0,01000	–	0,01
Copper, Cu	<0,01000	–	0,01
Nickel, Ni	<0,01000	–	0,01
Cobalt, Co	<0,01000	–	0,01
Silver, Ag	<0,01000	–	0,001
Bismuth, Bi	<0,01000	–	0,01
Molybdenum, Mo	<0,01000	–	0,01
Cadmium, Cd	<0,001000	–	0,001
Arsenic, As	<0,001000	–	0,001
Selenium, Se	<0,001000	–	0,001
Mercury, Hg	<0,00050	–	0,0005

Table 3
Results of elemental analysis of water samples from Kyiv region, region N

Chemical element	Mass fraction, mg/dm ³	Extended uncertainty	Detection limit, mg/dm ³
Calcium, Ca	29,22	±6,25	0,01
Sodium, Na	21,21	±4,11	0,01
Magnesium, Mg	13,96	±2,90	0,01
Iron, Fe	0,06	±0,06	0,01
Potassium, K	6,88	±1,34	0,01
Strontium, Sr	0,18	±0,04	0,01
Boron, B	0,08	±0,04	0,01
Barium, Ba	0,05	±0,01	0,01
Lithium, Li	0,05	±0,01	0,01
Manganese, Mn	0,015	±0,005	0,01
Aluminum, Al	<0,01000	–	0,01
Zinc, Zn	<0,01000	–	0,01
Chromium, Cr	<0,01000	–	0,01
Lead, Pb	<0,01000	–	0,01
Copper, Cu	<0,01000	–	0,01
Nickel, Ni	<0,01000	–	0,01
Cobalt, Co	<0,01000	–	0,01
Silver, Ag	<0,01000	–	0,001
Bismuth, Bi	<0,01000	–	0,01
Molybdenum, Mo	<0,01000	–	0,01
Cadmium, Cd	<0,0010	–	0,001
Arsenic, As	<0,0010	–	0,001
Selenium, Se	<0,0010	–	0,001
Mercury, Hg	<0,00050	–	0,0005

limits. The concentrations of copper (Cu), zinc (Zn), and manganese (Mn) are sufficiently low, and vary within no more than 0.011 mg/dm³. The presence of these microelements in the water does not exceed allowable levels. The content of molybdenum (Mo), arsenic (As), bismuth (Bi), and mercury (Hg) also falls within acceptable limits, indicating no significant contamination by these metals. Overall, the concentrations of toxic metals were either very low or undetected, indicating their minimal presence in the samples.

Conclusions. The results of the elemental composition analysis of water indicate the absence of significant heavy metal contamination

in the water bodies of the Kyiv region. The concentrations of elements, such as cobalt, cadmium, lead, nickel, chromium, copper, zinc, manganese, molybdenum, arsenic, bismuth, and mercury are within permissible limits, indicating a stable ecological condition of the region's water resources. The water is suitable for use without the need for immediate measures to reduce the concentrations of these metals. However, further research and regular monitoring are essential to maintain ecosystem stability and protect public health. The data from this study will serve as the basis for further water quality control measures, contributing to its safety and suitability for all types of use.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Abdallah O., Khalid B. Quantitative determination of heavy metals in water using ICP-MS. *International Journal of Advanced Chemistry Research*. 2023. Т.5. №1. С.115–116. <https://doi.org/10.33545/26646781.2023.v5.i1b.192>.
2. Chowdhury A. I., Kaur R., Akuley-Amenyenu A., Ikem A., Dennis S. Spectrochemical Analysis of Bottled and Tap Water from Selected Counties of Middle Tennessee, USA. *Journal of Water Resource and Protection*. 2021. Т. 13. С. 20–31. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2021.131002>.
3. Kanwar V. S., Sharma A., Lal S. A., Rani L. Phytoremediation of toxic metals present in soil and water environment: A critical review. *Environmental Science and Pollution Research*. 2020. Т. 27. С. 44835–44860. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10713-3>.
4. Peng G., He Q., Zhou G., Li Y., Su X., Liu M., Fan L. Determination of heavy metals in water samples using dual-cloud point extraction coupled with inductively coupled plasma mass spectrometry. *Analytical Methods*. 2015. Т. 7. С. 6732. <https://doi.org/10.1039/c5ay00801h>.
5. Shah M., Suleman M., Samiullah A. B., Sattar A., Khan N., Rehman A. Determination of heavy metals in drinking water and their adverse effects on human health: A review. *Pure and Applied Biology (PAB)*. 2020. Т. 9. № 1. С. 96–104. <https://doi.org/10.19045/bspab.2020.90012>.
6. Tokatli C. Drinking Water Quality Assessment of Ergene River Basin by Water Quality Index: Essential and Toxic Elements. *Sains Malaysiana*. 2019. Т. 48. № 10. С. 2071–2081. <https://doi.org/10.17576/jsm-2019-4810-02>.
7. Waqar A., Alharthy R. D., Zubair M., Ahmed M., Hameed A., Rafque S. Toxic and heavy metals contamination assessment in soil and water to evaluate human health risk. *Scientific Reports*. 2021. Т. 11. С. 17006. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-94616-4>.
8. ДСТУ EN ISO 17294-2:2019. Якість води. Використання мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (ІЗП-МС). Частина 2. Визначення 62 елементів (EN ISO 17294-2:2016, IDT; ISO 17294-2:2016, IDT). Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 40 с.
9. ДСТУ ISO 17294-1:2015. Якість води. Застосування мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (ІСР-МС). Частина 1. Загальні настанови (ISO 17294-1:2004, IDT). Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015. 24 с.
10. ASTM D5673-16. *Standard Test Method for Elements in Water by Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry*. West Conshohocken, PA: ASTM International. 2016. 10 с.

REFERENCES:

1. Abdallah, O., & Khalid, B. (2023). Quantitative determination of heavy metals in water using ICP-MS. *International Journal of Advanced Chemistry Research*, 5(1), 115–116. <https://doi.org/10.33545/26646781.2023.v5.i1b.192>.
2. Chowdhury, A. I., Kaur, R., Akuley-Amenyenu, A., Ikem, A., & Dennis, S. O. (2021). Spectrochemical analysis of bottled and tap water from selected counties of Middle Tennessee, USA. *Journal of Water Resource and Protection*, 13(1), 20–31. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2021.131002>
3. Kanwar, V. S., Sharma, A., Lal, S. A., & Rani, L. (2020). Phytoremediation of toxic metals present in soil and water environment: A critical review. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 44835–44860. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10713-3>.
4. Peng, G., He, Q., Zhou, G., Li, Y., Su, X., Liu, M., & Fan, L. (2015). Determination of heavy metals in water samples using dual-cloud point extraction coupled with inductively coupled plasma mass spectrometry. *Analytical Methods*, 7, 6732. <https://doi.org/10.1039/c5ay00801h>.

5. Shah, M., Suleman, M., Samiullah, A. B., Sattar, A., Khan, N., & Rehman, A. (2020). Determination of heavy metals in drinking water and their adverse effects on human health: A review. *Pure and Applied Biology (PAB)*, 9(1), 96–104. <https://doi.org/10.19045/bspab.2020.90012>.
6. Tokatli, C. (2019). Drinking water quality assessment of Ergene River Basin by Water Quality Index: Essential and toxic elements. *Sains Malaysiana*, 48(10), 2071–2081. <https://doi.org/10.17576/jsm-2019-4810-02>.
7. Waqar, A., Alharthy, R. D., Zubair, M., Ahmed, M., Hameed, A., & Rafque, S. (2021). Toxic and heavy metals contamination assessment in soil and water to evaluate human health risk. *Scientific Reports*, 11, 17006. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-94616-4>.
8. DSTU EN ISO 17294-2:2019. (2019). *Yakist vody. Vykorystannia mas-spektrometriyi z induktyvno-zv'iazanoiou plazmoi (IZP-MS). Chastyna 2. Vyznachennia 62 elementiv* [Water quality. Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). Part 2. Determination of 62 elements]. Kyiv: DP "UkrNDNC" [in Ukrainian].
9. DSTU ISO 17294-1:2015. (2015). *Yakist vody. Zastosuvannia mas-spektrometriyi z induktyvno-zv'iazanoiou plazmoi (ICP-MS). Chastyna 1. Zahalni nastanovy* [Water quality. Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). Part 1. General guidelines]. Kyiv: DP "UkrNDNC" [in Ukrainian].
10. ASTM D5673-16. (2016). *Standard test method for elements in water by inductively coupled plasma - mass spectrometry*. West Conshohocken, PA: ASTM International.

УДК 547.857:615.9:577.151

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-3>

Галина РІЗАК

кандидат фармацевтичних наук, радник директора Фонду на громадських засадах, Благодійний Фонд підтримки освіти, науки, науково-технічної діяльності, м. Ужгород, Україна

ORCID: 0000-0002-0230-2366

Бібліографічний опис статті: Різак, Г. (2024). Вплив різних методів синтезу на токсичність та ефективність нових біологічно активних сполук на основі тієнопіримідинів. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 4, 15–24, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-3>

ВПЛИВ РІЗНИХ МЕТОДІВ СИНТЕЗУ НА ТОКСИЧНІСТЬ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ НОВИХ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ СПЛУК НА ОСНОВІ ТІЄНОПІРИМІДИНІВ

Другою за розповсюдженістю смертельною хворобою у світі є рак, розвиток якого опосередкований різними біофізіологічними механізмами, тому нині науковий підхід до синтезу біологічно активних сполук для лікування онкологічних захворювань включає розуміння нових, конкретних біологічних цілей і їх кореляції щодо цієї хвороби. У цьому аспекті зацікавленість викликають тієнопіримідини – біоізостери пуринів, які мають широкий спектр біологічної активності, зокрема протиракової. Тому метою дослідження є оцінювання нових підходів до синтезу тієнопіримідинів та їх вплив на біологічну активність і токсичність нових сполук. Для цього було проведено теоретичне дослідження з елементами огляду наукової літератури згідно з критерієм PRISMA. Наукова новизна роботи полягає в узагальненні наявних різномірних даних щодо впливу структури синтезованих тієнопіримідинів на їх активність та відомих пояснень можливих механізмів такого впливу. Дослідження показало, що найбільш привабливим з погляду науки є тієно[2,3-d]піримідиновий каркас, який надалі модифікують шляхом синтезу трициклічних структур, «прищеплення» до тієнопіримідинових каркасів замісників більш складної будови, які у свою чергу самі можуть бути заміщеними, а також створення гібридних молекул, наприклад, кон'югатів, кожен фрагмент яких має свою біологічну активність. Причому на цитотоксичність та антипроліферативну активність впливає: тип конкретного замісника, його здатність бути донором або акцептором електронів; комбінація різних рідних замісників, оскільки один замісник може зменшувати активність іншого; місце заміщення. Наукові роботи показують, що заміщення різномірними замісниками в одному й тому самому положенні може давати різний цитотоксичний ефект та біологічну активність. Розроблення біологічно активних сполук на основі тієнопіримідинів для лікування онкологічних захворювань та нових методів їх синтезу вимагає серйозного міждисциплінарного підходу із залученням спеціалістів з органічного синтезу, дизайну органічних молекул, біології та фармакології.

Ключові слова: біоактивність, синтез сполук, фармакологічна дія, хімічна модифікація, цитотоксичність, протиракова активність.

Galina RIZAK

Candidate of Pharmaceutical Sciences, Adviser to the Director of the Foundation on Public Grounds, Charitable Fund for the Support of Education, Science, Scientific and Technical Activities, Uzhgorod, Ukraine

ORCID: 0000-0002-0230-2366

To cite this article: Rizak, G. (2024). Vplyv riznykh metodiv syntezyu na toksychnist ta efektyvnist novykh biolohichno aktyvnykh spoluk na osnovi tiєnopiryimidyniv [The effect of different methods of synthesis on the toxicity and efficiency of new biologically active compounds based on thienopyrimidines]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 4, 15–24, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-3>

THE EFFECT OF DIFFERENT METHODS OF SYNTHESIS ON THE TOXICITY AND EFFICIENCY OF NEW BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS BASED ON THIENOPYRIMIDINES

The second most common fatal disease in the world is cancer, the development of which is mediated by various physiological mechanisms, so the scientific approach to the synthesis of biologically active compounds for the treatment of cancer includes the understanding of new, specific biological targets and their correlation with this disease. In this aspect, thienopyrimidines and purine bioisosteres, which have a wide range of biological activities, including anticancer,

are of interest. Therefore, this study aims to evaluate new approaches to synthesising thienopyridines and their influence on new compounds' biological activity and toxicity. For this purpose, a theoretical study with elements of a scientific literature review was conducted using the PRISMA criterion. The scientific novelty of the work is to summarise the available heterogeneous data on the influence of the structure of synthesised thienopyridines on their activity and the known explanations of possible mechanisms of such influence. The study showed that the most attractive from the scientific point of view is the thieno[2,3-d]pyrimidine backbone, which is further modified by synthesising tricyclic structures, 'grafting' substituents of more complex structure to thienopyridine backbones, which in turn can be substituted, and creating hybrid molecules, for example, conjugates, each fragment of which has its biological activity.

Moreover, cytotoxicity and antiproliferative activity are influenced by the type of a particular substituent, its ability to be an electron donor or acceptor; a combination of dissimilar substituents, as one substituent can reduce the activity of another; and the substitution site. Scientific studies show that substitution with dissimilar substituents in the same position can produce different cytotoxic effects and biological activity. Developing biologically active compounds based on thienopyridines for cancer treatment and new synthesis methods requires a serious interdisciplinary approach involving specialists in organic synthesis, organic molecule design, biology and pharmacology.

Key words: bioactivity, synthesis of compounds, pharmacological action, chemical modification, cytotoxicity, anticancer activity.

Постановка проблеми. Онкологічні захворювання є другою за розповсюдженістю смертельною хворобою у світі, й передбачається збільшення кількості випадків захворювання до 11,5 млн до 2030 року. При цьому токсичність сучасних хіміопрепаратів і стійкість ракових клітин до їх дії є головними перешкодами в протипухлинній терапії та успішному лікуванні цієї хвороби. Натепер доступні на ринку лікарські засоби для лікування раку переважно являють собою антиметаболіти та алкілюючі агенти, які традиційно базуються на синтезі ДНК і поділі клітин. Хоча ці традиційні методи лікування виявляють ефективність проти широкого спектру типів раку, відсутність селективності та специфічності порівняно з нормальними клітинами може призвести до серйозних побічних ефектів. Таким чином, збільшення знань і розуміння нових конкретних біологічних цілей і їх кореляції з раком відкрило ворота для нової ери раціональних і цілеспрямованих підходів до синтезу біологічно активних сполук для лікування онкологічних захворювань (Safwat, 2021; Вірич, 2023; Khedr, 2021).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні 20 років тієно-злиті похідні викликають постійну і велику зацікавленість із боку вчених та представників різних галузей промисловості, вони стали частиною багатьох оригінальних біоактивних молекул. Серед тієно-конденсованих похідних тієнопіримідини були широко вивчені в наукових колах завдяки їх біоізостеризму, тобто структурному зв'язку з пуриновими основами, та їх легкому синтезу, що дозволяє широко застосовувати тієнопіримідинові каркаси для дизайну і синтезу біологічно активних сполук медичного та фармакологічного призначення.

Натепер існує три різні типи тієнопіримідинів, а саме тієно[2,3-d]піримідини, тієно[3,2-d]піримідини та тієно[3,4-d]піримідини (рис. 1).

Усі три типи добре вивчено, і багато їхніх похідних показали широкий спектр біологічної та фармакологічної активності, наприклад протиракової, антиоксидантної, протизапальної, протимікробної, протигрибкової, протипаразитарної та противірусної (Lagardère, 2021; El-Metwally, 2019; Rizak, 2024, Rizak, 2023).

Певна кількість синтезованих протипухлинних/протиракових біологічно активних сполук мають гетероциклічне ядро, утворене з піримідину, і багато з них є тієнопіримідинами. Повідомлялося, що чимало похідних тієнопіримідину демонструє значну протипухлинну активність проти різних типів раку шляхом інгібування багатьох ферментів, а також шляхом модуляції активності багатьох рецепторів. Добре відомим та комерційно доступним є схвалений до застосування лікарський засіб на основі тієно[2,3-d]піримідину під назвою Relugolix для лікування ендометріозу та карциноми передміхурової залози. На основі тієно[3,2-d]піримідину було розроблено лікарський засіб Pictilisib, який проявляє протиракову активність та призначений для лікування солідних пухлин, що прогресують, і лікарський

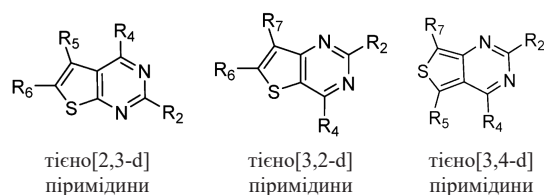


Рис. 1. Структурні формули основних типів тієнопіримідинів

Джерело : Lagardère et al. (2021)

засіб Olmutinib для лікування раку легенів (Romagnoli, 2019; Elmongy, 2022).

У науковій літературі накопичено достатньо даних щодо синтезу різноманітних заміщених тієнопіримідинів, які включають або замикання піримідинового кільця в похідних амінотіофену, або замикання тіофенового кільця в похідних піримідину (Sayed, 2023).

Дослідження вчених свідчать про те, що біологічна та фармакологічна активність тієнопіримідинів залежить від типу і кількості функціональних груп на тієнопіримідиновому каркасі та вихідних сполук, які несуть ці функціональні групи, а не від методу синтезу каркасу. Натепер існує досить багато даних щодо біологічної та фармакологічної активності 2-алкільних/арильних та 4-алкільних/арильних похідних, 2-аміно та 4-аміно похідних, а також 2-оксо та 4-оксо тієнопіримідинів.

Так, з погляду фармакології 2- та 4-алкільні та арильні функціональні групи на тієно[2,3-d] піримідиновому каркасі забезпечують жарознижувальну, знеболювальну, протизапальну, цукрознижувальну, протимікробну та антибактеріальну активність. 4-хлорна група зумовлює спазматичну та противірусну активність, 4-аміногрупа – протигрибкову, противірусну, антибактеріальну, протимікробну дію, а 2-аміногрупа – ноотропну та антидепресантну активність. 2,4-діаміногрупи надають тієно[2,3-d] піримідинам протималарійні та антифолатні властивості, а також антигістамінну, гіпоглікемічну, антигіпертензивну, антикоагулянтну та діуретичну дію. 2-оксогрупа надає сечогінних властивостей, 4-оксогрупа на додаток до сечогінної дії зумовлює знеболювальну, протизапальну, антихолестеринемічну, седативну, протикашльову, гіполіпемічну, снодійну, протисудомну, гіпотензивну, спазмолітичну, протигрибкову, противірусну, протиалергічну, імуномодельюючу і протипухлинну дію. 2,4-діоксогрупи проявляють противиразкову, антигіпертензивну та протиалергічну активність (Mavrova, 2022; Iliev, 2023; Vlasova, 2020; ur Rashid, 2021; Ali, 2019).

2,4-діаміногрупи на тієно[3,2-d]піримідиновому каркасі являють собою інгібітори агрегації тромбоцитів, а також зумовлюють судинопротекторну, седативну, протипухлинну та протизапальну дію. 4-аміногрупа надає тієно[3,2-d] піримідинам гіпоглікемічних, противірусних

і противиразкових властивостей. 4-оксогрупа проявляє протибактеріальну та противиразкову активність, а також седативну, аналгетичну та антидепресантну дію. 2- та 4-оксогрупи разом виявляють протидіабетичну та протиалергічну активність (Lagardère, 2021).

Стосовно тієно[3,4-d]піримідинів 4-оксо похідні мають цитотоксичну, а також протибактеріальну і спазмолітичну дію. Одночасне існування 2-оксо- та 4-оксогруп зумовлює протизапальну, аналгетичну та антидепресантну активність, антигіпертензивні та вазодилаторні властивості (Lagardère, 2021).

Загалом, більшість наявних наукових розвідок сфокусовано на безпосередньому дослідженні біологічної активності різноманітних тієнопіримідинових похідних без спроби пояснити, як структура тієнопіримідинів впливає на їх активність. Результати наукових робіт показують спроби синтезувати цілі серії похідних, заміщених різними замісниками, проте часто висновки обмежуються констатацією факту наявності біологічної активності й токсичності та різного ступеня їх прояву без жодних роз'яснень навіть у межах конкретної серії синтезованих сполук.

Мета статті – оцінювання впливу конкретних методів синтезу тієнопіримідинів на їх біоактивність та цитотоксичність по відношенню до ракових клітин, а саме дослідження цього впливу за типом і кількістю нових замісників на тієнопіримідиновому каркасі.

Завдання статті:

1. Провести теоретичне дослідження наукових джерел, які містять будь-які пояснення щодо впливу структури тієнопіримідинів на їх біологічну активність та токсичність, і визначити, чи існує узгодженість між різними науковими роботами щодо впливу конкретного замісника, або є протиріччя (одному й тому самому заміснику приписують різний механізм впливу);

2. Визначити, чи є загальні тенденції до вибору замісників для отримання заміщених тієнопіримідинів;

3. Зробити зріз поточного стану проблеми пояснення впливу методів синтезу та структури тієнопіримідинів на їх активність та токсичність.

Матеріали та методи дослідження

Конструкція даних

Для оцінювання впливу методів синтезу тієнопіримідинів на їх біоактивність та токсичність

було проведено теоретичне дослідження з елементами огляду літератури вузького обсягу за рекомендаціями PRISMA з використанням бази наукових статей Google Scholar.

Як було зазначено вище, в більшості сучасних літературних джерел акцентовано на виявленні факту наявності або відсутності біологічної активності нових синтезованих тієнопіримідинових похідних без спроби пояснити, як структура цих тієнопіримідинів впливає на їх активність. Із цієї точки зору літературний огляд може виявити джерела, які містять інформацію щодо механізмів впливу тієнопіримідинів, узагальнити вже наявні механізми та зробити зріз поточного стану галузі синтезу тієнопіримідинів.

Для цього теоретичного дослідження було вибрано огляд літератури вузького обсягу, який показав украй невелику кількість літературних джерел, які би пояснювали внесок вихідних сполук, методів синтезу та структури тієнопіримідинів на їх біологічну активність і токсичність.

Вибір даних

База даних Google Scholar була вибрана завдяки декільком перевагам її використання, як-от: популярність, універсальність та некомерційність; широке охоплення типів літературних джерел; простота інтерфейсу; можливість роботи зі списком відібраної літератури і створення бібліотеки посилань.

Аналіз даних

Згідно з методикою літературного огляду було відібрано добірку статей, з якої вилучалися релевантні добірки. Найбільшу, первинну добірку статей було відібрано на основі назви та реферату статті на основі таких ключових слів:

«тієнопіримідини», «цитотоксичність», «цитотоксична концентрація», «протиракова активність», «протипухлинна активність», «протипроліферативна активність», « CC_{50} », « IC_{50} », «МТТ-тест», «аналіз клітинного циклу», «аналіз на апоптоз», їх комбінації та їх еквіваленти англійською мовою.

До отриманої первинної добірки, яка містила 274 статі, застосовувалися такі критерії включення для вилучення вторинної релевантної добірки:

стаття містить дані по CC_{50} та/або IC_{50} тієнопіримідинів по відношенню до ракових клітин;

1) у статті вказано тип біологічно активної сполуки, до якої автори відносять конкретні тієнопіримідини;

2) у статті наведено схему синтезу тієнопіримідинів;

3) статтю написано англійською або українською мовою;

4) стаття містить повний текст;

5) статтю опубліковано після 1 січня 2019 року; та критерії вилучення:

1) тієнопіримідини мають іншу функцію, не протиракову/протипухлинну (не пройшли скрінінг 126 статей);

2) статтю написано іншою мовою (не пройшли скрінінг 0 статей, у базі даних було поставлено фільтр на мову);

3) стаття не містить повного тексту (не пройшли скрінінг 43 статті, повний текст яких був доступний за додаткову оплату);

4) статтю опубліковано до 1 січня 2019 року (не пройшли скрінінг 0 статей, у базі даних було поставлено фільтр на дату публікації).

До вторинної добірки, яка містила 105 статей, застосовувалися оціночні питання для вилучення кінцевої добірки найбільш інформативних та релевантних статей: 1) чи містить стаття пояснення впливу замісників на біологічну активність синтезованих тієнопіримідинів; 2) чи містить стаття пояснення впливу замісників на токсичність синтезованих тієнопіримідинів. Таким чином, не пройшла скрінінг 91 стаття, де не було жодного пояснення, яким чином вихідні сполуки, методи синтезу або структура тієнопіримідинів могли би вплинути на результати дослідження їх активності.

Кінцевою метою цього літературного огляду було відібрати статті, які містять пояснення впливу структури тієнопіримідинів на їх біологічну активність і токсичність. Після оцінювання за допомогою оціночних питань кінцева добірка статей містила 14 статей.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Як і передбачалося, в кінцевий огляд потрапило всього 5 % статей від первинної добірки, що пояснюється складністю технічної задачі й необхідністю залучення до її розв'язання як хіміків-органіків, так і спеціалістів із біології.

Результати дослідження і найбільш релевантні статті наведено в таблиці 1.

Огляд літератури показує, що серед трьох типів тієнопіримідинових похідних найбільша зацікавленість науковців спостерігається щодо тієно[2,3-d]піримідинових сполук і майже ніякої уваги не приділено тієно[3,4-d]піримідинам,

Таблиця 1

Результати літературного огляду для оцінювання впливу методів синтезу на біоактивність і цитотоксичність тієнопіримідинових похідних

	Тип замісника	Короткий опис синтезу	Функція тієнопіримідину
1	2	3	4
Тієно[2,3-d]піримідин			
Faraji (2020)	1,3,4-тіадіазола рилсечовинна функціональність	Вихідні сполуки: 4-ацетилпіридин, етилціаноацетат та сірка Реакція Гевальда з утворенням багатозаміщеного тіофену Реакція циклоутворення з утворенням тієно[2,3-d]піримідинового каркасу Реакція хлорування карбонільної групи Реакція хлорованого фрагменту з діарилсечовиною з утворенням цільових сполук	Інгібітор VEGFR-2
El-Metwally (2019)	Замісники в позиції 4	Реакція сильного нуклеофілу 4-гіразинпохідної з електрофільними каркасами (дикетонні сполуки, ангідриди, галогенангідриди, складні ефіри, алкілгалогеніди, ізоціанати, ізоціанатні похідні, карбонові кислоти, азотиста кислота, триетилортоформіат, сірковуглець, акрилонітрил)	Інгібітор топоізомерази II
Mghwary (2019)	Замісники в позиції 4	Вихідні сполуки: циклопентанон, малонітрил та сірка Реакція Гевальда з утворенням 2-аміно-5,6,7,8-тетрагідро-4Н-циклопента[b]тіофен-3-карб онітрилу Реакція з мурашиною кислотою та наступне хлорування Реакція із заміщення бензолсульфонамідами та фенолами з утворенням цільових тієнопіримідинових похідних	Інгібітор EGFR та VEGFR-2
Khedr (2021)	5-ізопропіл-6-м етильна група, 4-оксогрупа	Вихідні сполуки: етил-2-аміно-4-ізопропіл-5-метилтіофен-3-карбоксилат, отриманий реакцією Гевальда Тримання цільових похідних 6-ізопропіл-7-метил-5Н-тіазоло[3,2-a]тієно[2,3-d]піриміди н-3,5(2Н)-діону	Інгібітор mGluR-1
Илев (2023)	2-алкільна група 4-аміногрупа	Вихідні сполуки: етилацетоацетат, малонітрил та сірка Реакція Гевальда з утворенням етил-2-аміно-3-ціано-4-метилтіофен-5-карбоксилату Реакція заміщення для отримання заміщених похідних тієнопіримідину	Інгібітор апоптозу
Toolabi (2019)	Аніліновий та циннамідний замісники в положенні 4 та 6	Вихідні сполуки: 2,5-дигідрокси-1,4-дитіан і малонітрил Реакція Гевальда з утворенням 2-амінотіофен-3-карбонітрилу Реакція циклоутворення з мурашиною кислотою в присутності сірчаної кислоти з утворенням тієно[2,3-d]піримідин-4(3Н)-ону Реакція нітрування концентрованою сірчаною кислотою та азотною кислотою Реакція хлорування, змішування з різними анілінами; Реакція відновлення нітрогрупи, приєднаної до положення С-6 тієнопіримідинового ядра Реакція амідкування різними циннамоїлхлоридами	Інгібітор апоптозу
Biradar (2023)	Анілінова функціональність	Вихідні сполуки: 1,4-дитіан-2,5-діол, етилціаноацетат, триметиламін Реакція Гевальда з утворенням тіофенового циклу Реакція конденсації піримідинового кільця за допомогою формаміду Реакція хлорування з використанням POCl ₃ Реакції заміщення аніліновими групами	Інгібітор апоптозу
Safwat (2021)	Халькон (1,3-діарил-2-пропен-1-он	Халькони були створені реакцією конденсації Клайзена-Шмідта ароматичних альдегідів з 4-метоксиацетофеноном (1 : 1), використовуючи 40 % гідроксид калію як основи в етанолі, після чого утворений халькон сполучали з похідними піридо[2,3-d]піримідину	Інгібітор апоптозу
Elmongy (2022)	Тіофенове кільце	Вихідні сполуки: циклокетон, етилціаноацетат, сірка, вторинний амін Реакція Гевальда з утворенням амінотіофенкарбоксилату Нагрівання зі зворотним холодильником у надлишку формаміду з утворенням циклогептатієно[2,3-d]піримідин-4(3Н)-ону Реакція хлорування з утворенням хлорованої похідної Нагрівання зі зворотним холодильником з гіразин гідратом та етанолом з утворенням 4-гіразинової похідної, з подальшим перетворенням на хлорацетамідної похідної	Інгібітор апоптозу

1	2	3	4
Взаємодія з амінами			
Kaliraj (2020)	Лактамне кільце	Реакція сульфурного елементу, етилціаноацетату, морфоліну та циклокетону/етилацетоацетату з утворенням амініотіофену Нагрівання в надлишку формаміду зі зворотним холодильником з утворенням циклогептатієно[2,3-d]піримідин-4(3H)-ону Реакція хлорування оксихлоридом фосфору	Інгібітор апоптозу
Elmongy (2023)	Сульфонамід	Вихідні сполуки: етилціаноацетат, морфолін, циклокетон, сірка Нагрівання в надлишку формаміду з утворенням циклогептатієно[2,3-d]піримідин-4(3H)-ону Реакція хлорування Кип'ятіння із сульфонамідним похідним сульфагуанідину з утворенням N-карбамімідоіл-4-((5,6,7,8-тетрагідробензо[4,5]тієно[2,3-d]піримідин-4-іл)аміно)бензолсульфонамід/етил-4-((4-(N-карбамімідоілсульфамойл)феніл)аміно)-5-метилтієно[2,3-d]піримідин-6-карбоксилату	Інгібітор FGFR-1
Тієно[3,2-d]піримідин			
Toolabi (2019)	6-ціннамоїльна група, 4-ариламіногрупа	Реакції Гевальда комерційно доступного метил 3-амінотіофен-2-карбоксилат з формамідом до 2-амінотіофен-3-карбонітрилу до тієно[3,2-d]піримідин-4(3H)-ону Реакція циклоутворення мурашиною кислотою в присутності сірчаної кислоти до тієно[2,3-d]піримідин-4(3H)-ону Реакція нітрування Реакція хлорування та перемішування з різними анілінами в ізопропанолі Реакція відновлення нітрогрупи, приєднаної до положення С-6 тієнопіримідинового ядра Реакція амідування різними циннамоїлхлоридами	Інгібітор апоптозу
Romagnoli (2019)	Похідні аніліну в положенні 6	Реакція циклоконденсації похідних етил-2-амінотіофен-3-карбоксилату з HCONH ₂ Реакція хлорування Реакція нуклеофільного заміщення 4-хлоридного атома 3,4,5-триметоксианіліном у киплячому ізопропанолі зі зворотним холодильником для отримання похідних тієно[2,3-d]піримідин-4(3H)-ону	Інгібітор апоптозу
Farghaly (2021)	Тріазольне кільце	Вихідні сполуки: 4-гідразиніл-7-фенілтієно[3,2-d]піримідин Реакція конденсації з альдегідами або кетонами з утворенням гідразонів або з арилсульфінілхлоридами з утворенням сульфогідразидних похідних Нагрівання гідразинових похідних з аліфатичними карбоновими кислотами з утворенням цільових тієнопіримідинових сполук	Інгібітори EGFR та ARO

оскільки їх синтез є найбільш складним і часто дає нестабільні сполуки.

Найпоширенішими реагентами, що використовуються для отримання бажаних карбонних тієно[2,3-d]піримідинів, є різноманітні заміщені тіофен-2-аміни, наприклад, 2-амінотіофен-3-карбоксилат, який є найбільш поширеним стартовим реагентом, 4,5-диметил-2-(1H-тетразол-1-іл) тіофен-3-карбоксилат, 2-аміно-4,5-диметилтіофенкарбоксамід, 2-амінотіофен-3-карбогідразид. Також часто застосовуються схеми синтезу, які починаються з похідних піримідину, наприклад, 4-оксо-6-феніл-2-тіоксо-1,2,3,4-тетрагідропіримідин-5-карбонітрил.

Дизайн нових тієнопіримідинів йде шляхом як заміщення різних замісників, так і створення трициклічних структур, наприклад, конденсованих тієнопіримідинів із тріазольним або лактамним кільцем.

Протиракова активність тієнопіримідинів пояснюється тим, що вони виконують роль інгібіторів FLT3, Mnk1, mTOR/PI3Kα, EGFR, EGFR/HER2, VEGFR-2, B-RAF, CDK4, Аврора-кінази, Tіє 2, а також сприяють гальмуванню полімеризації тубуліну та неселективною антипроліферативною активністю. Причому одні й ті ж тієнопіримідинові сполуки можуть проявляти різну біологічну активність та різну цитотоксичність

на ракових клітинах різного типу і проявляти значно більшу ефективність для одного типу клітин і водночас значно меншу ефективність – для другого типу ракових клітин.

Деякі дослідження базувалися на цілеспрямованому синтезі похідних тієнопіримідинів, які б мали спорідненість до того чи іншого рецептора і виконували б роль конкретного інгібітора. Проте літературний огляд показує, що часто активність тієнопіримідинів приписується механізму інгібування апоптозу. Результати огляду дозволяють вважати, що всі розглянуті похідні тієнопіримідинів проявляють біологічну активність і токсичність по відношенню до ракових клітин (Faraji, 2020; El-Metwally, 2019; Khedr, 2021; Elmongy, 2023; Farghaly, 2021).

Тієно[2,3-d]піримідин-1,3,4-тіадіазоларилсечовини показали себе потенційними інгібіторами клітинної проліферації та ангиогенезу і виявили цитотоксичну активність різного ступеня по відношенню до ракових клітин PC3 (клітини раку передміхурової залози), HepG2 (клітини раку печінки), T47D (клітини раку молочної залози) та HUVEC (первинні ендотеліальні клітини пупкової вени), причому для клітин PC3 – уже за концентрації менше 13 мкМ. Найбільший цитотоксичний ефект на клітини PC3 виявила сполука з F у пара-положенні (1-(4-флюорфеніл)-3-(5-((5-(піридин-4-іл)тієно[2,3-d]піримідин-4-іл)тієно)-1,3,4-тіадіазоліл-2-іл)сечовина), а сполука з Cl у пара-положенні мала найменший цитотоксичний ефект по відношенню до HepG2 (Faraji, 2020).

Хальконові похідні також виявили цитотоксичний потенціал, причому похідні, що містили 3-метоксидонорні функціональні групи на хальконовому фрагменті, демонстрували значну антипроліферативну активність (приблизно у 18 разів більшу) порівняно зі сполуками, що містили електроноакцепторну функціональну групу на хальконовому фрагменті. Причому гарні результати показували й ті похідні, що містили 3-метоксидонорні функціональні групи на атомі сульфуру або атомі нітрогену тієнопіримідинового каркасу (Safwat, 2021).

Анілінові похідні тієно[2,3-d]піримідинів показали протилежну картину. Серед них найбільшу біологічну активність виявили сполуки з більшою кількістю електроноакцепторних

груп (F). На анілінових похідних також проявився ефект зниження токсичності, яку надають групи NO₂, у разі якщо похідне також містить галоген. Як правило, сполука, що містить групу NO₂, може проявляти токсичність шляхом утворення супероксидного аніон-радикала, а потім – перекису водню. Але в разі наявності інших хімічних груп у сполуках токсичність груп NO₂ може знизитися. Замісники хлор і бром можуть змінювати реакційну здатність нітрогрупи, роблячи її менш токсичною або взагалі нетоксичною.

На анілінових похідних також було відзначено, що сполука з однією формою заміщення, тобто або галогеном (Cl, Br, F), або нітро-групою (NO₂), виявляє цитотоксичну активність, причому біологічна активність сполук з одностипним заміщенням галогеном (Cl, F) зростає зі збільшенням числа заміщень (Toolabi, 2019; Viradar, 2023; Romagnoli, 2019).

Заміщення тієно[3,2-d]піримідинового каркасу в положенні 6 електродонорними або електроакцепторними групами змінює біологічну активність тієно[3,2-d]піримідинів, зокрема їх антипроліферативну активність, по-різному. Так влюор-група знижує біологічну активність по відношенню до ракових клітин, а інші галогени, навпаки, посилюють, причому автори дослідження зв'язують такий ефект з масою галогенової функціональної групи і вважають, що збільшення маси призводить до посилення біологічної антипроліферативної активності. Також позитивний вплив мала метална група в положенні 6 тієно[3,2-d]піримідинового каркасу, а метоксигрупа виявилася ще більш активною (Romagnoli, 2019).

Висновки і перспективи подальших досліджень. Приведене дослідження показує, що розроблення біологічно активних сполук на основі тієнопіримідинів для лікування онкологічних захворювань та нових методів їх синтезу є актуальним, проте вкрай складним науковим і технічним завданням, і вимагає серйозного міждисциплінарного підходу із залученням спеціалістів з органічного синтезу, дизайну органічних молекул, біології та фармакології.

Аналіз відібраних праць показує, що автори спираються на попередній досвід та літературні дані й під час вибору відповідних замісників намагаються вводити такі замісники, які вже

показали певну протиракову/протиухлинну активність (наприклад, інгібіторів апоптозу), або проявили функцію інгібіторів FLT3, Mnkс, mTOR/PI3Ka, EGFR, EGFR/HER2, VEGFR-2, B-RAF, CDK4, Аврора-кінази, Tie 2, а також сприяли гальмуванню полімеризації тубуліну та проявляли неселективну антипроліферативну активність.

Результати огляду показують, що порівняно з дослідженнями попередніх десятиліть нові підходи включають синтез трициклічних структур, «прищеплення» до тієнопіримідинових каркасів замісників більш складної конструкції, які у свою чергу самі можуть бути заміщеними, а також створення гібридних молекул, наприклад, кон'югатів, кожен фрагмент яких має свою біологічну активність. На цитотоксичність та антипроліферативну активність впливає: тип конкретного замісника; комбінація різнорідних замісників, оскільки один замісник може зменшувати активність іншого; місце заміщення. Причому наукові роботи показують, що заміщення різнорідними замісниками в одному й тому самому положенні може давати різний цитотоксичний ефект та біологічну активність.

Результати дослідження також показали спроби синтезувати нові похідні, не лише спираючись на вже накопичений емпіричний досвід, але й на цілеспрямований синтез сполук, які мають спорідненість до чого чи іншого рецептора, який бере участь у розвитку онкологічного захворювання.

Таким чином, для майбутнього розвитку області синтезу біологічно активних сполук на основі тієнопіримідинів увагу варто також приділяти дизайну сполуки та вибору оптимального типу замісників і їх положення в структурі для досягнення найкращих показників біологічної активності та токсичності тієнопіримідинів по відношенню до ракових клітин.

Подяка. Авторка висловлює особливу подяку чл.-кор. НАН України, д. фарм. н., д. хім. н., проф. В. П. Черних, д. хім. н., проф. Л. А. Шемчуку, д. хім. н., проф. С. М. Хрипаку за надання можливості проведення наукових досліджень на сучасному рівні, за керування цим напрямком досліджень та обговорення їх результатів, д. біол. н., проф. Л. М. Малоштан та к. мед. н. В. В. Казмірчуку за співпрацю та проведення біологічних досліджень.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Ali E. M.H., Abdel-Maksoud M.S., Oh C.-H. Thieno[2,3-d]pyrimidine as a promising scaffold in medicinal chemistry: Recent advances. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. 2019. Vol. 27, no. 7. P. 1159–1194. URL: <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2019.02.044> (date of access: 26.10.2024).
2. Cytotoxicity of dextran-graft-polyacrylamide/zinc oxide nanoparticles against doxorubicin-resistant breast cancer cells / P.A. Virych et al. *The Ukrainian Biochemical Journal*. 2023. Vol. 95, no. 6. P. 73–80. URL: <https://doi.org/10.15407/ubj95.06.073> (date of access: 26.10.2024).
3. Design and Synthesis of New Thiophene/Thieno[2,3-d]pyrimidines along with Their Cytotoxic Biological Evaluation as Tyrosine Kinase Inhibitors in Addition to Their Apoptotic and Autophagic Induction / E.I. Elmongy et al. *Molecules*. 2021. Vol. 27, no. 1. P. 123. URL: <https://doi.org/10.3390/molecules27010123> (date of access: 26.10.2024).
4. 2-Alkyl-Substituted-4-Amino-Thieno[2,3-d]Pyrimidines: Anti-Proliferative Properties to In Vitro Breast Cancer Models / I. Iliev et al. *Molecules*. 2023. Vol. 28, no. 17. P. 6347. URL: <https://doi.org/10.3390/molecules28176347> (date of access: 26.10.2024).
5. Design, Cytotoxicity and Antiproliferative Activity of 4-Amino-5-methyl-thieno[2,3-d]pyrimidine-6-carboxylates against MFC-7 and MDA-MB-231 Breast Cancer Cell Lines / A. Mavrova et al. *Molecules*. 2022. Vol. 27, no. 10. P. 3314. URL: <https://doi.org/10.3390/molecules27103314> (date of access: 26.10.2024).
6. Design, synthesis and evaluation of novel thienopyrimidine-based agents bearing diaryl urea functionality as potential inhibitors of angiogenesis / A. Faraji et al. *European Journal of Medicinal Chemistry*. 2021. Vol. 209. P. 112942. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2020.112942> (date of access: 26.10.2024).
7. Design, Synthesis, and Biological Evaluation of 6-Substituted Thieno[3,2-d]pyrimidine Analogues as Dual Epidermal Growth Factor Receptor Kinase and Microtubule Inhibitors / R. Romagnoli et al. *Journal of Medicinal Chemistry*. 2019. Vol. 62, no. 3. P. 1274–1290. URL: <https://doi.org/10.1021/acs.jmedchem.8b01391> (date of access: 26.10.2024).
8. El-Metwally S.A., Khalil A.K., El-Sayed W.M. Design, molecular modeling and anticancer evaluation of thienof[2,3-d]pyrimidine derivatives as inhibitors of topoisomerase II. *Bioorganic Chemistry*. 2020. Vol. 94. P. 103492. URL: <https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2019.103492> (date of access: 26.10.2024).
9. In Silico Screening and Anticancer-Apoptotic Evaluation of Newly Synthesized Thienopyrimidine / Sulfoamide Hybrids / E.I. Elmongy et al. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023. Vol. 24, no. 13. P. 10827. URL: <https://doi.org/10.3390/ijms241310827> (date of access: 26.10.2024).

10. Kaliraj S., Jeyalakshmi R., Kathiravan M. K. Synthesis, Cytotoxic Activity and Molecular Docking Studies of New Condensed Thieno[2,3-d]Pyrimidines as Antitumor Agents. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2020. Vol. 54, no. 3. P. 258–267. URL: <https://doi.org/10.1007/s11094-020-02188-w> (date of access: 26.10.2024).
11. Novel thienopyrimidine analogues as potential metabotropic glutamate receptors inhibitors and anticancer activity: Synthesis, In-vitro, In-silico, and SAR approaches / M.A. Khedr et al. *Bioorganic Chemistry*. 2021. Vol. 109. P. 104729. URL: <https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2021.104729> (date of access: 26.10.2024).
12. Novel thienopyrimidine derivatives as dual EGFR and VEGFR-2 inhibitors: design, synthesis, anticancer activity and effect on cell cycle profile / A. E. S. Mghwary et al. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*. 2019. Vol. 34, no. 1. P. 838–852. URL: <https://doi.org/10.1080/14756366.2019.1593160> (date of access: 26.10.2024).
13. Recent updates on thienopyrimidine derivatives as anticancer agents / M. T. M. Sayed et al. *Medicinal Chemistry Research*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1007/s00044-023-03040-y> (date of access: 26.10.2024).
14. Research developments in the syntheses, anti-inflammatory activities and structure–activity relationships of pyrimidines / H. U. Rashid et al. *RSC Advances*. 2021. Vol. 11, no. 11. P. 6060–6098. URL: <https://doi.org/10.1039/d0ra10657g> (date of access: 26.10.2024).
15. Rizak H. Study of acute toxicity of 2,4-dioxo- and 4-imino-2-oxo-3-phenyl-5-r-6-r'-thieno[2,3-d]pyrimidines. *International Conference on Science, Innovations and Global Solutions*. Futurity Research Publishing. P. 335–338. URL: <https://futurity-publishing.com/wp-content/uploads/2024/07/Rizak-G.-2024v2.pdf> (date of access: 26.10.2024).
16. Rizak G. V. Search for biologically active substances using the example of 2,4-dioxo- and 4-imino-2-oxo-3-phenyl-5-R-6-R-thieno[2,3-d]pyrimidines, prospects for their use in pharmacy and medicine. *Azərbaycan Əczaçılıq və Farmakoterapiya Jurnalı = Azerbaijan Pharmaceutical & Pharmacotherapy Journal*. 2023. Vol. 23, No. 1. P. 29–46.
17. Suresha Biradar M., Nargund S. L., Thapa S. Synthesis and Cytotoxicity Assay of Aniline Substituted Thienopyrimidines for Anti-Colorectal Cancer Activity. *Results in Chemistry*. 2023. P. 100926. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2023.100926> (date of access: 26.10.2024).
18. Synthesis, Anticancer Assessment, and Molecular Docking of Novel Chalcone-Thienopyrimidine Derivatives in HepG2 and MCF-7 Cell Lines / G. M. Safwat et al. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2021. Vol. 2021. P. 1–27. URL: <https://doi.org/10.1155/2021/4759821> (date of access: 26.10.2024).
19. 6-Cinnamoyl-4-arylaminothienopyrimidines as highly potent cytotoxic agents: Design, synthesis and structure-activity relationship studies / M. Toolabi et al. *European Journal of Medicinal Chemistry*. 2020. Vol. 185. P. 111786. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2019.111786> (date of access: 26.10.2024).
20. The synthesis, transformations and biological activity of thieno[2,3-d]pyrimidine derivatives with the carboxylic groups as the substituents in the pyrimidine ring / O. D. Vlasova et al. *Journal of Organic and Pharmaceutical Chemistry*. 2020. Vol. 18, no. 4(72). P. 4–13. URL: <https://doi.org/10.24959/ophcj.20.209835> (date of access: 26.10.2024).
21. Thienopyrimidine: A Promising Scaffold to Access Anti-Infective Agents / P. Lagardère et al. *Pharmaceuticals*. 2021. Vol. 15, no. 1. P. 35. URL: <https://doi.org/10.3390/ph15010035> (date of access: 26.10.2024).

REFERENCES:

1. Ali, E. M. H., Abdel-Maksoud, M. S., & Oh, C.-H. (2019). Thieno[2,3-d]pyrimidine as a promising scaffold in medicinal chemistry: Recent advances. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 27(7), 1159–1194. <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2019.02.044>
2. El-Metwally, S. A., Khalil, A. K., & El-Sayed, W. M. (2020). Design, molecular modeling and anticancer evaluation of thieno[2,3-d]pyrimidine derivatives as inhibitors of topoisomerase II. *Bioorganic Chemistry*, 94, 103492. <https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2019.103492>
3. Elmongy, E. I., Attallah, N. G. M., Altwaijry, N., AlKahtani, M. M., & Henidi, H. A. (2021). Design and Synthesis of New Thiophene/Thieno[2,3-d]pyrimidines along with Their Cytotoxic Biological Evaluation as Tyrosine Kinase Inhibitors in Addition to Their Apoptotic and Autophagic Induction. *Molecules*, 27(1), 123. <https://doi.org/10.3390/molecules27010123>
4. Elmongy, E. I., Binjubair, F. A., Alshehri, O. Y., Baeshen, K. A., Almukhalifi, Z. A., & Henidi, H. A. (2023). In Silico Screening and Anticancer-Apoptotic Evaluation of Newly Synthesized Thienopyrimidine/Sulfonamide Hybrids. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(13), 10827. <https://doi.org/10.3390/ijms241310827>
5. Faraji, A., Oghabi Bakhshaiesh, T., Hasanvand, Z., Motahari, R., Nazeri, E., Boshagh, M. A., Firoozpour, L., Mehrabi, H., Khalaj, A., Esmaceli, R., & Foroumadi, A. (2021). Design, synthesis and evaluation of novel thienopyrimidine-based agents bearing diaryl urea functionality as potential inhibitors of angiogenesis. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 209, 112942. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2020.112942>
6. Iliev, I., Mavrova, A., Yancheva, D., Dimov, S., Staneva, G., Nesheva, A., Tsoneva, I., & Nikolova, B. (2023). 2-Alkyl-Substituted-4-Amino-Thieno[2,3-d]Pyrimidines: Anti-Proliferative Properties to In Vitro Breast Cancer Models. *Molecules*, 28(17), 6347. <https://doi.org/10.3390/molecules28176347>

7. Kaliraj, S., Jeyalakshmi, R., & Kathiravan, M.K. (2020). Synthesis, Cytotoxic Activity and Molecular Docking Studies of New Condensed Thieno[2,3-d]Pyrimidines as Antitumor Agents. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 54(3), 258–267. <https://doi.org/10.1007/s11094-020-02188-w>
8. Khedr, M.A., Abu-Zied, K.M., Zaghary, W.A., Aly, A.S., Shouman, D.N., & Hafez, H. (2021). Novel thienopyrimidine analogues as potential metabotropic glutamate receptors inhibitors and anticancer activity: Synthesis, In-vitro, In-silico, and SAR approaches. *Bioorganic Chemistry*, 109, 104729. <https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2021.104729>
9. Lagardère, P., Fersing, C., Masurier, N., & Lisowski, V. (2021). Thienopyrimidine: A Promising Scaffold to Access Anti-Infective Agents. *Pharmaceuticals*, 15(1), 35. <https://doi.org/10.3390/ph15010035>
10. Lagardère, P., Fersing, C., Masurier, N., & Lisowski, V. (2021). Thienopyrimidine: A Promising Scaffold to Access Anti-Infective Agents. *Pharmaceuticals*, 15(1), 35. <https://doi.org/10.3390/ph15010035>
11. Mavrova, A., Dimov, S., Sulikovska, I., Yancheva, D., Iliev, I., Tsoneva, I., Staneva, G., & Nikolova, B. (2022). Design, Cytotoxicity and Antiproliferative Activity of 4-Amino-5-methyl-thieno[2,3-d]pyrimidine-6-carboxylates against MFC-7 and MDA-MB-231 Breast Cancer Cell Lines. *Molecules*, 27(10), 3314. <https://doi.org/10.3390/molecules27103314>
12. Rashid, H. u., Martines, M.A. U., Duarte, A.P., Jorge, J., Rasool, S., Muhammad, R., Ahmad, N., & Umar, M.N. (2021). Research developments in the syntheses, anti-inflammatory activities and structure–activity relationships of pyrimidines. *RSC Advances*, 11(11), 6060–6098. <https://doi.org/10.1039/d0ra10657g>
13. Rizak, G. (2024). Study of Acute Toxicity of 2,4-dioxo- and 4-imino-2-oxo-3-phenyl-5-r-6-r'- thieno[2,3-d]pyrimidines. *International Conference on Science, Innovations and Global Solutions*. (pp. 335-338). Futurity Research Publishing. <https://futurity-publishing.com/wp-content/uploads/2024/07/Rizak-G.-2024v2.pdf>
14. Rizak, G. V. (2023). Search for biologically active substances using the example of 2,4-dioxo- and 4-imino-2-oxo-3-phenyl-5-R-6-R'-thieno[2,3-d]pyrimidines, prospects for their use in pharmacy and medicine. *Azərbaycan Əczaçılıq və Farmakoterapiya Jurnalı = Azerbaijan Pharmaceutical & Pharmacotherapy Journal*, 23(1), 29–46.
15. Romagnoli, R., Prencipe, F., Oliva, P., Baraldi, S., Baraldi, P.G., Schiaffino Ortega, S., Chayah, M., Kimatrai Salvador, M., Lopez-Cara, L. C., Brancale, A., Ferla, S., Hamel, E., Ronca, R., Bortolozzi, R., Mariotto, E., Mattiuzzo, E., & Viola, G. (2019). Design, Synthesis, and Biological Evaluation of 6-Substituted Thieno[3,2-d]pyrimidine Analogues as Dual Epidermal Growth Factor Receptor Kinase and Microtubule Inhibitors. *Journal of Medicinal Chemistry*, 62(3), 1274–1290. <https://doi.org/10.1021/acs.jmedchem.8b01391>
16. Safwat, G. M., Hassanin, K. M. A., Mohammed, E. T., Ahmed, E. K., Abdel Rheim, M. R., Ameen, M. A., Abdel-Aziz, M., Gouda, A. M., Peluso, I., Almeer, R., Abdel-Daim, M. M., & Abdel-Wahab, A. (2021). Synthesis, Anticancer Assessment, and Molecular Docking of Novel Chalcone-Thienopyrimidine Derivatives in HepG2 and MCF-7 Cell Lines. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2021, 1–27. <https://doi.org/10.1155/2021/4759821>
17. Sayed, M. T. M., Hassan, R. A., Halim, P. A., & El-Ansary, A. K. (2023). Recent updates on thienopyrimidine derivatives as anticancer agents. *Medicinal Chemistry Research*. <https://doi.org/10.1007/s00044-023-03040-y>
18. Suresha Biradar, M., Nargund, S. L., & Thapa, S. (2023). Synthesis and Cytotoxicity Assay of Aniline Substituted Thienopyrimidines for Anti-Colorectal Cancer Activity. *Results in Chemistry*, 100926. <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2023.100926>
19. Toolabi, M., Moghimi, S., Bakhshaiesh, T. O., Salarinejad, S., Aghcheli, A., Hasanvand, Z., Nazeri, E., Khalaj, A., Esmaili, R., & Foroumadi, A. (2020). 6-Cinnamoyl-4-arylaminothienopyrimidines as highly potent cytotoxic agents: Design, synthesis and structure-activity relationship studies. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 185, 111786. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2019.111786>
20. Virych, P.A., Chumachenko, V.A., Virych, P.A., Pavlenko, V.O., & Kutsevol, N.V. (2023). Cytotoxicity of dextran-graft-polyacrylamide/zinc oxide nanoparticles against doxorubicin-resistant breast cancer cells. *The Ukrainian Biochemical Journal*, 95(6), 73–80. <https://doi.org/10.15407/ubj95.06.073>
21. Vlasova, O. D., Vlasov, S. V., Kabachnyy, V. I., & Vlasov, V. S. (2020). The synthesis, transformations and biological activity of thieno[2,3-d]pyrimidine derivatives with the carboxylic groups as the substituents in the pyrimidine ring. *Journal of Organic and Pharmaceutical Chemistry*, 18(4(72)), 4–13. <https://doi.org/10.24959/ophcj.20.209835>

УДК 547.7+547.8+615.2

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-4>

Леся САЛІЄВА

кандидат хімічних наук, доцент кафедри органічної та фармацевтичної хімії, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі, 13, м. Луцьк, Волинська обл., Україна, 43025

ORCID: 0000-0002-1047-8652

Наталія СЛИВКА

доктор хімічних наук, доцент, завідувач кафедри органічної та фармацевтичної хімії, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі, 13, м. Луцьк, Україна, 43025

ORCID: 0000-0002-3811-7138

Віктор ТКАЧУК

кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник відділу хімії функціональних гетероциклічних систем, Інститут органічної хімії Національної академії наук України, вул. Академіка Кухаря, 5, м. Київ, Україна, 02660

ORCID: 0000-0002-7978-464X

Михайло ВОВК

доктор хімічних наук, професор, член-кореспондент Національної академії наук України, завідувач відділу хімії функціональних гетероциклічних систем, директор Інституту органічної хімії Національної академії наук України, вул. Академіка Кухаря, 5, м. Київ, Україна, 02660

ORCID: 0000-0003-1753-3535

Бібліографічний опис статті: Салієва, Л., Сливка, Н., Ткачук, В., Вовк, М. (2024). Синтез та оцінка антиоксидантної активності 3-арил-5,6,7,8-тетрагідротіазоло[3,2-*a*][1,3]діазепінів. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 4, 25–30, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-4>

СИНТЕЗ ТА ОЦІНКА АНТИОКСИДАНТНОЇ АКТИВНОСТІ 3-АРИЛ-5,6,7,8-ТЕТРАГІДРОТІАЗОЛО[3,2-*a*][1,3]ДІАЗЕПІНІВ

1,3-Діазепінове ядро входить до складу багатьох біологічно активних сполук, зокрема, природного продукту з протівірусною та протираковою дією коформіцину, протиракового препарату пентостатину, інгібітора β -лактамаз авібактаму. Проведений нами аналіз літературних джерел засвідчив, що впродовж останніх десятиліть підвищеною увагою науковців користуються тіазоло[3,2-*a*][1,3]діазепіни, які зарекомендували себе як потенційні протисудомні агенти та інгібітори агрегації тромбоцитів. Варто відзначити, що в їх ряду відкрито сподійний засіб короткої дії НІЕ-124, який має потенціал для використання з тіопенталом натрію для підтримки анестезії впродовж більш тривалого періоду.

Предметом поданого дослідження став синтез та оцінка антиоксидантної активності 3-арил-5,6,7,8-тетрагідротіазоло[3,2-*a*][1,3]діазепінів. Для реалізації поставленого завдання в ролі базового субстрату використано 1,3-діазепан-2-тіон, який був опробований у реакції циклоконденсації із α -бромоацетофенонами для одержання цільових 3-арил-5,6,7,8-тетрагідротіазоло[3,2-*a*][1,3]діазепінів. Склад та будову синтезованих похідних надійно доведено комплексним фізико-хімічним аналізом, зокрема, методами ЯМР ^1H -, ^{13}C -спектроскопії та хроматомас-спектрометрії, а також даними елементного аналізу.

Оцінка антиоксидантної активності синтезованих 3-арил-5,6,7,8-тетрагідротіазоло[3,2-*a*][1,3]діазепінів базувалась на аналізі інгібування радикалів 1,1-дифеніл-2-пікрілгідрозилу (DPPH). Результати скринінгу продемонстрували, що всі похідні характеризуються багатообіцяючою антиоксидантною дією з рівнем поглинання радикалів 90.6–97.6 %. Найвищий показник інгібування продемонстрував 3-(4-бромофеніл)-5,6,7,8-тетрагідротіазоло[3,2-*a*][1,3]діазепін **6** ($I = 97.6\%$), а найнижчий – 3-(3-нітрофеніл)-5,6,7,8-тетрагідротіазоло[3,2-*a*][1,3]діазепін **4** ($I = 90.6\%$).

Ключові слова: тіазоло[3,2-*a*][1,3]діазепіни, 1,3-діазепан-2-тіон, α -бромоацетофенони, циклоконденсація, антиоксидантна активність.

Lesya SALIYEVA

PhD, Associate Professor at the Department of Organic and Pharmaceutical Chemistry, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Voli ave., Lutsk, Ukraine, 43025

ORCID: 0000-0002-1047-8652

Nataliia SLYVKA

Doctor of Chemistry, Associate Professor, Head of the Department of Organic and Pharmaceutical Chemistry, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Voli ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025

ORCID: 0000-0002-3811-7138

Viktor TKACHUK

PhD, Senior Researcher at the Department of Chemistry of Functional Heterocyclic Systems, Institute of Organic Chemistry of National Academy of Sciences of Ukraine, 5 Akademika Kuharya str., Kyiv, Ukraine, 02660

ORCID: 0000-0002-7978-464X

Mykhailo VOVK

Doctor of Chemistry, Professor, Corresponding Member at the National Academy of Sciences of Ukraine, Head of the Department of Chemistry of Functional Heterocyclic Systems, Director, Institute of Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine, 5 Akademika Kuharya str., Kyiv, Ukraine, 02660

ORCID: 0000-0003-1753-3535

To cite this article: Saliyeva, L., Slyvka, N., Tkachuk, V., Vovk, M. (2024). Syntez ta otsinka antyoksydantnoi aktyvnosti 3-aryl-5,6,7,8-tetrahidrotiazolo[3,2-*a*][1,3]diazepiniv [Synthesis and evaluation antioxidant activity of 3-aryl-5,6,7,8-tetrahydrothiazolo[3,2-*a*][1,3]diazepines]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 4, 25–30, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-4>

SYNTHESIS AND EVALUATION ANTIOXIDANT ACTIVITY OF 3-ARYL-5,6,7,8-TETRAHYDROTHIAZOLO[3,2-*a*][1,3]DIAZEPINES

The 1,3-diazepine core is part of many biologically active compounds, for instance, the natural product coformycin with antiviral and anticancer effects, the anticancer drug pentostatin, and the β -lactamase inhibitor avibactam. Our analysis of literature sources showed that thiazolo[3,2-*a*][1,3]diazepines, which have proven potential anticonvulsant agents and inhibitors of platelet aggregation, have received increased attention from scientists in recent decades. The short-acting hypnotic H1E-124 is worth noting among them which has the potential to be used with sodium thiopental to maintain anesthesia for a longer period.

The subject of the presented research is the synthesis and assessment of antioxidant activity of 3-aryl-5,6,7,8-tetrahydrothiazolo[3,2-*a*][1,3]diazepines. 1,3-Diazepane-2-thione was used as a basic substrate in a cyclocondensation reaction with α -bromoacetophenones to obtain the target 3-aryl-5,6,7,8-tetrahydrothiazolo[3,2-*a*][1,3]diazepines. The composition and structure of the synthesized derivatives was reliably proven by a set of physical and chemical analyses, including ^1H -, ^{13}C -NMR spectroscopy and chromatography-mass spectrometry, as well as elemental analysis data.

The antioxidant activity of the synthesized 3-aryl-5,6,7,8-tetrahydrothiazolo[3,2-*a*][1,3]diazepines was assessed by the inhibition of 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radicals. The screening results showed that all derivatives are characterized by promising antioxidant activity with radical absorption level of 90.6–97.6 %. The highest rate of inhibition was demonstrated by 3-(4-bromophenyl)-5,6,7,8-tetrahydrothiazolo[3,2-*a*][1,3]diazepine **6** ($I = 97.6\%$), and the lowest by 3-(3-nitrophenyl)-5,6,7,8-tetrahydrothiazolo[3,2-*a*][1,3]diazepine **4** ($I = 90.6\%$).

Key words: thiazolo[3,2-*a*][1,3]diazepines, 1,3-diazepane-2-thione, α -bromoacetophenones, cyclocondensation, antioxidant activity.

Актуальність проблеми. В хімічному просторі конденсованих азотовмісних сполук важливе місце займають похідні привілейованої в медичній хімії тiazоло[3,2-*a*][1,3]діазепінової системи, які характеризуються потужним спектром біологічної дії (Malki, Martinez & Masurier, 2021; El-Subbagh, 2021). Зокрема,

тіазолодіазепінове ядро є ключовим фрагментом структури снодійного засобу короткої дії **I** (H1E-124) (Kadi, El-Kashef & El-Subbagh, 2008), протисудомних агентів **II** та **III** (El-Subbagh, Hassan & Sayed-Ahmed, 2011) та інгібіторів агрегації тромбоцитів **IV** (Elslager, McLean & Wheelock, 1971).

Важливою проблемою сучасної медицини є пошук та розробка потужних антиоксидантів, як ключового захисного фактора проти впливу вільних радикалів на організм (Battin, Brumaghim, 2009). Впродовж останніх років значного поширення як потенційні антиоксиданти набули представники синтетичних гетероциклічних сполук, зокрема функціоналізовані та конденсовані похідні тіазолу (Djukic, Fesatidou & Saso, 2018; Chaban, Ogurtsov & Matiychuk, 2019), які характеризуються відносною вираженою активністю та стабільністю (Pokorny, 2007; Stoia, Oancea, 2022). В свою чергу, аналіз літературних джерел засвідчив, що біциклічна частково гідрована система тіазоло[3,2-*a*][1,3]діазепіну є менш вивченою, ніж їх бензанельовані аналоги. З урахуванням вищезазначеного, видавалось обґрунтованим здійснити синтез 5,6,7,8-тетрагідротіазоло[3,2-*a*][1,3]діазепінів та дослідити їх антиоксидантну дію.

Синтез 3-арил-5,6,7,8-тетрагідротіазоло[3,2-*a*][1,3]діазепінів. Для реалізації поставленого завдання на початковому етапі роботи здійснено синтез вихідної сполуки – 1,3-діазепан-2-тіону **1**, який використовувався для отримання цільових 3-арил-5,6,7,8-тетрагідротіазоло[3,2-*a*][1,3]діазепінів. Так, в результаті 0.5 год взаємодії 1,4-діамінобутану із сірководнем в етанолі при кімнатній температурі отримували проміжну тіоуронієву сіль **A**, подальше кип'ятіння якої у воді протягом 14 год приводить до утворення цільового 1,3-діазепан-2-тіону **1** (схема 1) (McKay, Kreling, 1957).

Синтезований 1,3-діазепан-2-тіон **1** був опробований у реакції циклоконденсації із α -бromoацетофенонами **2**. Експериментально встановлено, що 4-год кип'ятіння реагентів у етанолі супроводжується аелюванням тіазольного циклу та утворенням проміжних продуктів солеподібної будови **B**. Їх подальша нейтралізація натрій гідрогенкарбонатом у водно-ацетонному розчині має наслідком утворення відповідних 3-арил-5,6,7,8-тетрагідротіазоло[3,2-*a*][1,3]діазепінів **3–6** (схема 2).

Склад та будова синтезованих похідних **3–6** надійно доведені комплексним фізико-хімічним аналізом із використанням методів ЯМР ^1H -, ^{13}C - спектроскопії та хроматомас-спектрометрії, а також елементного аналізу. Зокрема, у спектрах ЯМР ^1H найдоказовішими є синглети C—H протона аелюваного тіазольного циклу в діапазоні 6.20–6.42 м.ч., а у спектрах ЯМР ^{13}C – відсутність слабкого сигналу групи C=S 1,3-діазепан-2-тіону при 187.8 м.ч. (Ding, Wang & Song, 2019).

Оцінка антиоксидантної дії 3-арил-5,6,7,8-тетрагідро-тіазоло[3,2-*a*][1,3]діазепінів. Оцінку активності поглинання радикалів DPPH 5,6,7,8-тетрагідротіазоло[3,2-*a*][1,3]діазепінами **3–6** здійснювали за концентрації 5 мМ (метанольний розчин, вимірювання після 60 хв.), що дозволяє швидко знаходити потенційні сполуки-хіти з економією часу та кількостей речовин. Як стандартну сполуку використовували аскорбінову кислоту. Результати скринінгу активності поглинання радикалів похідними **3–6** наведені на рис. 1.

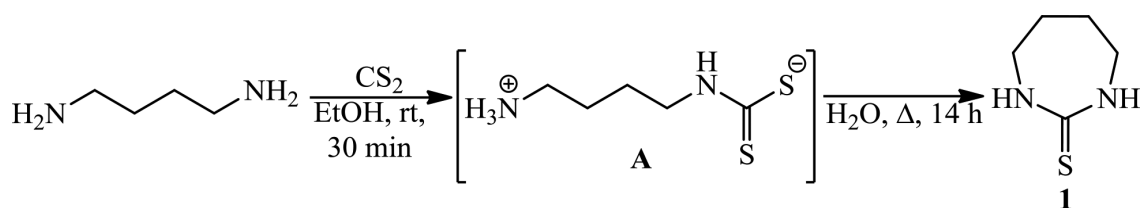


Схема 1. Синтез 1,3-діазепан-2-тіону **1**

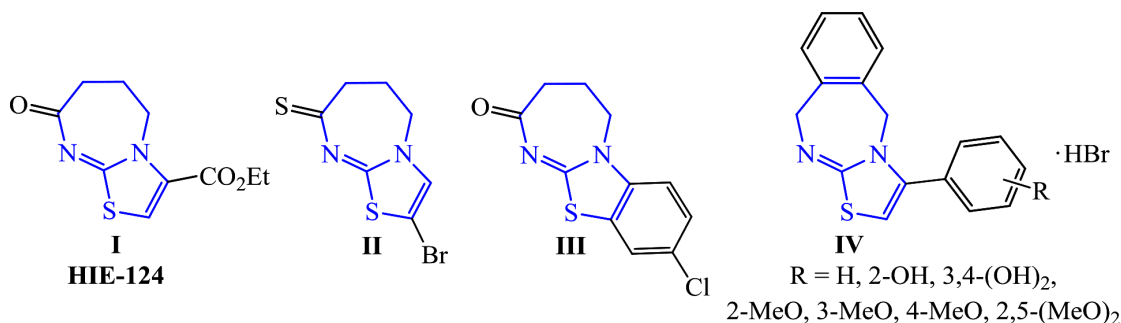


Рис. 1. Біологічно активні похідні тіазоло[3,2-*a*][1,3]діазепінів

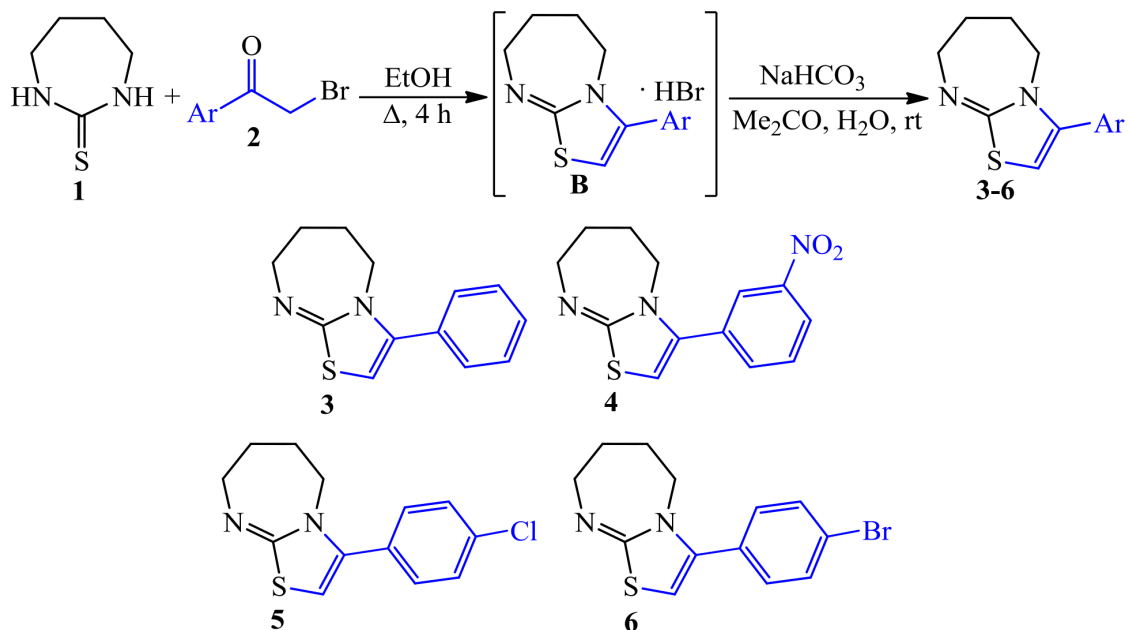


Схема 2. Синтез 3-арил-5,6,7,8-тетрагідротіазоло[3,2-*a*][1,3]діазепінів 3–6

Так, 3-арил-5,6,7,8-тетрагідротіазоло[3,2-*a*][1,3]діазепіни 3–6 характеризуються багатообіцяючою антиоксидантною дією з рівнем поглинання радикалів DPPH 90.6–97.6 %. Найвищий показник інгібування радикалів продемонстрував 3-(4-бромфеніл)-5,6,7,8-тетрагідротіазоло[3,2-*a*][1,3]діазепін 6 ($I=97.6\%$), а найнижчий результат – 3-(3-нітрофеніл)-5,6,7,8-тетрагідротіазоло[3,2-*a*][1,3]діазепін 4 ($I=90.6\%$).

Експериментальна частина.

Спектри ЯМР ^1H і ^{13}C записані на спектрометрі Varian VXR-400 (400 і 126 МГц відповідно) в імпульсному Фур'є-режимі в ДМСО- d_6 , внутрішній стандарт ТМС. Мас-спектри записані

на приладі Agilent LC/MSD SL, колонка Zorbax SB-C18, 4.6×15 мм, 1.8 мкм (PN 82(c)75-932), розчинник ДМСО- d_6 , іонізація електророзпиленням при атмосферному тиску. Елементний аналіз виконаний на приладі PerkinElmer ЧН Analyzer серії 2400 в аналітичній лабораторії Інституту органічної хімії НАН України. Температури топлення усіх синтезованих речовин визначались на столику Кофлера і не коригувалися.

Синтез 1,3-діазепан-2-тіону 1. До розчину 2 г (22,7 ммоль) бутан-1,4-діаміну у 25 мл етанолу при охолодженні повільно додавали 1,36 мл CS_2 . Отриману суміш перемішували при кімнатній температурі протягом 30 хв. Утворену тіоуронієву сіль відфільтровували, сушили, розчиняли у 25 мл дистильованої води, кип'ятили впродовж 14 год, охолоджували до кімнатної температури. Утворений осад відфільтровували та сушили.

Синтез 3-арил-5,6,7,8-тетрагідротіазоло[3,2-*a*][1,3]діазепінів 3-6. До розчину 0,5 г (4,9 ммоль) 1,3-діазепан-2-тіону в 20 мл етанолу додавали 4,9 ммоль відповідного бромоецетофенону. Реакційну суміш кип'ятили 4 год, охолоджували, розчинник випарювали, залишок розчиняли у 20 мл ацетону, нейтралізували розчином NaHCO_3 та екстрагували хлороформом (3×10 мл). Органічний шар сушили Na_2SO_4 , випарювали, отриманий продукт перекристалізовували з етилацетату.

3-Феніл-5,6,7,8-тетрагідротіазоло[3,2-*a*][1,3]діазепін 3. Вихід: 42 %, т. топл.

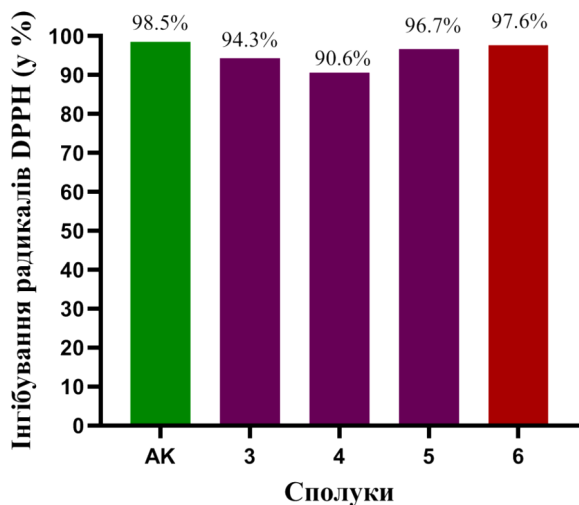


Рис. 1. Інгібування DPPH радикалів 3-арил-5,6,7,8-тетрагідротіазоло[3,2-*a*][1,3]діазепінами 3-6 за концентрації 5 мМ

120–123 °С. ЯМР ^1H спектр, DMSO- d_6 , δ , м.ч. (КССВ, J , Гц): 1.72–1.86 м (2H, CH_2), 3.29–3.39 м (3H, CH_2), 3.57–3.60 м (3H, CH_2), 6.25 с (CH), 7.39–7.47 м (3H, $\text{CH}_{\text{аром.}}$), 7.5829–7.60 м (2H, $\text{CH}_{\text{аром.}}$). ЯМР ^{13}C спектр, DMSO- d_6 , δ , м.ч.: 25.6, 27.2, 43.0, 44.5, 125.9, 128.7, 129.1, 140.7, 167.4. Мас-спектр, m/z : 231 $[\text{M} + \text{H}]^+$. Знайдено, %: С, 68.07; Н, 6.11; N, 12.31. $\text{C}_{13}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{S}$. Вираховано, %: С, 67.79; Н, 6.13; N, 12.16.

3-(4-Нітрофеніл)-5,6,7,8-тетрагідротіазоло[3,2- a][1,3]діазепін 4. Вихід: 74 %, т. топл. 130–132 °С. ЯМР ^1H спектр, DMSO- d_6 , δ , м.ч. (КССВ, J , Гц): 1.67–1.78 м (2H, CH_2), 3.35–3.52 м (6H, CH_2), 6.42 с (CH), 7.70–7.75 м (1H, $\text{CH}_{\text{аром.}}$), 8.01 д (1H, $^3J = 9.0$, $\text{CH}_{\text{аром.}}$), 8.23 д (1H, $^3J = 9.0$, $\text{CH}_{\text{аром.}}$), 8.37 с (1H, $\text{CH}_{\text{аром.}}$). ЯМР ^{13}C спектр, DMSO- d_6 , δ , м.ч.: 27.2, 28.9, 42.2, 44.9, 97.3, 121.0, 123.6, 130.4, 132.7, 144.3, 147.9, 163.0. Мас-спектр, m/z : 276 $[\text{M} + \text{H}]^+$. Знайдено, %: С, 56.99; Н, 4.72; N, 15.43. $\text{C}_{13}\text{H}_{13}\text{N}_3\text{O}_2\text{S}$. Вираховано, %: С, 56.71; Н, 4.76; N, 15.26.

3-(4-Хлорофеніл)-5,6,7,8-тетрагідротіазоло[3,2- a][1,3]діазепін 5. Вихід: 58 %, т. топл. 140–143 °С. ЯМР ^1H спектр, DMSO- d_6 , δ , м.ч. (КССВ, J , Гц): 1.76–1.89 м (3H, CH_2), 3.40–3.48 м (3H, CH_2), 3.61–3.69 м (2H, CH_2), 6.31 с (CH), 7.51 д (2H, $^3J = 6.0$, $\text{CH}_{\text{аром.}}$), 7.62 д (2H, $^3J = 6.0$, $\text{CH}_{\text{аром.}}$). ЯМР ^{13}C спектр, DMSO- d_6 , δ , м.ч.: 25.1, 27.9, 42.1, 44.9, 100.2, 123.0, 128.1, 128.8, 134.0, 139.2, 169.8. Мас-спектр, m/z : 266 $[\text{M} + \text{H}]^+$. Знайдено, %: С, 59.24; Н, 4.94; N, 10.31. $\text{C}_{13}\text{H}_{13}\text{ClN}_2\text{S}$. Вираховано, %: С, 58.97; Н, 4.95; N, 10.58.

3-(4-Бромфеніл)-5,6,7,8-тетрагідротіазоло[3,2- a][1,3]діазепін 6. Вихід: 61 %, т. топл. 132–134 °С. ЯМР ^1H спектр, DMSO- d_6 , δ , м.ч. (КССВ, J , Гц): 1.72–1.86 м (3H, CH_2), 3.29–3.36 м (3H, CH_2), 3.53–3.58 м (2H, CH_2), 6.20 с (CH), 7.54 д (2H, $^3J = 8.0$, $\text{CH}_{\text{аром.}}$), 7.63 д (2H,

$^3J = 8.0$, $\text{CH}_{\text{аром.}}$). ЯМР ^{13}C спектр, DMSO- d_6 , δ , м.ч.: 25.7, 27.2, 42.6, 44.6, 99.3, 122.3, 128.4, 131.6, 140.5, 166.4. Мас-спектр, m/z : 310 $[\text{M} + \text{H}]^+$. Знайдено, %: С, 50.71; Н, 4.19; N, 9.21. $\text{C}_{13}\text{H}_{13}\text{BrN}_2\text{S}$. Вираховано, %: С, 50.49; Н, 4.24; N, 9.06.

Дослідження антиоксидантної активності. Оцінку антиоксидантної активності синтезованих сполук здійснювали з використанням аналізу інгібування радикалів DPPH згідно описаної методики (Brand-Williams, Cuvelier, Berset, 1995). До метанольних розчинів досліджуваних сполук та аскорбінової кислоти як еталону, додавали по 1 мл розчину DPPH (8 мг/100 мл) та залишали при кімнатній температурі в темному місці на 1 год. Величину поглинання визначали за допомогою спектрофотометра UV-1800 при довжині хвилі 517 нм відносно контролю. Кожен зразок аналізували в трьох повторях. Відсоток інгібування розраховували відносно холостого зразка:

$$I \% = \frac{(A_{\text{blank}} - (A_{\text{sample+DPPH}} - A_{\text{sample}}))}{A_{\text{blank}}} \cdot 100 \%$$

де A_{blank} – абсорбція контрольної реакції (включає всі реагенти, крім досліджуваних сполук);

$A_{\text{sample+DPPH}}$ – абсорбція досліджуваних сполук після 60 хв інкубації з розчином DPPH;

A_{sample} – абсорбція досліджуваних сполук без розчину DPPH.

Висновки. Таким чином, взаємодією 1,3-діазепан-2-тіону із фенацилбромідами отримано низку 3-арил-5,6,7,8-тетрагідротіазоло[3,2- a][1,3]діазепінів, які оцінювали на антиоксидантну активність. Експериментально встановлено, що вони здатні інгібувати 90.6–97.6 % радикалів DPPH та є цікавими для поглиблених фармакологічних досліджень та дизайну потенційних синтетичних антиоксидантів.

ЛІТЕРАТУРА:

- Malki Y., Martinez J., Masurier N. 1,3-Diazepine: A privileged scaffold in medicinal chemistry. *Med. Res. Rev.* 2021. 41(4). Pp. 2247–2315.
- El-Subbagh H.I. Novel GABA_A Agonist Entities: Pharmacological Investigation and Molecular Modeling Study of Thiazolo- and Thiadiazolo-[3,2- a][1,3]diazepine Analogs. *Mini Rev. Med. Chem.* 2021. 21(9). Pp. 1048–1057.
- Kadi A.A., El-Kashef H.A., Abdel-Aziz A.A., Hassan G.S., Tettey J., Grant M.H., Lehmann J., El-Subbagh H.I. Synthesis, ultra-short acting hypnotic activity, and metabolic profile of ethyl 8-oxo-5,6,7,8-tetrahydrothiazolo[3,2- a][1,3]diazepin-3-carboxylate (HIE-124). *Arch. Pharm.* 2008. 341(2). Pp. 81–89.
- El-Subbagh H.I., Hassan G.S., El-Azab A.S., Abdel-Aziz A.A., Kadi A.A., Al-Obaid A.M., Al-Shabanah O.A., Sayed-Ahmed M.M. Synthesis and anticonvulsant activity of some new thiazolo[3,2- a][1,3]diazepine, benzo[d]thiazolo[5,2- a][12,6]diazepine and benzo[d]oxazolo[5,2- a][12,6]diazepine analogues. *Eur. J. Med. Chem.* 2011. 46(11). Pp. 5567–5572.

5. Elslager E.F., McLean J.R., Perricone S.C., Potoczak D., Veloso H., Worth D.F., Wheelock R.H. Inhibitors of platelet aggregation. 1. 5,10-Dihydro-3-(phenyl, thienyl, and furyl)thiazolo[3,2-*b*][2,4]benzodiazepines and related compounds. *J. Med. Chem.* 1971. 14(5). Pp. 397–401.
6. Battin E.E., Brumaghim J.L. Antioxidant activity of sulfur and selenium: a review of reactive oxygen species scavenging, glutathione peroxidase, and metal-binding antioxidant mechanisms. *Cell Biochem. Biophys.* 2009. 55(1). Pp. 1–23.
7. Djukic M., Fesatidou M., Xenikakis I., Geronikaki A., Angelova V.T., Savic V., Pasic M., Krilovic B., Djukic D., Gobeljic B., Pavlica M., Djuric A., Stanojevic I., Vojvodic D., Saso L. *In vitro* antioxidant activity of thiazolidinone derivatives of 1,3-thiazole and 1,3,4-thiadiazole. *Chem. Biol. Interact.* 2018. 286. Pp. 119–131.
8. Chaban T., Ogurtsov V., Mahlovanyy A., Sukhodolska N., Chaban I., Harkov S., Matiyuchuk V. Antioxidant properties of some novel derivatives thiazolo[4,5-*b*] pyridine. *Pharmacia.* 2019. 66(4). Pp. 171–180.
9. Pokorny J. Are natural antioxidants better – and safer – than synthetic antioxidants? *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2007. 109(6). Pp. 629–642.
10. Stoia M., Oancea S. Low-Molecular-Weight Synthetic Antioxidants: Classification, Pharmacological Profile, Effectiveness and Trends. *Antioxidants (Basel, Switzerland).* 2022. 11(4). Pp. 638.
11. Mckay A.F., Kreling M.-E. Preparation and Chemistry of Δ^8 -hexahydro-1,4,8-pyrimidazole, Δ^9 -1,5,9-triazabicyclo[4.4.0]decene, and Δ^9 -1,4,9- triazabicyclo[5.3.0]decene. *Can. J. Chem.* 1957. 35(12). Pp. 1438–1445.
12. Ding C., Wang S., Sheng Y., Dai Q., Zhao Y., Liang G., Song Z. One-step construction of unsymmetrical thioureas and oxazolidinethiones from amines and carbon disulfide *via* a cascade reaction sequence. *RSC Adv.*, 2019. 9(46). Pp. 26768–26772.
13. Brand-Williams W., Cuvelier M. E., Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT – Food Sci. Technol.* 1995. 28(1). Pp. 25–30.

REFERENCES:

1. Malki, Y., Martinez, J., Masurier, N. (2021). 1,3-Diazepine: A privileged scaffold in medicinal chemistry. – *Medicinal Research Reviews*, 41(4), 2247–2315.
2. El-Subbagh, H. I. (2021). Novel GABA_A Agonist Entities: Pharmacological Investigation and Molecular Modeling Study of Thiazolo- and Thiadiazolo-[3,2-*a*][1,3]diazepine Analogs. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, 21(9), 1048–1057.
3. Kadi, A.A., El-Kashef, H.A., Abdel-Aziz, A.A., Hassan, G.S., Tettey, J., Grant, M.H., Lehmann, J., El-Subbagh, H.I. (2008). Synthesis, ultra-short acting hypnotic activity, and metabolic profile of ethyl 8-oxo-5,6,7,8-tetrahydro-thiazolo[3,2-*a*][1,3]diazepin-3-carboxylate (HIE-124). *Archiv der Pharmazie*, 341(2), 81–89.
4. El-Subbagh, H. I., Hassan, G. S., El-Azab, A. S., Abdel-Aziz, A. A., Kadi, A. A., Al-Obaid, A. M., Al-Shabanah, O. A., Sayed-Ahmed, M. M. (2011). Synthesis and anticonvulsant activity of some new thiazolo[3,2-*a*][1,3]diazepine, benzo[*d*]thiazolo[5,2-*a*][12,6]diazepine and benzo[*d*]oxazolo[5,2-*a*][12,6]diazepine analogues. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 46(11), 5567–5572.
5. Elslager, E.F., McLean, J.R., Perricone, S.C., Potoczak, D., Veloso, H., Worth, D.F., Wheelock, R.H. (1971). Inhibitors of platelet aggregation. 1. 5,10-Dihydro-3-(phenyl, thienyl, and furyl)thiazolo[3,2-*b*][2,4]benzodiazepines and related compounds. *Journal of Medicinal Chemistry*, 14(5), 397–401.
6. Battin, E.E., Brumaghim, J.L. (2009). Antioxidant activity of sulfur and selenium: a review of reactive oxygen species scavenging, glutathione peroxidase, and metal-binding antioxidant mechanisms. *Cell Biochemistry and Biophysics*, 55(1), 1–23.
7. Djukic, M., Fesatidou, M., Xenikakis, I., Geronikaki, A., Angelova, V.T., Savic, V., Pasic, M., Krilovic, B., Djukic, D., Gobeljic, B., Pavlica, M., Djuric, A., Stanojevic, I., Vojvodic, D., Saso, L. (2018). *In vitro* antioxidant activity of thiazolidinone derivatives of 1,3-thiazole and 1,3,4-thiadiazole. *Chemico-Biological Interactions*, 286, 119–131.
8. Chaban, T., Ogurtsov, V., Mahlovanyy, A., Sukhodolska, N., Chaban, I., Harkov, S., Matiyuchuk, V. (2019). Antioxidant properties of some novel derivatives thiazolo[4,5-*b*] pyridine. *Pharmacia*, 66(4), 171–180.
9. Pokorny, J. (2007). Are natural antioxidants better – and safer – than synthetic antioxidants? *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109(6), 629–642.
10. Stoia, M., Oancea, S. (2022). Low-Molecular-Weight Synthetic Antioxidants: Classification, Pharmacological Profile, Effectiveness and Trends. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 11(4), 638.
11. Mckay, A.F., Kreling, M.-E. (1957). Preparation and Chemistry of Δ^8 -hexahydro-1,4,8-pyrimidazole, Δ^9 -1,5,9-triazabicyclo[4.4.0]decene, and Δ^9 -1,4,9-triazabicyclo[5.3.0]decene. *Canadian Journal of Chemistry*, 35(12), 1438–1445.
12. Ding, C., Wang, S., Sheng, Y., Dai, Q., Zhao, Y., Liang, G., Song, Z. (2019). One-step construction of unsymmetrical thioureas and oxazolidinethiones from amines and carbon disulfide *via* a cascade reaction sequence. *RSC Advances*, 9(46), 26768–26772.
13. Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT – Food Science and Technology*, 28(1), 25–30.

УДК 547.781 + 577.11

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-5>**Наталія СЛИВКА**

доктор хімічних наук, доцент, завідувач кафедри органічної та фармацевтичної хімії, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі, 13, м. Луцьк, Волинська обл., Україна, 43025
ORCID: 0000-0002-3811-7138

Леся САЛІЄВА

кандидат хімічних наук, доцент кафедри органічної та фармацевтичної хімії, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі, 13, м. Луцьк, Волинська обл., Україна, 43025
ORCID: 0000-0002-1047-8652

Віктор ТКАЧУК

кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник відділу хімії функціональних гетероциклічних систем Інституту органічної хімії Національної академії наук України, вул. Академіка Кухаря, 5, м. Київ, Україна, 02660
ORCID: 0000-0002-7978-464X

Михайло БОВК

доктор хімічних наук, професор, член-кореспондент Національної академії наук України, завідувач відділу хімії функціональних гетероциклічних систем, директор Інституту органічної хімії Національної академії наук України, вул. Академіка Кухаря, 5, м. Київ, Україна, 02660
ORCID: 0000-0003-1753-3535

Бібліографічний опис статті: Сливка, Н., Салієва, Л., Ткачук, В., Вовк, М. (2024). Оцінка антиоксидантної активності 2-(S-метилкетоарил)бензімідазолів та 3-(арилзаміщених)бенз[4,5]імідазо[2,1-b]тіазолів. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 4, 31–38, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-5>

ОЦІНКА АНТИОКСИДАНТНОЇ АКТИВНОСТІ 2-(S-МЕТИЛКЕТОАРИЛ)БЕНЗІМІДАЗОЛІВ ТА 3-АРИЛБЕНЗ[4,5]ІМІДАЗО[2,1-b]ТІАЗОЛІВ

Похідні бензімідазолу є одними з найперспективніших типів конденсованих гетероциклічних сполук, що знаходять широке застосування в сучасній медичній та фармацевтичній хімії. Структурна модифікація бензімідазольного каркасу біоорієнтованими фрагментами зробила цей гетероцикл універсальним, з широким спектром фармакологічної активності. Серед таких похідних слід особливо відзначити численні бензімідазо[2,1-b]тіазольні сполуки, які є як лікарськими засобами, так і кандидатами на роль ліків. Останнім часом в їх числі були виявлені перспективні агенти з антибактеріальною, протигрибковою, протизапальною, противиразковою, противірусною, антигельмінтною та протираковою дією. Відомо про високу антиоксидантну активність 2H-бенз[4,5]імідазо[2,1-b][1,3]тіазин-4(3H)-ону щодо стабільного радикала DPPH, рівень пригнічення якого досягав 73 %. Таким чином вивчення антиоксидантної активності нових його представників залишається пріоритетним завданням.

Робота присвячена дослідженню антирадикальних властивостей 3-арилбенз[4,5]імідазо[2,1-b][1,3]тіазолів **4a-ж**, отриманих ініційованою поліфосфорною кислотою циклізацією 2-((1H-бенз[d]імідазол-2-іл)тіо)-1-(фенілзаміщених)етанонів **3a-ж**. Оцінку антиоксидантної активності здійснювали за допомогою методу інгібування радикалів 2,2-дифеніл-1-пікрілгідразилу (DPPH).

Результати проведеного експерименту показали, що при концентрації 5 мМ 2-((1H-бенз[d]імідазол-2-іл)тіо)-1-арилетанони **3a-ж** демонструють значно вищу антиоксидантну активність порівняно з їх циклічними аналогами — 3-арилбенз[4,5]імідазо[2,1-b]тіазолами **4**. Інгібування радикалів DPPH сполуками **3a-ж** становить від 80,0 % до 95,6 %, тоді як для сполук **4a-ж** цей показник варіює від 46,7 % до 90,2 %. Найвищу антиоксидантну активність виявив 2-((1H-бенз[d]імідазол-2-іл)тіо)-1-(4-гідроксифеніл)етанон **3g** (I = 95,6 %), що повністю узгоджується літературними даними для сполук, що містять фенольний фрагмент.

Ключові слова: 2-((1H-бенз[d]імідазол-2-іл)тіо)-1-арилетанони, 3-арилбенз[4,5]імідазо[2,1-b]тіазоли, аналіз DPPH, антиоксидантна активність, аналіз залежності «структура-активність».

Nataliia SLYVKA

Doctor of Chemistry, Associate Professor, Head of the Department of Organic and Pharmaceutical Chemistry, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Voli ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025

ORCID: 0000-0002-3811-7138

Lesya SALIYEVA

PhD, Associate Professor at the Department of Organic and Pharmaceutical Chemistry, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Voli ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025

ORCID: 0000-0002-1047-8652

Viktor TKACHUK

PhD, Senior Researcher at the Department of Chemistry of Functional Heterocyclic Systems, Institute of Organic Chemistry of National Academy of Sciences of Ukraine, 5 Akademika Kukharia str., Kyiv, Ukraine, 02660

ORCID: 0000-0002-7978-464X

Mykhailo VOVK

Doctor of Chemistry, Professor, Corresponding Member at the National Academy of Sciences of Ukraine, Head of the Department of Chemistry of Functional Heterocyclic Systems, Director, Institute of Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine, 5 Akademika Kukharia str., Kyiv, Ukraine, 02660

ORCID: 0000-0003-1753-3535

To cite this article: Slyvka, N., Saliyeva, L., Tkachyk, V., Vovk, M. (2024). Otsinka antyoksydantnoi aktyvnosti 2-(S-metylketoaryl)benzimidazoliv ta 3-(arylamishchenykh)benz[4,5]imidazo[2,1-b]thiazoliv [Evaluation of antioxidant activity of 2-(S-methylketoaryl)benzimidazoles and 3-arylbenz[4,5]imidazo[2,1-b]thiazoles]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 4, 31–38, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-5>

EVALUATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF 2-(S-METHYLKETOARYL)BENZIMIDAZOLES AND 3-ARYLBENZ[4,5]IMIDAZO[2,1-b]THIAZOLES

The benzimidazole derivative is one of the most promising types of condensed heterocyclic compounds that are widely used in modern medical and pharmaceutical chemistry. Structural modification of the benzimidazole framework with biooriented fragments made this heterocycle versatile, with a wide spectrum of pharmacological activity. Among such derivatives, numerous benzimidazo[2,1-b]thiazole compounds, which are both drugs and drug candidates, should be noted. Recently, promising agents with antibacterial, antifungal, anti-inflammatory, anti-ulcer, antiviral, anthelmintic and anti-cancer effects have been discovered among them. The high antioxidant activity of 2H-benz[4,5]imidazo[2,1-b][1,3]thiazin-4(3H)-one against the stable DPPH radical is known, with the inhibition level of 73 %. Thus, studying the antioxidant activity of its new representatives remains a priority task.

The work is devoted to the study of the antiradical properties of 3-arylbenz[4,5]imidazo[2,1-b][1,3]thiazoles **4a-h** obtained by polyphosphoric acid-initiated cyclization of 2-((1H-benz[d]imidazole-2-yl)thio)-1-(phenyl-substituted)ethanones **3a-h**. Antioxidant activity was assessed using the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical inhibition method.

The results of the experiment showed that at a concentration of 5 mM 2-((1H-benz[d]imidazol-2-yl)thio)-1-arylethanones **3a-h** demonstrate significantly higher antioxidant activity compared to their cyclic analogues — 3-arylbenz[4,5]imidazo[2,1-b]thiazoles **4**. Inhibition of DPPH radicals by compounds **3a-h** ranges from 80.0 % to 95.6 %, while for compounds **4a-h** this varies from 46.7 % to 90.2 %. The highest antioxidant activity was shown by 2-((1H-benz[d]imidazol-2-yl)thio)-1-(4-hydroxyphenyl)ethanone **3d** (I = 95.6 %), which is fully consistent with literature data for compounds that contain a phenol fragment.

Key words: 2-((1H-benz[d]imidazol-2-yl)thio)-1-arylethanones, 3-arylbenz[4,5]imidazo[2,1-b]thiazoles, DPPH analysis, antioxidant activity, structure-activity dependence analysis.

Похідні бензімідазолу належать до одного із найперспективніших типів конденсованих гетероциклічних сполук, які знаходять застосування в сучасній медичній та фармацевтичній

хімії. Досить широкі можливості хімічної модифікації бензімідазольного циклу створюють вагомі передумови для дизайну нових потенційних лікарських засобів. Останнім часом на базі

бензімідазольного ядра розроблено різноманітні типи фармакофорних систем [1], які демонструють виражений зв'язок структура–активність [2]. Структурна модифікація бензімідазольного каркасу біоорієнтованими фрагментами зробила його універсальним гетероциклом із широким спектром фармакологічної активності [3, 4]. Серед таких похідних в першу чергу варто відзначити численні бензімідазо[2,1-*b*]тіазольні сполуки, які є лікарськими засобами або ж кандидатами у ліки [5]. Окрім цього, впродовж двох останніх десятиліть в їх ряду виявлені перспективні агенти із антибактеріальною [6], протигрибковою [7], протизапальною [8], противиразковою [9], противірусною [10], антигельмінтною [11] та протираковою дією [12]. Паразитологічне дослідження *in vitro* показало, що 2-гетарилзаміщені тіазоло[3,2-*a*]бензімідазоли виявляють вищу активність проти *Trichinella spiralis*, ніж альбендазол [13], а похідні бензімідазо[2,1-*b*]тіазолу добре відомі як антагоністи фактора активації тромбоцитів [14] та інгібітори новоутворень [15]. Деякі похідні бензімідазо[2,1-*b*]тіазолу інгібують H⁺/K⁺-АТФ-азу та шлункову секрецію, тому є корисними як противиразкові засоби [16]. Відомий експериментальний препарат Тіломізол *I* (рис. 1) діє як імуномодулятор і досліджувався для лікування деяких форм раку; 6-аміно-*N*-циклогексил-*N*,3-диметилбензімідазо[2,1-*b*]тіазол-2-карбоксамід **II** є селективним та неконкурентним антагоністом глутаматних рецепторів типу 1 [17] і також використовується для лікування нейрогенного болю [18]. 6-Амінометилзаміщені тіазолобензімідазоли **III** є ефективними препаратами для

лікування шизофренії [19] та захворювань, пов'язаних з mGluR1 [20] (епілепсія, пригнічення загибелі нервових клітин, хвороба Паркінсона, головний біль мігрені, тривожний розлад, церебральний інфаркт і нейрогенний біль).

Незважаючи на численні спроби пошуку нових структурних прототипів ефективних антиоксидантів, бензімідазотіазоли все ще залишаються не в повній мірі розкритим типом сполук. Літературні дані засвідчують, високу антиоксидантну активність 2*H*-бенз[4,5]імідазо[2,1-*b*][1,3]тіазин-4(3*H*)-ону щодо стабільного радикала DPPH, пригнічення якого становило 73 % [21], в силу чого дослідження антирадикальних властивостей його нових представників залишається пріоритетною задачею. З огляду на викладене вище та враховуючи високі результати антиоксидантної активності 6,7-дигідро-5*H*-бензімідазо[2,1-*b*][1,3]тіазинів [22] доцільним видалося синтезувати 3-арилзаміщені бензо[4,5]імідазо[2,1-*b*]тіазоли та оцінити їх антиоксидантну дію.

З метою одержання ряду 3-арилбенз[4,5]імідазо[2,1-*b*][1,3]тіазолів **4a–ж** для подальшого вивчення їх антирадикальних властивостей, нами було вдосконалено описані в літературі [23, 24] методи їх синтезу, які полягали у використанні трикомпонентної систем реакції бензімідазолу, нітроалкєну та елементарної сірки в присутності саліцилової кислоти або ж Cu-вмісних каталізаторів [23, 24]. Проте вони є довготривалими та ускладненими в частині очистки. Ми встановили, що для отримання 3-арилзаміщених бенз[4,5]імідазо[2,1-*b*][1,3]тіазолів **4a–ж** ефективною є реакція протон-ініційованої циклізації під дією поліфосфорної кислоти 2-((1*H*-бензо[*d*]

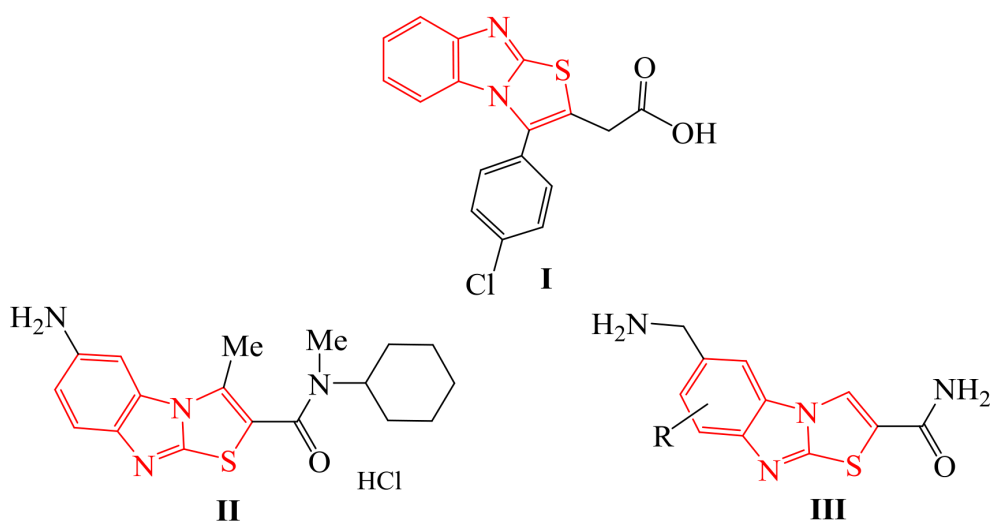


Рис. 1. Буда деяких біоактивних бензімідазо[2,1-*b*]тіазолів

імідазол-2-іл)тіо)-1-(фенілзаміщених)етанонів **3а-ж**, попередньо отриманих алкілюванням комерційно доступного імідазолідин-2-тіону **1** з α -бромацетофенонами **2а-ж** в киплячому етанолі. Спектральні дослідження будови конденсованих продуктів **4а-ж** повністю узгоджуються з літературними даними [24]. Зокрема, надійним підтвердженням аелювання тiazольного циклу раніше неописаного 4-(бензо[4,5]імідазо[2,1-*b*]тіазол-3-іл)фенолу **4г** є наявність у спектрах ЯМР ^1H синглета протона тiazольного циклу при 6.98 м.ч. та відповідного атома карбону в спектрах ЯМР ^{13}C в області 106.3 м.ч.

У рамках нашої постійної зацікавленості до розроблення нових та ефективних фармакологічних агентів було проведено оцінку антиоксидантної активності стосовно стабільного радикала DPPH (1,1-дифеніл-2-пікрілгідразил) отриманих 2-{(1*H*-бенз[*d*]імідазол-2-іл)тіо}-1-арилетанонів **3а-ж** та їх циклічних похідних – 3-арилбенз[4,5]імідазо[2,1-*b*][1,3]тіазолів **4а-ж** [25].

Результати проведеного скринінгу здатності інгібування радикалів за концентрації 5 мМ продемонстрували, що 2-{(1*H*-бенз[*d*]імідазол-2-іл)тіо}-1-арилетанони **3** характеризуються значно вищою антиоксидантною дією, ніж відповідні циклічні аналоги – 3-арилбенз[4,5]імідазо[2,1-*b*]тіазоли **4**. Так, інгібування радикалів DPPH сполуками **3а-ж** становить від 80.0 до 95.6 %, натомість для сполук **4а-ж** – від 46.7 до 90.2 %. Найвищий показник антиоксидантної активності продемонстрував 2-{(1*H*-бенз[*d*]імідазол-2-іл)тіо}-1-(4-гідроксифеніл)етанон **3г** ($I = 95.6$ %), що узгоджується із літературними даними для сполук із фенольним фрагментом [26].

Аналіз взаємозалежності «структура-активність» засвідчив позитивний вплив замісників у положенні 4 бензенового кільця 2-{(1*H*-бенз[*d*]імідазол-2-іл)тіо}-1-арилетанонів **3а-ж** на антиоксидантну дію. Так, сполуки **3в-ж** інгібують 92.3–95.6 % радикалів DPPH, в той час як сполуки **3б** та **3а** поглинають 91.5 % та 80.0 %

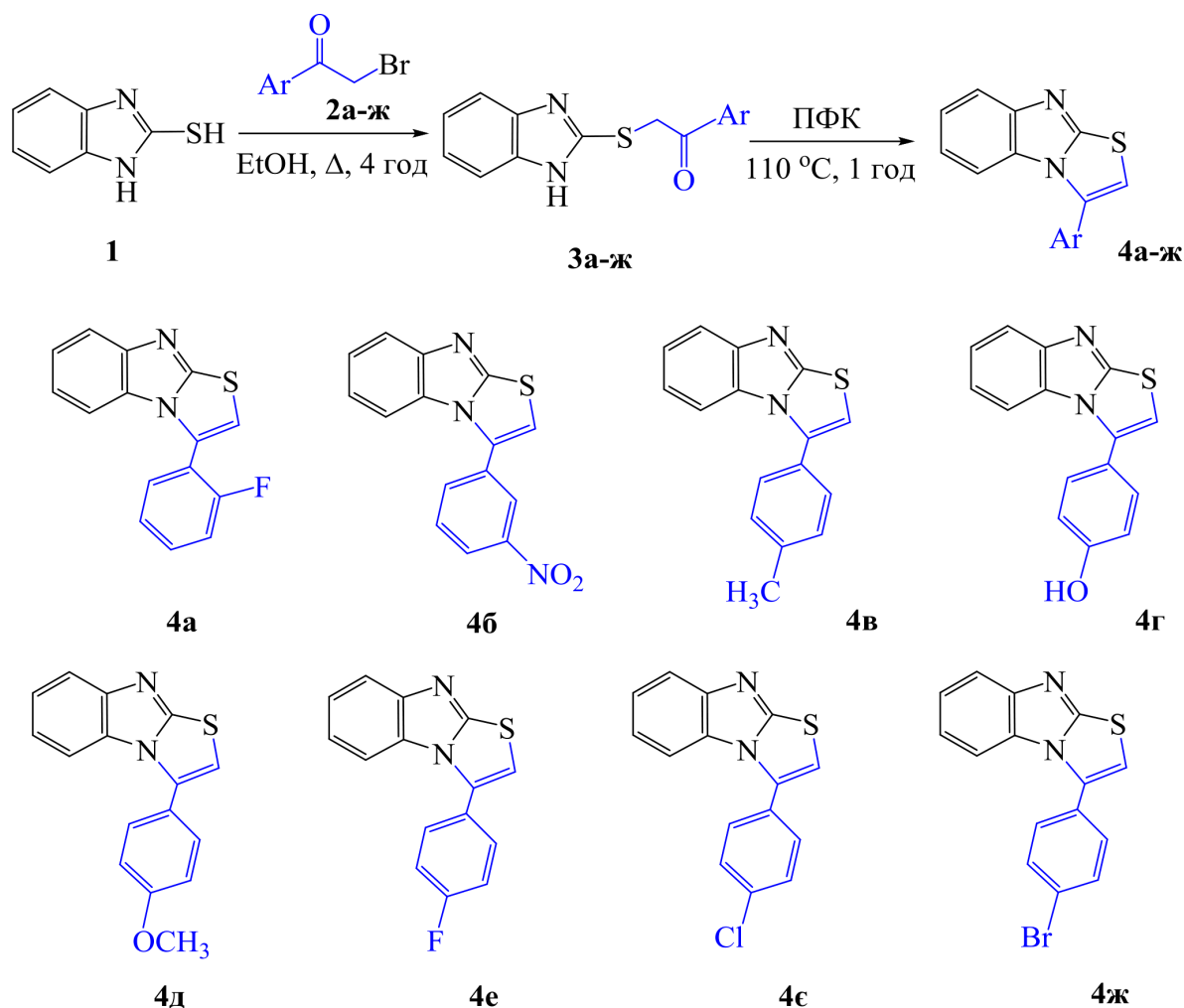


Схема 1. Синтез 3-арилбенз[4,5]імідазо[2,1-*b*][1,3]тіазолів **4а-ж**

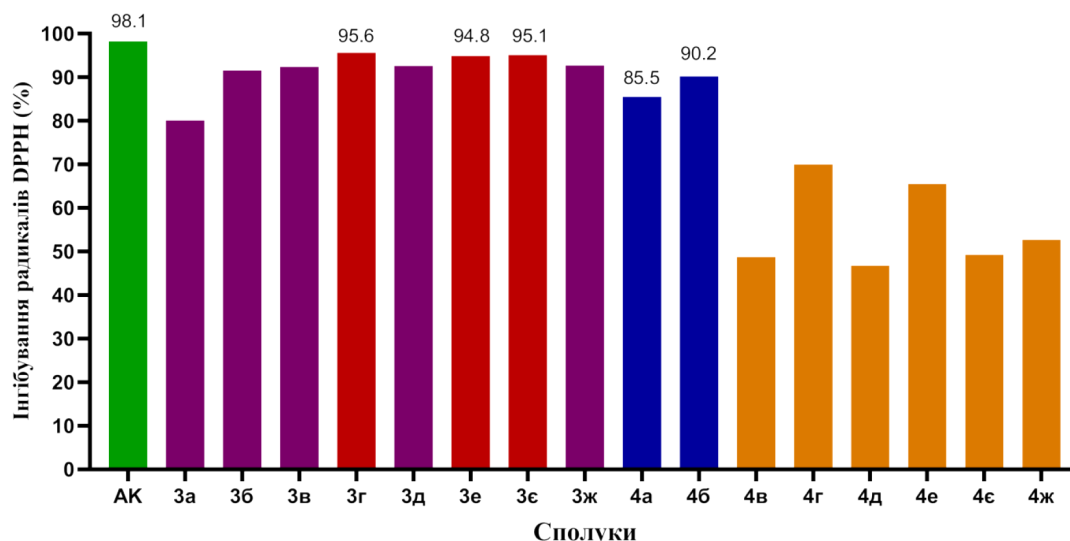


Рис. 2. Інгібування радикалів DPPH 2- $\{(1H\text{-бенз}[d]\text{імідазол-2-іл)тіо}\}$ -1-арилетанонами 3 та 3-арилбенз[4,5]імідазо[2,1-*b*]тіазолами 4 за концентрації 5 мМ

радикалів відповідно. Натомість, для тіазолоанельованих похідних **4б–ж** спостерігається зниження антиоксидантної активності і тільки у випадку сполуки **4а** відсоток інгібування радикалів зростає на 5.5 %. Так, для 3-нітропохідної **4б** відбувається незначне зменшення антиоксидантної активності на 1.7 %, а для 4-заміщених похідних **4в–ж** показник поглинання радикалів знижується на 25.7–45.9 %.

Наглядно узагальнюючий вплив електронних параметрів та положення замісників у бензеновому ядрі 2- $\{(1H\text{-бенз}[d]\text{імідазол-2-іл)тіо}\}$ -1-арилетанонів **3а–ж** та 3-арилбенз[4,5]імідазо[2,1-*b*]тіазолів **4а–ж** на антиоксидантну активність продемонстровано на рис. 3.

Дослідження антиоксидантної активності (аналіз DPPH). Для оцінки антиоксидантної активності синтезованих 2-(*S*-метилкетоарил)заміщених бензімідазолів **3а–ж** та отриманих на їх основі 3-арилбенз[4,5]імідазо[2,1-*b*]тіазолів **4а–ж** використовували аналіз

інгібування радикалів DPPH згідно з описаною методикою [25]. До метанольних розчинів досліджуваних сполук та аскорбінової кислоти як еталону додавали по 1 мл розчину DPPH (8 мг/100 мл) та залишали при кімнатній температурі в темному місці на 1 год. Величину поглинання визначали за допомогою спектрофотометра UV-1800 (Shimadzu, Японія) при довжині хвилі 517 нм відносно контролю. Кожен зразок аналізували в трьох повторях. Відсоток інгібування розраховували відносно холостого зразка:

$$I \% = \frac{(A_{blank} - (A_{sample+DPPH} - A_{sample}))}{A_{blank}} \cdot 100 \%,$$

де A_{blank} – абсорбція контрольної реакції (включає всі реагенти, крім досліджуваних сполук);

$A_{sample+DPPH}$ – абсорбція досліджуваних сполук після 60 хв інкубації з розчином DPPH;

A_{sample} – абсорбція досліджуваних сполук без розчину DPPH.

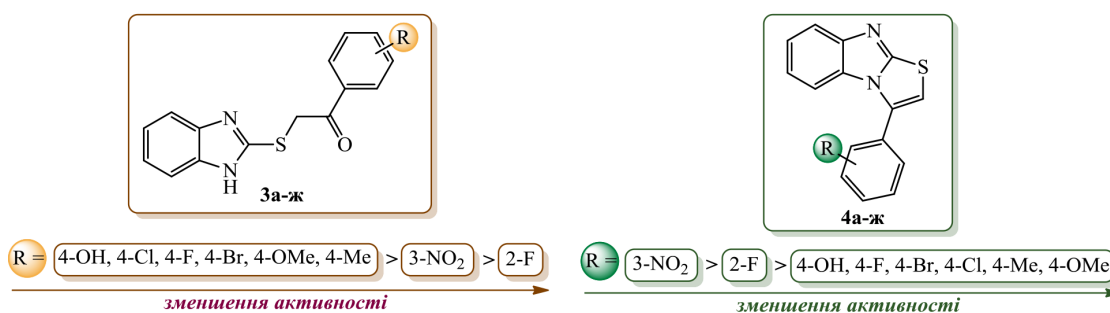


Рис. 3. Взаємозв'язок «структура-активність» 2- $\{(1H\text{-бенз}[d]\text{імідазол-2-іл)тіо}\}$ -1-арилетанонів **3а–ж** та 3-арилбенз[4,5]імідазо[2,1-*b*]тіазолів **4а–ж**

ЛІТЕРАТУРА:

1. Ansari K.F., Lal, C. Synthesis and evaluation of some new benzimidazole derivatives as potential antimicrobial agents. *Eur. J. Med. Chem.* 2008. 20. 1–6.
2. Powers J.P., Juan C.J., Li S., Walker N.P.C., Wang Z., Wesche H. Discovery and Initial SAR of Inhibitors of Interleukin-1 Receptor-Associated Kinase-4. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. 2006. 16. 2842–2845.
3. Starcevic K., Kralj M., Ester K., Sabol I., Grace M., Pavelic K., Zambola G.K. Synthesis, antimicrobial and cytotoxic activity of novel azetidino-2-one derivatives of 1 H-benzimidazole. *Bio. Med. Chem.* 2007. 15. 4419–4426.
4. White A.W., Curtin N.J., Eastman B.W., Golding B.T., Hostomsky Z., Kyle S., Li J., Maegley K.A., Skalitzky D.J., Webber S.E., Yu X.-H., Griffin R.J. Potentiation of cytotoxic drug activity in human tumour cell lines, by amine-substituted 2-arylbenzimidazole-4-carboxamide PARP-1 inhibitors. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. 2004. 14. 10. 2433–2437.
5. Rainsford K.D. Effects of anti-inflammatory drugs on interleukin-1-induced cartilage proteoglycan resorption *in vitro*: Inhibition by aurothiophosphines but no influence from perturbed eicosanoid metabolism. *J. Pharm. Pharmacol.* 1989. 41. 112–117.
6. Allanson N.M., Leslie B.W., Thomson S. Preparation of benzimidazo[2,1-*b*]thiazolidin-2-ylmethylidene arylbenzoates as antibacterials. *Chem. Abstr.* 2003. 138. 55966t.
7. Pattanaik J.M., Pattanaik M., Bhatta D. Synthesis of some new Mannich bases and their fungicidal activities. *Indian. J. Het. Chem.* 1998. 8. 75–76.
8. Andrews P., Djakiew D. Steroid hormone and nonsteroidal anti-inflammatory drug (NSAID) combinations for inducing tumor cell apoptosis. *Chem. Abstr.* 2003. 138. 11401a.
9. Yoshida A., Oda K., Tabata K. Preparation of benzimidazole-2-thiol derivatives as K^+ -adenosine triphosphatase (ATPase) inhibitors. *Abstr.* 1991. 115. 71600z.
10. Moormann A.E., Becker D.P., Flynn D.L., Li H., Vilamil C.I. Preparation of sulphur-containing heterocyclic (H^+/K^+) ATPase inhibitors as antiviral agents. *Chem. Abstr.* 1996. 124. 202255b.
11. Rached A., Baziard-Mouysset G., Payard M., Bellan J., Bonnafous R., Tisne-Versailles J., Bories C., Loiseau P., Gayral P. Synthèse et approche pharmacologique de nouveaux hétérocycles azotés et soufrés apparentés au fostedil. *Eur. J. Med. Chem.* 1992. 27. 425–429.
12. Abdel-Aziz H.A., Gamal-Eldeen A.M., Hamdy N.A., Fakhr I.M.I. Immunomodulatory and anti-cancer activity of some novel 2-substituted-6-bromo-3-methylthiazolo[3,2-*a*]benzimidazole derivatives. *Arch. Pharm.* 2009. 342. 230–237.
13. Mavrova A.T., Anichina K.K., Vuchev D.I., Tsenov J.A., Kondeva M.S., Micheva M.K. Synthesis and antitrichinellosis activity of some 2-substituted-[1,3]thiazolo[3,2-*a*]benzimidazol-3(2*H*)-ones. *Bioorg. Med. Chem.* 2005. 13. 5550–5559.
14. Whittaker M., Davidson A.H., Spavold Z.M., Bowles S.A. Preparation of γ -butyrolactol ethers as platelet activating factor antagonists. *Chem. Abstr.* 1992. 117. 26321q.
15. Ao E., Tanaka H., Nakao T., Yamagami K., Fujii A. Nicotinamide derivatives. *Chem Abstr.* 1991. 115. 255995.
16. Kovalev G.V., Spasov A.A., Bakumov P.A., Reshetov M.E., Anisimova V.A., Kuz'menko T.A., Strokin Yu. V., Dianov V.M. Influence of condensed benzimidazole derivatives on gastric secretion. *Pharm. Chem. J.* 1990. 24. 123–127.
17. Kohara A., Toya T., Tamura S., Watabiki T., Nagakura Y., Shitaka Y., Hayashibe S., Kawabata S., Okada M. Radioligand binding properties and pharmacological characterization of 6-amino-*N*-cyclohexyl-*N*,3-dimethylthiazolo[3,2-*a*]benzimidazole-2-carboxamide (YM-298198), a high-affinity, selective, and noncompetitive antagonist of metabotropic glutamate receptor type 1. *J. Pharm. Exp. Ther.* 2005. 315. 163–169.
18. Okada M., Nagakura Y., Kiso T., Toya T., Hayashibe S. Remedies for neurogenic pains. *Chem. Abstr.* 2001. 134. 141763y.
19. Ohta H., Tanaka T., Sato A., Ohkubo M., Tsukamoto N., Mitsuya M. Remedies for schizophrenia. *Chem Abstr.* 2004. 140. 193088a.
20. Itahana H., Fujiyasu J., Hayashibe S., Watanabe T. Okada M., Toya, T. Preparation of aminomethyl-substituted thiazolobenzimidazole derivatives having metabotropic glutamate receptor activity. *Chem. Abstr.* 2003. 139. 261301w.
21. Ramos Rodríguez O.A., Magaña Vergara N.E., Mojica Sánchez J.P., Sumaya Martínez M.T., Gómez Sandoval Z., Cruz A., et al. Synthesis, crystal structure, antioxidant activity and dft study of 2-aryl-2,3-dihydro-4*H*-[1,3]thiazino[3,2-*a*]benzimidazol-4-one. *Journal of Molecular Structure*. 2020. 1199. 127036.
22. Slyvka N. Yu., Holota S.M., Saliyeva L.M., Kadykalo E.M., Kolishetska M.A., Vovk M.V. Evaluation of antioxidant activity of derivatives with 6,7-dihydro-5*H*imidazo[2,1-*b*][1,3]thiazine scaffold. *Biopolymers and Cell*. 2022. 38. 3. 205-211.
23. Mei R., Xiong F., Yang C., Zhao J. Salicylic Acid-Promoted Three-Component Annulation of Benzimidazoles, Aryl Nitroalkenes and Elemental Sulfur. *Advanced Synthesis & Catalysis*. 2021. 363. 7. 1861–1866.
24. Jana S., Chakraborty A., Shirinian V.Z., Hajra A. Synthesis of Benzo[4,5]imidazo[2,1-*b*]thiazole by Copper(II)-Catalyzed Thioamination of Nitroalkene with 1*H*-Benzo[*d*]imidazole-2-thiol. *Advanced Synthesis & Catalysis*. 2018. 360. 12. 2402–2408.

25. W. Brand-Williams, M. E. Cuvelier, C. Berset Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT – Food Science and Technology*. 1995. 28. 1. 25-30.

26. Marano S., Minnelli C., Ripani L., Marcaccio M., Laudadio E., Mobbili G., Amici A., Armeni T., Stipa P. Insights into the Antioxidant Mechanism of Newly Synthesized Benzoxazinic Nitrones: *In Vitro* and *In Silico* Studies with DPPH Model Radical. *Antioxidants*. 2021. 10 1224.

REFERENCES:

1. Ansari, K.F., & Lal, C. (2008). Synthesis and evaluation of some new benzimidazole derivatives as potential antimicrobial agents. *Eur. J. Med. Chem.* 20. 1–6.

2. Powers, J.P., Juan, C.J., Li, S., Walker, N.P.C., Wang, Z., & Wesche, H. (2006). Discovery and Initial SAR of Inhibitors of Interleukin-1 Receptor-Associated Kinase-4. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. 16. 2842–2845.

3. Starcevic, K., Kralj, M., Ester, K., Sabol, I., Grace, M., Pavelic, K., & Zambola, G.K. (2007). Synthesis, antimicrobial and cytotoxic activity of novel azetidine-2-one derivatives of 1 H-benzimidazole. *Bio. Med. Chem.* 15. 4419–4426.

4. White, A.W., Curtin, N.J., Eastman, B.W., Golding, B.T., Hostomsky, Z., Kyle, S., Li, J., Maegley, K.A., Skalitzky, D.J., Webber, S.E., Yu, X.-H., & Griffin, R.J. (2004). Potentiation of cytotoxic drug activity in human tumour cell lines, by amine-substituted 2-arylbenzimidazole-4-carboxamide PARP-1 inhibitors. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. 14. 10. 2433–2437.

5. Rainsford, K.D. (1989). Effects of anti-inflammatory drugs on interleukin-1-induced cartilage proteoglycan resorption *in vitro*: Inhibition by aurothiophosphines but no influence from perturbed eicosanoid metabolism. *J. Pharm. Pharmacol.* 41. 112–117.

6. Allanson, N.M., Leslie, B.W., & Thomson, S. (2003). Preparation of benzimidazo[2,1-*b*]thiazolidin-2-ylmethylidene)arylbenzoates as antibacterials. *Chem. Abstr.* 138. 55966t.

7. Pattanaik, J.M., Pattanaik, M., & Bhatta, D. (1998). Synthesis of some new Mannich bases and their fungicidal activities. *Indian. J. Het. Chem.* 8. 75–76.

8. Andrews, P., & Djakiew, D. (2003). Steroid hormone and nonsteroidal anti-inflammatory drug (NSAID) combinations for inducing tumor cell apoptosis. *Chem. Abstr.* 138. 11401a.

9. Yoshida, A., Oda, K., & Tabata, K. (1991). Preparation of benzimidazole-2-thiol derivatives as K⁺-adenosine triphosphatase (ATPase) inhibitors. *Abstr.* 115. 71600z.

10. Moormann, A.E., Becker, D.P., Flynn, D.L., Li, H., & Vilamil, C.I. (1996). Preparation of sulphur-containing heterocyclic (H⁺/K⁺) ATPase inhibitors as antiviral agents. *Chem. Abstr.* 124. 202255b.

11. Rached, A., Baziard-Mouysset, G., Payard, M., Bellan, J., Bonnafous, R., Tisne-Versailles, J., Bories, C., Loiseau, P., & Gayral, P. (1992). Synthèse et approche pharmacologique de nouveaux hétérocycles azotés et soufrés apparentés au fostedil. *Eur. J. Med. Chem.* 27. 425–429.

12. Abdel-Aziz, H.A., Gamal-Eldeen, A.M., Hamdy, N.A., & Fakhr, I.M.I. (2009). Immunomodulatory and anti-cancer activity of some novel 2-substituted-6-bromo-3-methylthiazolo[3,2-*a*]benzimidazole derivatives. *Arch. Pharm.* 342. 230–237.

13. Mavrova, A.T., Anichina, K.K., Vuchev, D.I., Tsenov, J.A., Kondeva, M.S., & Micheva, M.K. (2005). Synthesis and antitrichinellosis activity of some 2-substituted-[1,3]thiazolo[3,2-*a*]benzimidazol-3(2*H*)-ones. *Bioorg. Med. Chem.* 13. 5550–5559.

14. Whittaker, M., Davidson, A.H., Spavold, Z.M., & Bowles, S.A. (1992). Preparation of γ -butyrolactol ethers as platelet activating factor antagonists. *Chem. Abstr.* 117. 26321q.

15. Ao, E., Tanaka, H., Nakao, T., Yamagami, K., & Fujii, A. (1991). Nicotinamide derivatives. *Chem Abstr.* 115. 255995.

16. Kovalev, G.V., Spasov, A.A., Bakumov, P.A., Reshetov, M.E., Anisimova, V.A., Kuz'menko, T.A., Strokin, Yu. V., & Dianov, V.M. (1990). Influence of condensed benzimidazole derivatives on gastric secretion. *Pharm. Chem. J.* 24. 123–127.

17. Kohara, A., Toya, T., Tamura, S., Watabiki, T., Nagakura, Y., Shitaka, Y., Hayashibe, S., Kawabata, S., & Okada, M. (2005). Radioligand binding properties and pharmacological characterization of 6-amino-*N*-cyclohexyl-*N*,3-dimethylthiazolo[3,2-*a*]benzimidazole-2-carboxamide (YM-298198), a high-affinity, selective, and noncompetitive antagonist of metabotropic glutamate receptor type 1. *J. Pharm. Exp. Ther.* 315. 163–169.

18. Okada, M., Nagakura, Y., Kiso, T., Toya, T., & Hayashibe, S. (2001). Remedies for neurogenic pains. *Chem. Abstr.* 134. 141763y.

19. Ohta, H., Tanaka, T., Sato, A., Ohkubo, M., Tsukamoto, N., & Mitsuya, M. (2004). Remedies for schizophrenia. *ChemAbstr.* 140. 193088a.

20. Itahana, H., Fujiyasu, J., Hayashibe, S., Watanabe, T. Okada, M., & Toya, T. (2003). Preparation of aminomethyl-substituted thiazolobenzimidazole derivatives having metabotropic glutamate receptor activity. *Chem. Abstr.* 139. 261301w.

21. Ramos Rodríguez O. A., Magaña Vergara N. E., Mojica Sánchez J. P., Sumaya Martínez M. T., Gómez Sandoval Z., Cruz A., et al. (2020). Synthesis, crystal structure, antioxidant activity and dft study of 2-aryl-2,3-dihydro-4H-[1,3]thiazino[3,2-a]benzimidazol-4-one. *Journal of Molecular Structure*. 1199. 127036.
22. Slyvka N. Yu., Holota S. M., Saliyeva L. M., Kadykalo E. M., Kolishetska M. A., & Vovk M. V. (2022). Evaluation of antioxidant activity of derivatives with 6,7-dihydro-5Himidazo[2,1-b][1,3]thiazine scaffold. *Biopolymers and Cell*. 38. 3. 205-211.
23. Mei, R., Xiong, F., Yang, C., & Zhao, J. (2021). Salicylic Acid-Promoted Three-Component Annulation of Benzimidazoles, Aryl Nitroalkenes and Elemental Sulfur. *Advanced Synthesis & Catalysis*. 363. 7. 1861–1866.
24. Jana, S., Chakraborty, A., Shirinian, V. Z., & Hajra, A. (2018). Synthesis of Benzo[4,5]imidazo[2,1-b]thiazole by Copper(II)-Catalyzed Thioamination of Nitroalkene with 1H-Benzo[d]imidazole-2-thiol. *Advanced Synthesis & Catalysis*. 360. 12. 2402–2408.
25. W. Brand-Williams, M. E. Cuvelier, C. (1995). Berset Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT – Food Science and Technology*. 28. 1. 25–30.
26. Marano, S., Minnelli, C., Ripani, L., Marcaccio, M., Laudadio, E., Mobbili, G., Amici, A., Armeni, T., & Stipa, P. (2021). Insights into the Antioxidant Mechanism of Newly Synthesized Benzoxazinic Nitrones: *In Vitro* and *In Silico* Studies with DPPH Model Radical. *Antioxidants*. 10 1224.

ЕКОЛОГІЯ

УДК 614.71:504.06

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-6>

Каріна БЕЛОКОНЬ

кандидат технічних наук, доцент, заступник директора з наукової роботи Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М.Потебні, доцент кафедри металургійних технологій, екології та техногенної безпеки за сумісництвом, Запорізький національний університет, вул. Університетська, 66, м. Запоріжжя, Україна, 69011

ORCID: 0000-0003-2000-4052

Scopus-Author ID: 56196099400

Ірина ПИРОГОВА

заступник директора Департаменту захисту довкілля Запорізької обласної державної адміністрації, Запорізька обласна державна адміністрація, пр. Соборний, 164, м. Запоріжжя, Україна, 69107

ORCID: 0009-0007-3335-3063

Мирослав МАЛЬОВАНІЙ

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології та збалансованого природокористування Національного університету «Львівська політехніка», вул. Степана Бандери, 12, м. Львів, Україна, 79000

ORCID: 0000-0002-3868-1070

Scopus-Author ID: 55866662500

Євгенія ТАРАБАН

здобувачка ступеня доктора філософії другого року навчання за спеціальністю 101 «Екологія» кафедри металургійних технологій, екології та техногенної безпеки Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М.Потебні, асистент кафедри металургійних технологій, екології та техногенної безпеки, Запорізький національний університет, вул. Університетська 66, м. Запоріжжя, Україна, 69011

ORCID: 0009-0005-5019-9796

Бібліографічний опис статті: Белоконь, К., Пірогова, І., Мальований, М., Тарабан, Є. (2024). Оцінка якості атмосферного повітря міста Запоріжжя. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 3, 39–48, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-6>

ОЦІНКА ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ

Стаття присвячена висвітленню результатів дослідження стану атмосферного повітря у м. Запоріжжі шляхом вимірювань вмісту забруднюючих речовин на стаціонарних постах державної системи моніторингу атмосферного повітря. У атмосфері міста Запоріжжя спостерігаються перевищення концентрацій забруднюючих речовин порівняно з середньодобовими значеннями гранично допустимих концентрацій. Тому метою роботи було оцінити стан атмосферного повітря міста Запоріжжя за період 2016–2024 років, зокрема під час карантину та воєнного стану. У відповідності до мети були поставлені наступні завдання: проаналізувати стан забруднення атмосферного повітря міста Запоріжжя, розрахувати комплексний індекс забруднення атмосфери, визначити внесок кожної із основних забруднюючих речовин до загального рівня забруднення атмосфери.

Проаналізовано результати державної системи моніторингу атмосферного повітря у м. Запоріжжі за такими речовинами: оксид вуглецю (II), пил, формальдегід, фенол, фтористий водень, хлористий водень, діоксид азоту, оксид азоту (II), діоксид сірки. У статті було розраховано комплексний індекс забруднення атмосфери, найбільший рівень якого спостерігається на постах, які розташовані в центрі міста в безпосередній близькості до основного промислового комплексу, та сягають 8-11,2, що відповідає високому рівню забруднення. Розрахунок відношення середньорічних концентрацій забруднюючих речовин до середньодобових гранично-допустимих концентрацій вказує на їх постійне перевищення для таких речовин, як діоксид азоту, фенол та формальдегід.

Динаміка забруднення відображає спад у період пандемії та війни, а також повернення до попередніх рівнів з 2023 року, коли зросли викиди через відновлення виробництва та транспортних перевезень. Отримані результати свідчать про недостатню кількість постів спостереження, що ускладнює ефективне визначення джерел забруднення та впровадження заходів для покращення якості атмосферного повітря.

Ключові слова: атмосферне повітря, забруднюючі речовини, комплексний індекс забруднення атмосфери, пости спостереження, моніторинг, формальдегід, вимірювання.

Karina BELOKON

Candidate of Technical Science, Associate Professor, Deputy Director for Research of the Engineering Educational and Scientific Institute by name of Yu. M. Potebnya, Part-Time Associate Professor at the Department of Metallurgical Technologies, Ecology and Technogenic Safety, Zaporizhzhia National University, 66 Universytetska str., Zaporizhzhia, Ukraine, 69011

ORCID: 0000-0003-2000-4052

Scopus-Author ID: 56196099400

Iryna PIROHOVA

Deputy Director of the Department of Environmental Protection of the Zaporizhzhia Regional State Administration, Zaporizhzhia Regional State Administration, 164 Soborni ave., Zaporizhzhia, Ukraine, 69107

ORCID: 0009-0007-3335-3063

Myroslav MALOVANYI

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Ecology and Sustainable Environmental Management of the Lviv Polytechnic National University 12 S. Bandera str., Lviv, Ukraine, 79000

ORCID: 0000-0002-3868-1070

Scopus-Author ID: 55866662500

Yevheniia TARABAN

Postgraduate Student at the Second Year of Study in the Specialty 101 "Ecology" at the Department of Metallurgical Technologies, Ecology and Technogenic Safety, assistant of the Department of Metallurgical Technologies, Ecology and Technogenic Safety, Engineering Educational and Scientific Institute by name of Yu. M. Potebnya, Zaporizhzhia National University, 66 Universytetska str., Zaporizhzhia, Ukraine, 69011

ORCID: 0009-0005-5019-9796

To cite this article: Belokon, K., Pirohova, I., Malovanyy, M., Taraban, Ye. (2024). Otsinka yakosti atmosferneho povitria mista Zaporizhzhia [Assessment of atmospheric air quality in the Zaporizhzhia city]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 3, 39–48, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-6>

ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC AIR QUALITY IN THE ZAPORIZHZHYA CITY

The article is devoted to the results of the study of the state of atmospheric air in the Zaporizhzhia city by measuring the content of pollutants at the stationary posts of the state system of atmospheric air monitoring. In the atmosphere of the Zaporizhzhia city, the concentrations of pollutants exceeds the average daily values of maximum permissible concentrations. Therefore, the aim of the work was to assess the state of atmospheric air in the Zaporizhzhia city for the period 2016–2024, in particular during quarantine and martial law. In accordance with the goal, the following tasks were set: to analyze the state of atmospheric air pollution in the Zaporizhzhia city, to calculate the complex index of atmospheric pollution, to determine the contribution of each of the main pollutants to the overall level of atmospheric pollution.

The results of the state atmospheric air monitoring system in the Zaporizhzhia city were analyzed for the following substances: carbon oxide (II), dust, formaldehyde, phenol, hydrogen fluoride, hydrogen chloride, nitrogen dioxide, nitrogen oxide (II), sulfur dioxide. The article calculated the complex index of atmospheric pollution, the highest level of which is observed at stations located in the city center in close proximity to the main industrial complex and reaches 8–1.2, which corresponds to a high level of pollution. The calculation of the ratio of average annual concentrations of pollutants to average daily maximum permissible concentrations indicates their constant excess for such substances as nitrogen dioxide, phenol and formaldehyde. Pollution dynamics reflect a decline during the pandemic and war, and a return to previous levels from 2023, when emissions increased due to the recovery of production and transportation. The obtained results indicate an insufficient number of observation posts, which

complicates the effective determination of sources of pollution and the implementation of measures to improve the quality of atmospheric air.

Key words: *atmospheric air, pollutants, complex index of atmospheric pollution, observation posts, monitoring, formaldehyde, measurement.*

Актуальність проблеми. Місто Запоріжжя є одним з найбільш урбанізованих, індустріальних та екологічно несприятливих міст України. Населення м. Запоріжжя проживає в умовах постійного забруднення повітря небезпечними забруднюючими речовинами техногенного походження. Криза техногенного навантаження на місто погіршується кліматичними особливостями регіону та існуючою забудовою. Місто Запоріжжя перебуває в кліматичних умовах, для яких характерні несприятливі умови розсіювання шкідливих викидів (температурні інверсії, штилі й тощо), що приводить до накопичування викидів підприємств у житлових районах. Основні підприємства міста Запоріжжя розташовані на промисловому майданчику, який знаходиться практично в центрі міста, забруднення атмосферного повітря над основними районами міста відбувається практично при будь-яких напрямках вітру (ЗМР, 2017). Актуальність наукової роботи полягає в наступному: контроль за станом атмосферного повітря є однією з ключових ланок системи моніторингу довкілля, оскільки надає інформацію про рівень забрудненості компонента, який першочергово впливає на здоров'я великої кількості людей.

У м. Запоріжжі державний моніторинг якості повітря проводиться Запорізьким центром гідрометеорології на п'яти стаціонарних постах спостереження (ЗГМЦ, 2024). Оскільки систему спостережень за забрудненням довкілля було сформовано 25–40 років тому то й стан приладів для вимірювань складу атмосфери, за якою проводяться спостереження, відповідає науково-технічному рівню 70-х років минулого століття. Наявна мережа спостережень ні за своїм складом, ні за переліком параметрів, що вимірюються, ні за технічним оснащенням не відповідає сучасному рівню, зокрема, вимогам Директиви № 2008/50/ЄС стосовно проведення моніторингу якості атмосферного повітря та Директиви № 2004/107/ЄС щодо концентрацій миш'яку, кадмію, ртуті, нікелю і поліциклічних ароматичних вуглеводнів в атмосферному повітрі. Згідно з процесами євроінтеграції, питання вдосконалення та аналізу системи моніторингу

є надзвичайно актуальними та пріоритетними (ЗОЦКПХ, 2024; Eco-City, 2024).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання аналізу стану атмосферного повітря намагаються вирішити у багатьох містах України. У статтях (Пацева, 2024; Кириєнко, 2023; Долженкова, 2024) зазначається про високий рівень забруднення повітряного басейну міст України. У статті (Пацева, 2024) особливу увагу приділено впливу забруднюючих речовин на стан здоров'я населення. Найпоширенішими забруднювачами у Житомирській області є діоксид сірки, оксид вуглецю, оксид азоту та пил (аерозолі). Основними джерелами забруднення визначено автомобільний транспорт, а також, з початком повномасштабного вторгнення, викиди шкідливих речовин унаслідок бойових дій. Крім того через ракетні обстріли виникають масовані пожежі, які створюють додаткове навантаження на якість атмосферного повітря. У висновках статті зазначається, що необхідно посилити важливість питання раціонального та нераціонального використання ресурсів для безпечної життєдіяльності людства в сучасних умовах навколишнього середовища, що дозволить зменшити кількість забруднювальних викидів в атмосферне повітря міста.

У статті (Кириєнко, 2023) обговорено питання організації моніторингу за станом атмосферного повітря у місті Харків. Харків, як і Запоріжжя знаходиться у безпосередній близькості до лінії бойового конфлікту та перебуває під обстрілами. Автори визначили необхідність проведення вдосконалення існуючої системи моніторингу атмосферного повітря, тому що зараз вона лише констатує факти перевищення показників забруднення, але не дозволяє отримати повну картину стану довкілля. Було запропоновано створити автоматизовані пости спостереження, які відповідають вимогам Порядку здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 14 серпня 2019 року № 827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря» (Постанова КМУ №827, 2019).

Стаття (Долженкова, 2024) присвячена аналізу впливу військової агресії Росії на екологічну ситуацію в Україні, зокрема на стан атмосферного повітря. Одним із головних джерел забруднення від військових дій на території міст є вибухи, руйнування промислових та цивільних об'єктів, пожежі, які виникають після прильотів ракет. Викиди від цих процесів включають токсичні речовини такі як оксиди азоту, сірки, важкі метали, а також дрібні частки PM_{2,5} та PM₁₀, які мають серйозний вплив на здоров'я людини. Внаслідок таких викидів спостерігається збільшення захворюваності на хронічні обструктивні захворювання легень, бронхіти, серцево-судинні захворювання та рак.

Досліджуючи статті (Белоконь, 2021; Пірогова, 2020), які описують стан атмосферного повітря міста Запоріжжя, можна відзначити, що це техногенно навантажене місто, на території якого розташовані великі промислові підприємства та скупчується значна кількість автотранспорту. У статті (Белоконь, 2021) визначено перелік основних забруднюючих речовин, якими є формальдегід, пил, оксид вуглецю, фенол, оксиди азоту, діоксид сірки. У статті приведені розрахунки комплексного індексу забруднення атмосфери (КІЗА) на постах спостереження Запорізького обласного центру з гідрометеорології за період з 2016 по 2020 роки, які виявилися неоднорідними, так як перелік вимірюваних речовин не є уніфікованим для всіх постів. Найбільший рівень КІЗА спостерігається на постах, що розміщені у зоні впливу основного промислового майданчика. В інших районах міста, де наявний промисловий потенціал, спостереження не ведуться і оцінити рівень якості повітря за даними гідрометслужби неможливо.

Особливу увагу слід приділити розробленню заходів адміністративного реагування під час несприятливих метеоумов та оперативного інформування населення щодо періодів високого рівня забруднення під час них. Автори зазначають про проблему питання організації контролю за підприємствами з виконання заходів щодо скорочення викидів та методики підготовки попереджень під час несприятливих метеорологічних умов (Пірогова, 2020).

Отже, необхідно проводити вдосконалення системи моніторингу стану атмосферного повітря, щоб не лише фіксувати перевищення

забруднюючих речовин, а й забезпечити повну картину екологічної ситуації для розроблення подальших заходів зменшення впливу забруднюючих речовин на здоров'я популяції та довкілля.

Мета дослідження. Метою роботи було оцінити стан атмосферного повітря міста Запоріжжя за період 2016–2024 років, зокрема під час карантину та воєнного стану. У відповідності до мети були поставлені наступні завдання: проаналізувати стан забруднення атмосферного повітря міста Запоріжжя, розрахувати комплексний індекс забруднення атмосфери, визначити внесок кожної із основних забруднюючих речовин до загального рівня забруднення атмосфери.

Матеріалами дослідження виступали результати державної системи моніторингу атмосферного повітря у м. Запоріжжі за такими речовинами: оксид вуглецю (II), пил, формальдегід, фенол, фтористий водень, хлористий водень, діоксид азоту, оксид азоту (II), діоксид сірки на 5 стаціонарних постах за період 2016–2024 роки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Запорізький обласний центр з гідрометеорології здійснює моніторинг забруднення повітря в агломерації «Запоріжжя» на п'яти постах, розташованих у різних районах міста (табл. 1) (ЗОЦГМ, 2024; Белоконь, 2021).

На зазначених постах відбувається безперервний моніторинг за станом якості атмосферного повітря та вимірюються середньодобові концентрації забруднюючих речовин. На основі даних щодо середньодобових концентрацій окремо по постах Запорізького центру гідрометеорології в Запоріжжі за 2016–2024 роки було проаналізовано середньомісячні концентрації в кратності ГДК_{сд} (табл. 2).

На рис. 1 показана динаміка відношення середньорічних концентрацій забруднюючих речовин до ГДК_{сд} за період з 2016 по 2024 роки, долі ГДК. Найбільші коливання спостерігаються у рівнях діоксиду азоту, пилу та формальдегіду, що вказує на зміну кількості викидів від промисловості та транспорту впродовж останніх років. У 2023 році було зафіксовано різке підвищення концентрацій цих забруднюючих речовин.

Для аналізу розподілу цього показника були проведені розрахунки КІЗА по середньодобовим концентраціям речовин по кожному ПЗС в Запоріжжі за період дослідження 2016–2024 рр.

Таблиця 1

Розташування постів спостереження за забрудненням атмосферного повітря в м. Запоріжжі

№ поста	Місце розташування, район	Перелік речовин, за якими проводяться спостереження	
		основних	специфічних
№ 9	Вул. Рекордна, 2 Дніпровський	Пил загальний (завислі речовини), діоксид азоту, оксид вуглецю, діоксид сірки	Сірководень, фтористий водень, розчинні сульфати, важкі метали
№ 10	Бул. Шевченка, 25, Вознесенівський		Сірководень, фенол
№ 11	Вул. Миру, 1, Вознесенівський		Оксид азоту, сірководень, фенол, формальдегід, важкі метали, бенз(а)пірен
№ 12	Вул. Шкільна, 24 а, Олександрівський		Фенол, хлористий водень, важкі метали, бенз(а)пірен
№ 13	Пров. Черкаський, 13, Дніпровський		Хлористий водень, бенз(а)пірен

Таблиця 2

Відношення середньорічних концентрацій забруднюючих речовин до ГДК_{сд}, долі ГДК

Рік	Пил	Діоксид азоту	Оксид азоту (II)	Діоксид сірки	Фтористий водень	Оксид вуглецю (II)	Фенол	Формальдегід	Хлористий водень
2016	0,82	2,03	1,01	0,16	0,02	0,37	1,94	1,80	0,23
2017	0,62	2,15	1,10	0,16	0,01	0,37	2,04	1,39	0,21
2018	0,62	1,73	0,87	0,20	0,10	0,32	1,89	1,38	0,20
2019	0,82	1,88	0,88	0,14	0,10	0,37	2,12	1,53	0,24
2020	0,75	1,71	0,85	0,15	0,12	0,38	2,08	1,75	0,18
2021	0,89	1,62	0,82	0,15	0,07	0,43	1,96	1,95	0,19
2022	0,70	1,30	0,68	0,14	0,02	0,36	1,61	1,76	0,17
2023	0,74	1,38	0,69	0,14	0,07	0,37	1,69	1,86	0,18
2024	0,84	1,70	0,85	0,14	0,04	0,16	2,06	2,16	0,23

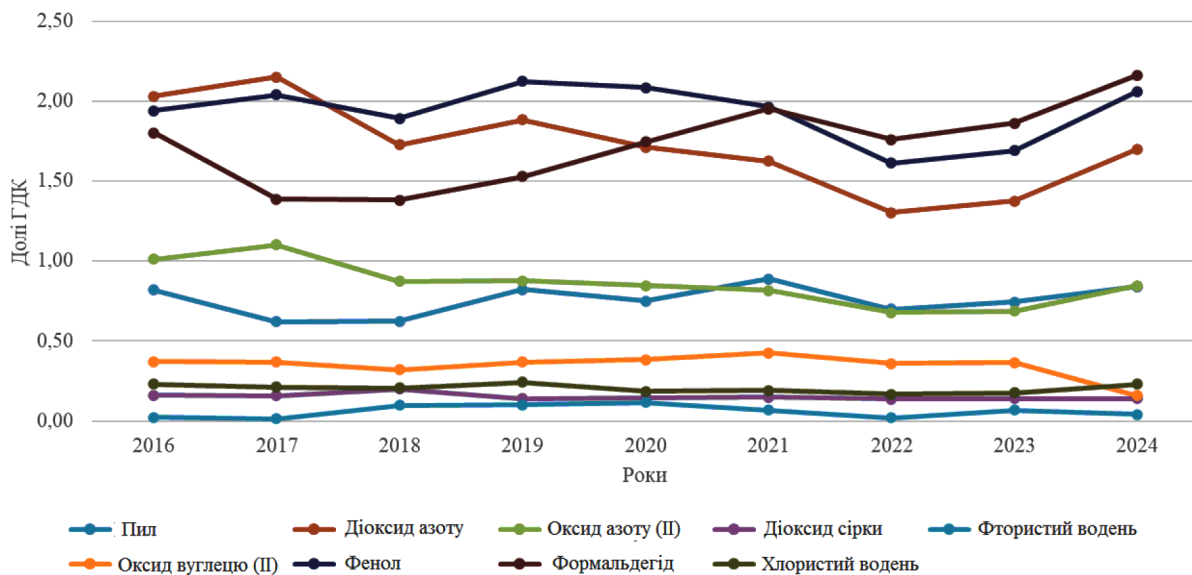


Рис. 1. Динаміка відношення середньорічних концентрацій забруднюючих речовин до ГДК_{сд} за період з 2016 по 2024 роки, долі ГДК

Розрахунок КІЗА по постам проводився за всіма концентраціями спостережуваних речовин.

Комплексна оцінка здійснена через визначення показників: індекс забруднення атмосфери (ІЗА) і комплексний індекс забруднення атмосфери (КІЗА):

$$ІЗА_i = \left(\frac{C_i}{ГДК_i} \right)^{a_i};$$

$$КІЗА = \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i}{ГДК_i} \right)^{a_i},$$

де C_i – середньодобова (річна) концентрація забруднюючої речовини i в атмосферному повітрі, мг/м³;

n – кількість забруднюючих речовин, що враховуються при визначенні індексу (зазвичай 5);

$ГДК_i$ – гранично-допустима концентрація забруднюючої речовини i в атмосферному повітрі, мг/м³;

a_i – коефіцієнт, який залежить від класу небезпеки за токсичністю забруднюючої речовини i , показує рівень небезпеки i -ї забруднюючої речовини в порівнянні з діоксидом сірки (для речовин 1-го класу небезпеки дорівнює 1,5, 2-го класу – 1,3, 3-го класу – 1,0, 4-го – 0,85).

Проведено порівняння рівня забруднення атмосферного повітря за показником КІЗА, який диференціюють наступним чином: при КІЗА < 5 – рівень забруднення є низьким;

при $5 \leq \text{КІЗА} < 8$ – рівень підвищений; при $8 \leq \text{КІЗА} < 13$ – рівень високий; при $\text{КІЗА} \geq 13$ – рівень дуже високий.

У табл. 3 наводяться комплексні індекси забруднення по постах спостереження у період з 2016 по 2024 роки. Найбільш забрудненим є пост № 11, який розташований у безпосередній близькості до основного промислового майданчику міста.

На рис. 2 видно, що для різних постів спостереження спостерігаються варіації в показниках КІЗА, зокрема для постів № 10 та № 11, де значення КІЗА є більшим за минулі роки.

На рис. 3 видно, що для посту спостереження № 11 спостерігається динаміка зростання концентрацій фенолу, діоксиду азоту, а особливо формальдегіду за останні роки дослідження.

Розглянемо детальніше вклад забруднюючих речовин у формування стану якості

Таблиця 3

Комплексний індекс забруднення атмосфери по постах спостереження

	Пост № 9	Пост № 10	Пост № 11	Пост № 12	Пост № 13
2016	3,8	6,9	8,8	5,3	1,6
2017	3,7	6,8	8,0	5,4	1,9
2018	3,2	5,7	7,7	4,6	1,7
2019	3,4	6,2	9,0	5,5	2,0
2020	3,1	6,0	9,3	5,5	1,7
2021	3,4	5,8	10,3	4,8	2,0
2022	2,8	4,4	8,6	3,8	1,9
2023	3,1	4,5	11,2	4,3	1,9
2024	3,2	5,3	11,2	4,3	1,9

Динаміка КІЗА

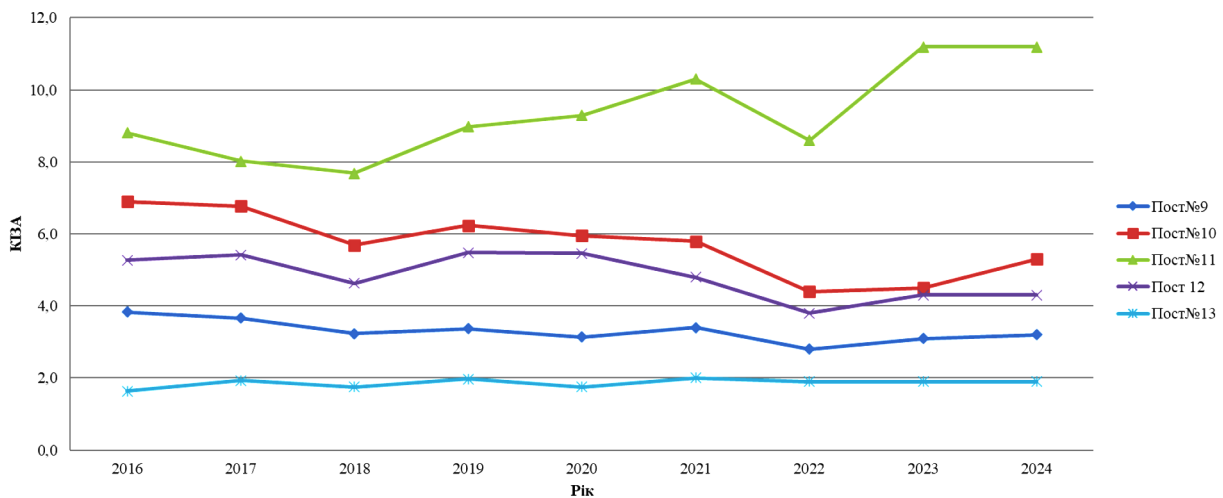


Рис. 2. Динаміка комплексного індексу забруднення атмосфери по постах спостереження

ПСЗ №11, динаміка відношення середньодобової концентрації до ГДК сд, долі ГДК

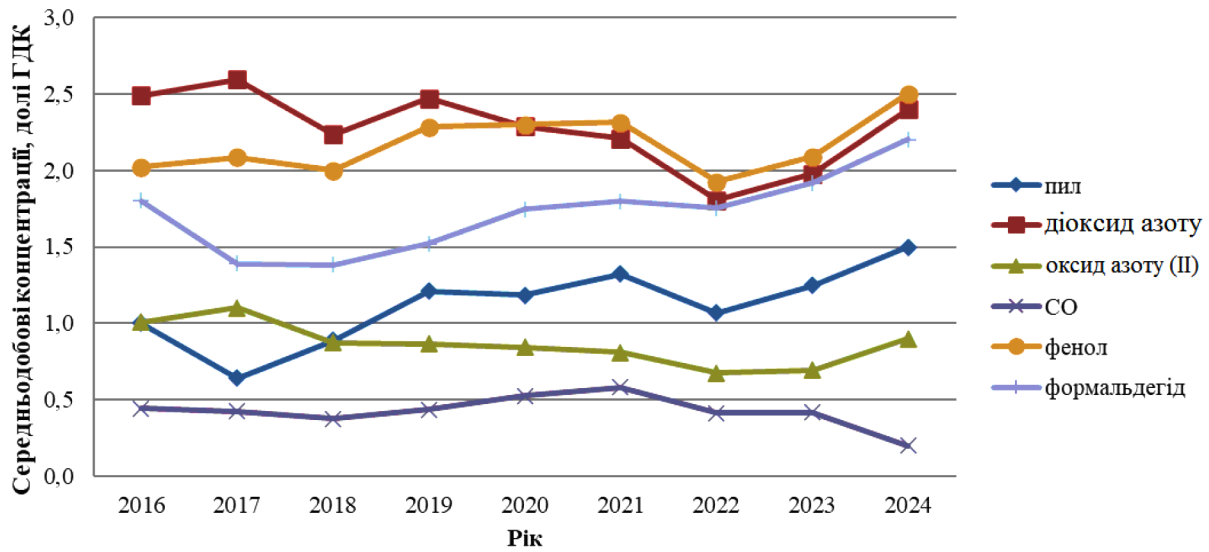


Рис. 3. Динаміка відношення середньодобової концентрації до ГДК_{сд} за період з 2016 по 2024 роки, долі ГДК

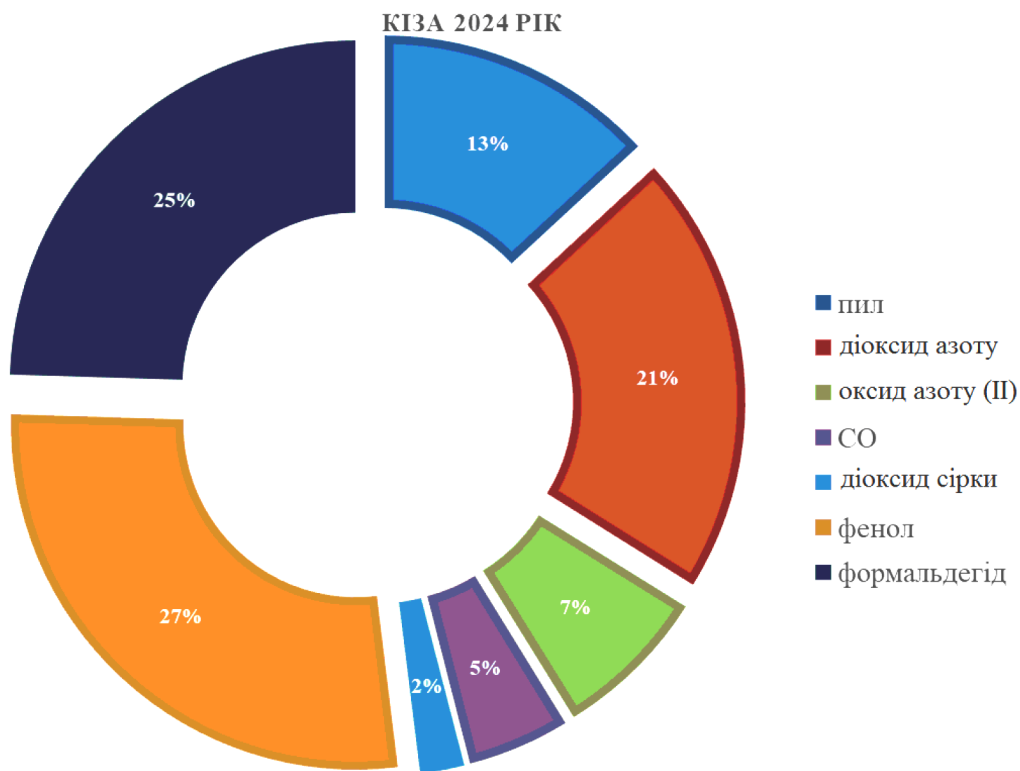


Рис. 4 Вклад забруднюючих речовин у формування стану якості атмосферного повітря для посту № 11 за 2024 рік

атмосферного повітря для посту № 11 за 2024 рік (рис. 4). Найбільший вклад вносять фенол, формальдегід та діоксид азоту.

В атмосферному повітрі міста Запоріжжя фотохімічні реакції утворення та витрати формальдегіду відіграють важливу роль в утворенні фотохімічних смогів, оскільки він є джерелом

вільних радикалів в атмосфері. Підвищені концентрації оксидів азоту, а також органічних домішок в умовах фотохімічного смогу призводять до появи підвищених концентрацій формальдегіду. Це характерно для метеорологічних умов, які сприяють накопиченню домішок і наступних фотохімічних трансформацій,

в ясну безвітряну погоду з великим вмістом забруднюючих речовин (Григор'єв, 2023). Як відомо, формальдегід є генотоксичною речовиною, може викликати соматичні мутації, які можуть передаватися нащадкам, має мутагенну, ембріотоксичну та канцерогенну дії. Тому збільшення вмісту формальдегіду в атмосферному повітрі м. Запоріжжя є суттєвим екологічним ризиком для населення.

Сьогодні доведено існування кореляції між збільшенням автотранспорту й викидами формальдегіду: автомобіль, який працює на природному газі, дає вихлоп, у якому концентрація формальдегіду становить $0,177 \text{ мг/м}^3$, що у 2–3 рази більше, ніж під час використання бензину (Григор'єва, 2018). Як відомо, кількість авто, що використовують газ у якості палива, постійно збільшується.

Розглядаючи кліматично-метеорологічні умови м. Запоріжжя з позицій впливу на розсіювання викидів, зазначимо, що останні, особливо влітку, не характеризуються постійністю вітрів, що сприяло б розбавленню й перенесенню шкідливих домішок. Також потрібно зважати на те, що через фізико-хімічні властивості формальдегіду збільшення вмісту останнього в повітрі відбувається в сонячну погоду та при високих температурах повітря. При цьому транзит багатотонажних вантажівок через місто також активізується у весняно-осінній сезон року. Отже, усі ці фактори сприяють підвищеним рівням формальдегіду й інших поллютантів у повітрі міста (Григор'єва, 2018).

Висновки. Отже, розрахунок відношення середньорічних концентрацій забруднюючих речовин до середньодобових гранично допустимих концентрацій свідчить про постійне перевищення ГДК_{сд} для таких речовин, як діоксид азоту, фенол та формальдегід. Визначення конкретних причин високих концентрацій цих речовин в умовах наявних моніторингових даних є складним через наявність численних джерел забруднення, таких як автотранспорт, промисловість та природні чинники. Динаміка спостереження за концентраціями забруднюючих речовин свідчить про спад забруднення у період несприятливих соціальних подій (пандемія та війна) у 2020–2022 роки та підвищення рівня забруднення до попередніх рівнів,

починаючи з 2023 року, після адаптації до таких подій. У 2020 році на території України діяли карантинні обмеження спричинені пандемією Covid-19, що призвело до зменшення обсягів потужності підприємств та переміщення населення. У 2021 році після послаблення карантинних умов більшість підприємств почали налагоджувати виробництво до звичайного рівня, що призвело до зростання викидів, зокрема автомобільних через необхідність транспортування матеріалів та продукції. Також у цей період люди починають знову подорожувати та більше використовувати власний автотранспорт через проблеми з громадським транспортом. 2023 рік уособлює рік відновлення після початку повномасштабної російської агресії на території України. Та за період початку вторгнення до країни було завезено багато транспорту, який є застарілим та спричиняє забруднення навколишнього середовища.

Розрахунок комплексного індексу забруднення атмосфери свідчить про те, що пост № 11, який знаходиться найближче до промислового майданчику, є найбільш забрудненим. Динаміка показників чітко свідчить про спад забруднення у період початку повномасштабного вторгнення на територію України та подальше його зростання після налагодження виробництва підприємствами. У 2023–2024 роках досягається максимум значення КІЗА, що перевищує період до несприятливих умов та свідчить про додаткові джерела забруднення атмосферного повітря, якими можливо є наслідки після ракетних обстрілів міста.

Розглядаючи детальніше відношення середньодобової концентрації до ГДК_{сд} за період з 2022 по 2024 роки, на посту № 11 спостерігається збільшення перевищень по фенолу, пилю, формальдегіду, оксиду вуглецю (II), діоксиду азоту. Ці речовини є компонентами викидів різних джерел, що знову не надає повної картини причин утворення високих концентрацій на цій території міста.

Отримані результати свідчать про недостатню кількість постів спостереження, що ускладнює зонування міста та точне визначення джерел забруднення, а отже, перешкоджає ефективному впровадженню заходів для зменшення рівня забруднення атмосфери.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Стратегія розвитку міста Запоріжжя на період до 2028 року. *Запорізька міська рада – офіційний вебсайт*. URL: https://zp.gov.ua/upload/content/o_1bv115shg1mh9je61iooc13u7ae4.pdf (дата звернення: 06.11.2024).
2. Забруднення повітря у м. Запоріжжя. *Запорізький обласний центр з гідрометеорології*. URL: <https://zapcgm.com.ua/pollution> (дата звернення: 02.11.2024).
3. Місія, візія, цінності. *Запорізький обласний центр контролю та профілактики хвороб*. URL: <https://zp.cdc.gov.ua/about/mission/> (дата звернення: 02.11.2024).
4. Eco-City. *Eco-City Громадський моніторинг стану якості повітря*. URL: <https://eco-city.org.ua/> (date of access: 05.11.2024).
5. Пацева І.Г., Кагукіна А. М. Аналіз стану атмосферного повітря міста Житомира. *Слобожанський науковий вісник. Серія: Природничі науки*. 2024. № 1. С. 77–81. URL: <https://doi.org/10.32782/naturalspu/2024.1.10> (дата звернення: 05.12.2024).
6. Організація моніторингу за станом атмосферного повітря у м. Харків / П.Г.Кирієнко та ін. *Екологічна безпека та природокористування*. 2023. Т. 48, № 4. С. 81–90. URL: <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2023.4.81-90> (дата звернення: 05.12.2024).
7. Долженкова О., Назаренко Д. Оцінка впливу збройної агресії Росії на стан атмосферного повітря в Україні. *Challenges and Issues of Modern Science*, 2024. Т. 3, С. 305–311. URL: <https://cims.fti.dp.ua/j/article/view/230> (дата звернення: 05.12.2024).
8. Постанова Кабінету Міністрів України від 14 серпня 2019 року № 827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря». URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/>.
9. Белоконь К., Пірогова І. Аналіз та оцінка рівня забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя. *Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету (технічні науки)*. 2021. Т. 1, № 38. С. 149–158. URL: <https://doi.org/10.31319/2519-2884.38.2021.18> (дата звернення: 05.12.2024).
10. Пірогова І.М., Рильський О.Ф. Проблема регулювання якості повітря м. Запоріжжя при несприятливих метеоумовах. *Молодий вчений*. 2020. Т. 7, № 83. С. 128–132. URL: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-7-83-28> (дата звернення: 05.12.2024).
11. Григор'єв К. Оцінка стану атмосферного повітря у місті Миколаєві. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2023. № 4. С. 39–48. URL: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-4-5> (дата звернення: 05.12.2024).
12. Григор'єва Л.І., Томілін Ю.А., Суха Н.О. Комплексна оцінка забруднення атмосферного повітря в місті Миколаєві. *Екологічні науки*. 2018. Т. 4, № 23. С. 19–23.

REFERENCES:

1. Stratehiia rozvytku mista Zaporizhzhia na period do 2028 roku [Development Strategy of the City of Zaporizhzhia until 2028]. *Zaporizka miska rada – ofitsiyni veb-sait*. Retrieved from: https://zp.gov.ua/upload/content/o_1bv115shg1mh9je61iooc13u7ae4.pdf (data zvernennia: 06.11.2024).
2. Zabrudnennia povitria u m. Zaporizhzhia. *Zaporizkyi oblasnyi tsentr z hidrometeorologii* [Air pollution in the city of Zaporizhzhia]. Retrieved from: <https://zapcgm.com.ua/pollution> (data zvernennia: 02.11.2024).
3. Misiia, viziia, tsinnosti. [Mission, Vision, Values]. *Zaporizkyi oblasnyi tsentr kontroliu ta profilaktyky khvorob*. Retrieved from: <https://zp.cdc.gov.ua/about/mission/> (data zvernennia: 02.11.2024).
4. Eco-City. *Eco-City Hromadskyi monitorynh stanu yakosti povitria*. Retrieved from: <https://eco-city.org.ua/> (data zvernennia: 05.11.2024).
5. Patseva, I., & Kahukina, A. (2024). Analiz stanu atmosfernoho povitria mista Zhytomyra [Analysis of the Atmospheric Air State in the City of Zhytomyr]. *Slobozhanskyi naukovyi visnyk. Serii: Pryrodnychi nauky*, 1, 77–81. Retrieved from: <https://doi.org/10.32782/naturalspu/2024.1.10> (data zvernennia: 05.12.2024) [in Ukrainian].
6. Kyriienko, P., Varlamov, Ye., Kvasov, V., & Lobov, S. (2023). Orhanizatsiia monitorynhu za stanom atmosfernoho povitria u m. Kharkiv [Organization of atmospheric air monitoring in Kharkiv]. *Ekolohichna bezpeka ta pryrodokorystuvannia*, 48(4), 81–90. Retrieved from: <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2023.4.81-90> (data zvernennia: 05.12.2024) [in Ukrainian].
7. Dolzhenkova, O., & Nazarenko, D. (2024). Otsinka vplyvu zbroinoi ahresii Rosii na stan atmosfernoho povitria v Ukraini [Assessment of the impact of Russia's armed aggression on the state of atmospheric air in Ukraine]. *Challenges and Issues of Modern Science*, 3, 305–311. Retrieved from: <https://cims.fti.dp.ua/j/article/view/230> (data zvernennia: 05.12.2024) [in Ukrainian].
8. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 14 serpnia 2019 roku № 827 “Deiaki pytannia zdiisnennia derzhavnoho monitorynhu u haluzi okhorony atmosfernoho povitria” [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated August 14, 2019, No. 827 “Certain Issues of State Air Quality Monitoring in the Field of Atmospheric Protection”]. Retrieved from: <http://zakon4.rada.gov.ua/> [in Ukrainian].

9. Bielokon, K., & Pirohova, I. (2021). Analiz ta otsinka rivnia zabrudnennia atmosferного povitria m. Zaporizhzhia [Analysis and Assessment of the Level of Atmospheric Air Pollution in Zaporizhzhia]. *Zbirnyk naukovykh prats Dniprovskoho derzhavnogo tekhnichnogo universytetu (tekhnichni nauky)*. 1(38), 149–158. Retrieved from: <https://doi.org/10.31319/2519-2884.38.2021.18> (data zvernennia: 05.12.2024) [in Ukrainian].

10. Pirohova, I., & Rylskyi, O. (2020). Problema rehuliuвання yakosti povitria m. Zaporizhzhia pry nespriyatlyvykh meteoumovakh. [The Problem of Air Quality Regulation in Zaporizhzhia at Adverse weather conditions]. *Molodyi vchenyi*. 7(83), 128–132. Retrieved from: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-7-83-28> (data zvernennia: 05.12.2024) [in Ukrainian].

11. Hryhoriev, K. (2023). Otsinka stanu atmosferного povitria u misti Mykolaievi. Problemy khimii ta staloho rozvytku. [Assessment of the State of Atmospheric Air in the Mykolaiv City]. 4, 39–48. Retrieved from: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-4-5> (data zvernennia: 05.12.2024) [in Ukrainian].

12. Hryhorieva, L. I., Tomilin, Yu. A., & Sukha, N. O. (2018). Kompleksna otsinka zabrudnennia atmosferного povitria v misti Mykolaievi. [Comprehensive Assesment of atmospheric air polution in the Mykolaiv City]. *Ekolohichni nauky*. 4(23), 19–23 [in Ukrainian].

УДК 630*18(477.81)-047.44

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-7>

Олена ДЖАМ

кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі, 13, м. Луцьк, Волинська обл., Україна, 43025

ORCID: 0000-0003-2222-3734

Тетяна ДЯК

здобувач вищої освіти кафедри екології та охорони навколишнього середовища, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі, 13, м. Луцьк, Волинська обл., Україна, 43025

Любомир ГУЛАЙ

доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри неорганічної та фізичної хімії, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі, 13, м. Луцьк, Волинська обл., Україна, 43025

ORCID: 0000-0003-3495-5027

Ольга КАРАЇМ

кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі, 13, м. Луцьк, Волинська обл., Україна, 43025

ORCID: 0000-0002-1722-4110

Зоряна ЛАВРИНЮК

кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі, 13, м. Луцьк, Волинська обл., Україна, 43025

ORCID: 0000-0002-1906-3330

Бібліографічний опис статті: Джам, О., Дяк, Т., Гулай, Л., Караїм, О., Лавринюк, З. (2024). Моніторинг екологічного стану лісових ресурсів Філії «Рафалівське лісове господарство» ДП «Ліси України». *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 4, 49–56, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-7>

МОНІТОРИНГ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ ФІЛІЇ «РАФАЛІВСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО» ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ»

Лісове господарство завжди відіграло важливу роль для розвитку регіонів. Лісові ресурси є одними з ключових природних ресурсів, що використовують для задоволення матеріальних, рекреаційних та культурних потреб. Ліси є важливим кліматичним елементом, живим фільтром нашої планети. Завдяки своїй екосистемі ліс напряму впливає на клімат, якість води, наявність чистого повітря, на захист ґрунтів та сільськогосподарських угідь.

Збереження лісів спрямоване на забезпечення стабільності екологічних процесів в регіонах і оптимізацію порушених природних екосистем, на збереження генофонду рідкісних видів рослин і асоціацій, а також тваринного світу, на розвиток і вдосконалення рекреаційного використання території. Наукове дослідження структури територій та їх місця і ролі у природно-ресурсному потенціалі є важливим і витікає з їх особливої цінності як середовищеформуючих та природовідтворюючих природних комплексів, з високим рівнем ландшафтного та біологічного різноманіття. Вирішити цю багатопланову проблему охорони навколишнього середовища можна тільки на основі довгострокового природоохоронного дослідження, вивчення кількісних і якісних змін в структурі природних екосистем та їх компонентів.

У роботі проведено дослідження структури та екологічних параметрів лісового фонду Філії «Рафалівське лісове господарство» ДП «Ліси України», здійснено аналіз організації та ведення лісового господарства на території досліджуваного регіону, проведена оцінка відтворення та охорони лісів підприємства.

Структуровані дані та динаміка основних статистичних характеристик господарської діяльності лісового господарства щодо раціонального використання та подальшого відтворення лісового фонду та лісових запасів, лісорозведення, збереження та підвищення їх санітарно-гігієнічних, захисних та естетичних функцій.

Ключові слова: лісовий фонд, лісові ресурси, лісове господарство, екологічний стан, екологічна оцінка.

Olena DZHAM

PhD of Chemistry, Docent, Associate Professor at the Department of Ecology and Protection of Environment, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Voli Ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025

ORCID: 0000-0003-2222-3734

Tetiana DIAK

Student of Higher Education at the Department of Ecology and Protection of Environment, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Voli Ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025

Lubomir GULAY

Doctor of Science in Chemistry, Professor, Head of the Department of Inorganic and Physical Chemistry, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Voli Ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025

ORCID: 0000-0003-3495-5027

Olha KARAIM

PhD of Economics, Docent, Associate Professor at the Department of Ecology and Protection of Environment, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Voli Ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025

ORCID: 0000-0002-1722-4110

Zoryana LAVRYNYUK

PhD of Chemistry, Docent, Associate Professor at the Department of Ecology and Protection of Environment, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Voli Ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025

ORCID: 0000-0002-1906-3330

To cite this article: Dzham, O., Diak, T., Gulay, L., Karaim, O., Lavrynyuk, Z. (2024). Monitorynh ekolohichnoho stanu lisovykh resursiv Filii “Rafalivske lisove hospodarstvo” DP “Lisy Ukrainy” [Monitoring of the ecological state of forest resources of the Branch “Rafaliv Forestry” of the State Enterprise “Forests of Ukraine”]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 4, 49–56, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-7>

**MONITORING OF THE ECOLOGICAL STATE
OF THE FOREST RESOURCES OF THE BRANCH “RAFALIV FORESTRY”
OF THE STATE ENTERPRISE “FORESTS OF UKRAINE”**

Forestry has always played an important role in the development of regions. Forest resources are one of the key natural resources used to meet material, recreational and cultural needs. Forests are an important climatic element, a living filter of our planet. Thanks to its ecosystem, the forest directly affects the climate, water quality, availability of clean air, soil and agricultural land protection.

Forest conservation is aimed at ensuring the stability of ecological processes in the regions and optimizing disturbed natural ecosystems, at preserving the gene pool of rare plant species and associations, as well as animal life, at developing and improving the recreational use of territories. The scientific study of the structure of territories and their location and role in the natural resource potential is important and stems from their special value as environment-forming and nature-creating natural complexes with a high level of landscape and biological diversity. It is possible to solve this multifaceted problem of environmental protection only on the basis of long-term environmental research, study of quantitative and qualitative changes in the structure of natural ecosystems and their components.

In the work, a study of the structure and ecological parameters of the forest fund of the Branch “Rafaliv Forestry” of the State Enterprise “Forests of Ukraine” was carried out, an analysis of the organization and management of forestry in the territory of the studied region was carried out, an assessment of the reproduction and protection of the company’s forests was carried out.

Structured data and dynamics of the main statistical characteristics of the economic activity of forestry in relation to the rational use and further reproduction of the forest fund and forest reserves, afforestation, preservation and improvement of their sanitary, hygienic, protective and aesthetic functions.

Key words: forest fund, forest resources, forestry, ecological condition, ecological assessment.

Актуальність проблеми. Запаси лісових ресурсів в Україні відносно низькі. Стан лісів України не відповідає всім екологічним та економічним потребам. Площа лісів з кожним разом зменшується, на це впливають багато чинників: війна, незаконна вирубка та підпали лісових масивів. Через брак фінансування рівень лісорозведення та заліснення залишається невисоким, а несумісність між лісоресурсною базою та споживанням лісів значно зросла.

Дієве ведення лісового господарства передбачає прибутковість у процесі використання ресурсів та корисних можливостей лісу. Для визначення витривалості екологічних систем істотним фактором є вивчення санітарного стану лісу й інтенсивність поширення хвороб та їх збудників. Головною метою лісових господарств є заліснення та охорона лісів. Не менш важливими факторами є захист лісів від пожеж та підвищення продуктивності лісу. У наш час важливо дослідити стан лісів, їх біорізноманіття та господарський вплив на лісові екосистеми. Потрібно знайти баланс між використанням лісів та їх збереження для наступних поколінь.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання моніторингу лісових екосистем описані у (Величко О.М., 2001; Клименко М.О., 2006; Лялюк О.Г., 2004). Оцінка екологічного стану лісів України зроблена у (Генсирук С.А., 2002; Медведев Ю., 20005; Руцак М., 2008; Свириденко В.С., 2008). Методика оцінки якості навколишнього середовища представлена у (Ільїна В.Г., 2007; Петрук В.Г., 2005).

Метою дослідження є екологічний стан лісових ресурсів, динаміка утримання та відтворення лісового фонду на території Філії «Рафалівське лісове господарство» ДП «Ліси України».

Виклад основного матеріалу дослідження. Філія «Рафалівське лісове господарство» ДП «Ліси України» розташована в північно-західній частині Рівненської області на території колишніх Володимирецького та Зарічненського районів, на даний час об'єднаних у Вараський район та частині Сарненського району. ДП «Володимирецький лісгос» був організований в 2004 році згідно наказу № 7 Рівненського лісгосподарського

об'єднання «Рівнеліс» від 30.01.2004 р. та наказу Держкомлісгоспу України № 10 від 23.01.2004 р. «Про вдосконалення управління лісовим господарством у Рівненській області». Організація лісгоспу була здійснена шляхом припинення юридичної особи Рафалівського держлісгоспу та приєднання його до Володимирецького держлісгоспу. Пізніше, в 1960 році на базі частини лісів Рафалівського лісгоспу та земель, прийнятих від колгоспів і радгоспів був організований Володимирецький лісгосп, який в 2022 році був реорганізований в Державне підприємство «Рафалівський лісгосп», а в 2023 році в Філію «Рафалівське лісове господарство» Державне підприємство «Ліси України».

До складу лісгоспу входить 16 лісництв загальною площею 94 629 га (рис. 1).

Територія району знаходиться у межах Волинського Полісся. Поверхня рівнинна з середньою висотою 184 м над рівнем моря. Долинний рельєф характеризується наявністю потужних лесових відкладів, заплавами та над заплавами терасами річкових долин (Генсирук С. А., 2002).

Основними джерелами водозабезпечення території є річки Горинь, Стир, озера та рукотворні водойми. Основне джерело живлення рік – талі снігові води, атмосферні опади, ґрунтові води. Під час весняних повеней річки розливаються і затоплюють значні площі (Медведев Ю., 20005; Свириденко В. С., 2008).

Що стосується лісового фонду Філії, то він включає в себе захисні та експлуатаційні

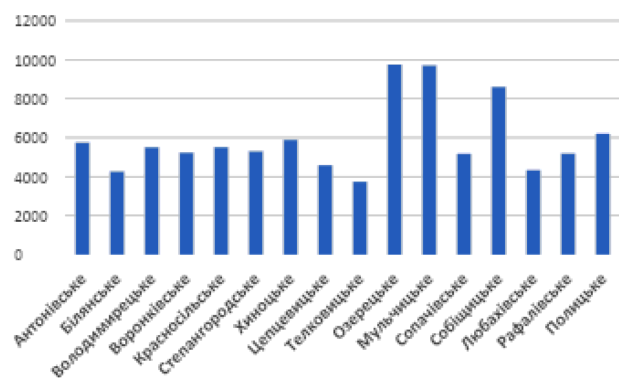


Рис. 1. Організаційна структура Філії «Рафалівське лісове господарство», га

функції. Відповідно до виконуваних функцій ліси і поділяють на дві групи і в межах груп – на категорії (Рушак М., 2008).

На рис. 2 зображено кругову діаграму з категоріями лісів відповідно до їх площ. Експлуатаційні ліси займають найбільшу частку – 75 % усієї діаграми, тобто дані ліси використовують для економічних потреб у деревині та недеревних лісових ресурсах. 12,8 % займають ліси природоохоронного, наукового та історико-культурного призначення, ці ліси відведені для природоохоронної та наукової діяльності. У свою чергу, захисні ліси займають 7,2 %, ці території використовують для ґрунтозахисних та водоохоронних властивостей. І найменшу частку у 5,0 % займають рекреаційно-оздоровчі ліси.

Більш детальні поділи лісів зображено на наступних рисунках. На рис. 3 розміщена діаграма поділу лісів природоохоронного, наукового та історико-культурного призначення. Відповідно до діаграми бачимо, що заказники займають найбільші площі серед лісництв Філії – 8427 га. Далі йдуть національні природні парки заповідних зон (2092,8 га) та

національні природні парки зон регульованої рекреації (1575,3 га).

На рис. 4 відображено діаграму поділу рекреаційно-оздоровчих лісів, серед яких лісогосподарська частина лісів зелених зон займає найбільшу площу у 4251,8 га. Лісопаркова частина лісів займає 429,9 га. Мізерною є площа лісів у межах населених пунктів – 13,8 га.

Рис. 5 вказує на поділ захисних лісів у межах Рафалівського лісового господарства. Серед яких найбільшим показником є ліси вздовж смуг відведення залізниць, на яку припадає 3986,8 га всієї площі захисних лісів. Наступною є зона лісів уздовж річок, навколо озер, водоймищ та інших водних об'єктів, на яку припадає 706,5 га. Найменшою є територія лісів уздовж смуг відведення автомобільних доріг – 613,2 га.

Існуючий поділ площі на категорії лісів відповідає господарському призначенню природним та економічним умовам району розташування лісгоспу. Можна чітко бачити, що у лісовому фонді підприємства домінують експлуатаційні ліси а за ними спеціальні зони та спеціальні смуги.

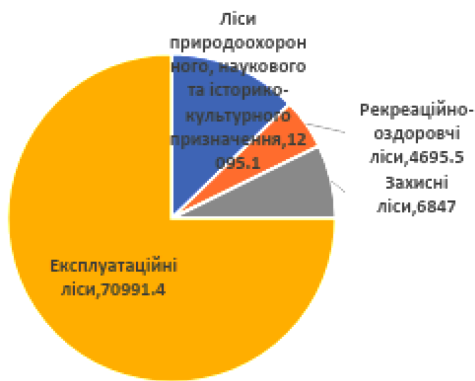


Рис. 2. Категорії лісів, га



Рис. 4. Поділ рекреаційно-оздоровчих лісів, га



Рис. 3. Поділ лісів природоохоронного, наукового та історико-культурного призначення, га

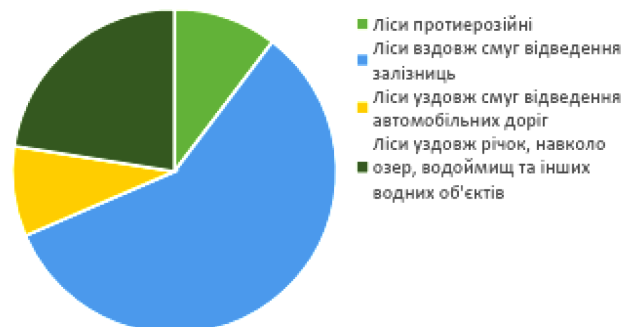


Рис. 5. Поділ захисних лісів, га

Серед породного складу насаджень найбільшу відсоткову частку займають хвойні породи – 64,4 % усієї площі лісгоспу. Твердолистяні породи займають 3 %, з яких 2,7 % відносять для площ зайнятих дубом. М'яколистяні породи займають 31 % площі лісового господарства. Відповідну діаграму представлено нижче на рисунку 6.

У Рафалівському ЛГ проводяться рубки головного користування задля заготівлі деревини у стиглих та перестійних насадженнях. У 2022 році підприємством було здійснено планову діяльність на площі 139,5 га. Лісовідновлення проводилося на площі 59,1 га основними

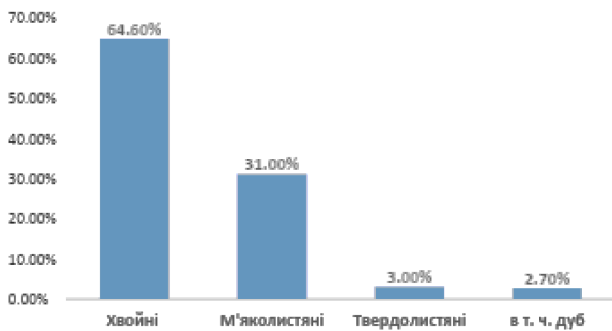


Рис. 6. Породний склад насаджень, %

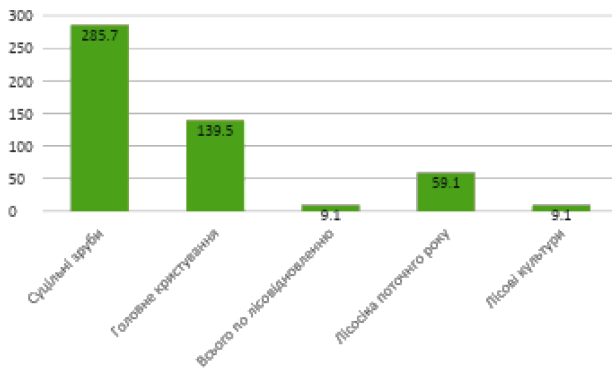


Рис. 7. Планова діяльність лісосіки на рубках головного користування за 2022 рік, га

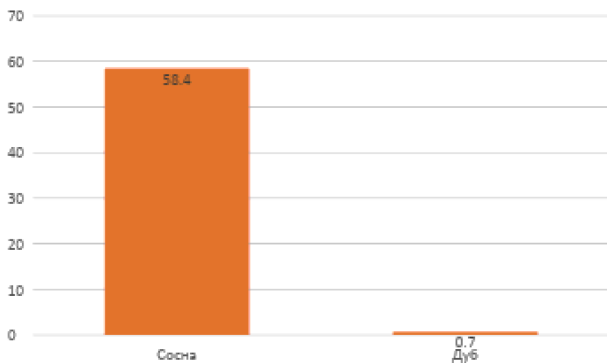


Рис. 8. Дані по лісовідновленню за основними лісоутворюючими породами за 2022 рік, га

лісоутворюючими породами в рахунок лісосіки поточного року. Суцільні зрубів було проведено на 285,7 га площі лісгоспу. Площа лісових культур та всього по лісовідновленню становить 9,1 га. Дані представлені на рисунку 7.

Потрібно звернути увагу на лісовідновлення за основними лісоутворюючими породами – дубом та сосною. Найбільші площі лісоутворюючих порід займає сосна – 58,4 га. Площі дуба займають менше 1 га насаджень. Дані щодо площі по лісовідновленню за основними лісоутворюючими породами зображені на рисунку 8.

Таку ж діяльність щодо проведення лісовідновлення здійснювали і в 2023 році. Тепер площа діяльності сягала 88,4 га. Лісовідновлення проведено на площі 49,3 га основними лісоутворюючими породами в рахунок лісосіки поточного року. Порівняно з 2022 роком бачимо зменшення в площі суцільних зрубів до 140 га. Площі по лісовим культурам та всього по лісовідновленню теж значно зросли порівняно з минулим роком. У 2023 році вони сягають 49,3 га площі лісосік. Дані представлені на рисунку 9.

Тут також звертаємо увагу на лісовідновлення за основними лісоутворюючими

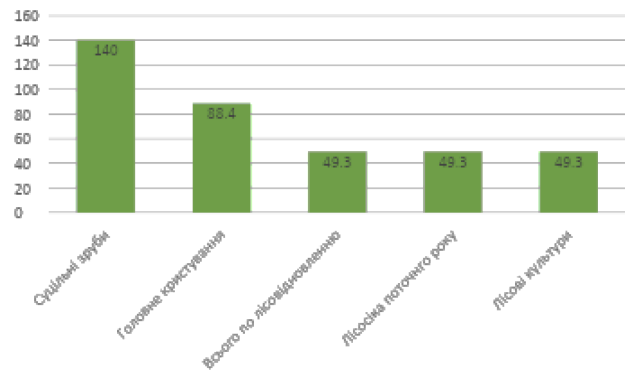


Рис. 9. Планова діяльність лісосіки на рубках головного користування за 2023 рік, га

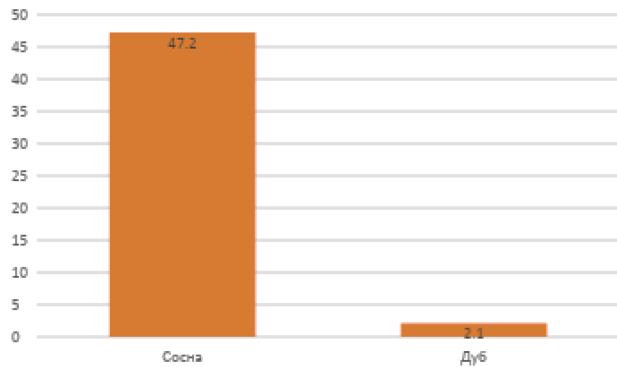


Рис. 10. Дані по лісовідновленню за основними лісоутворюючими породами за 2023 рік, га

породами, що зображені на рисунку нижче (рис. 10). Тут же сосна займає менші площі по лісовідновленню порівняно з результатами 2022 року. У свою чергу дані площі дуба значно виросли, а саме до 2,1 га.

Дані про об'єм заготовленої деревини в різних лісництвах представлені на рисунках нижче (рис. 11–15).

Згідно рисунку 11 маємо такі результати – загальний об'єм рубок займає 10 019,426 м³. Дивлячись на діаграму, можемо побачити суттєву різницю в об'ємах серед видів рубок. Суцільні лісові рубки займають 7106,796 м³, вони корисні для відновлення лісових масивів у недалекому майбутньому. Наступними є санітарні рубки вибіркової, що займають 1203,976 м³ території Рафалівського лісництва, ці рубки проводять з метою ліквідації сухостійних та пошкоджених, внаслідок різної діяльності, насаджень. Прокідні рубки, займаючи 1109,804 м³, використовують для збільшення приросту кращих дерев та підвищення товарності деревостанів. Санітарні рубки суцільні проводять шляхом вирубування відмираючих чи дуже ослаблених дерев і займають незначну площу у 531,764 м³. Найменший об'єм займає прорідження, що є властивим для даного виду рубок, бо це очищення від сучків та формування повнодеревних стовбурів, об'єм займає 71,086 м³.

У Собіщицькому лісництві ситуація різниться. На рисунку 12 бачимо збільшення загального об'єму рубок – 16 924,6106 м³. З нього 6227,4104 м³ займають суцільні лісові рубки, що є характерним для відновлення лісів. Санітарні рубки вибіркової займають більшу площу у Собіщицькому лісництві ніж у Рафалівському, що також може бути впливом різних

діяльностей людини чи природи. Тут об'єм займає 1377,536 м³. Прокідні рубки займають 2812,37 м³ і вказують на те, що у даному лісовому господарстві значну увагу приділяють підвищенню товарного стану дерев. Санітарні рубки суцільні займають 1377,536 м³ і в порівнянні з Рафалівським лісництвом у Собіщицькому є багато ослаблених дерев внаслідок пожеж та хвороб лісу, задля яких використовують даний вид рубки. Рубки прорідження у Собіщицькому лісництві теж залишаються на доволі високому рівні відповідно до Рафалівського і займає 264,065 м³.

На рисунку 13 зображено діаграму видів рубок та їх об'єм у Сопачівському лісництві. Загальний об'єм рубок в кілька разів менший у порівнянні з лісництвами вище. Проте, суцільні лісові рубки все ж займають достатньо великі об'єми – 2455,094 м³. Цей вид рубки спрямований на вирубку деревостану, окрім чагарників та дерев, які підлягають збереженню. Для порівняння, два попередні лісництва мали більші об'єми санітарних рубок вибіркової ніж санітарних рубок суцільних, а в Сопачівському



Рис. 12. Види рубок та їх об'єм для Собіщицького лісництва, м³

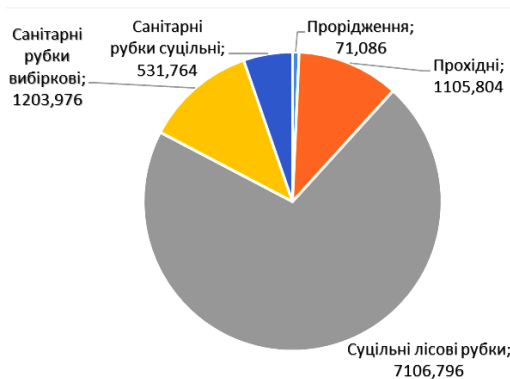


Рис. 11. Види рубок та їх об'єм для Рафалівського лісництва, м³

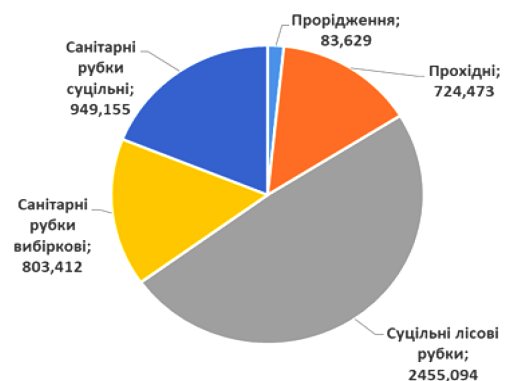


Рис. 13. Види рубок та їх об'єм для Сопачівського лісництва, м³

лісництві навпаки, суцільні рубки займають більше об'єму, а саме – 949,155 м³. Це може вказувати на те, що у даному лісництві проблемою є ураження деревних порід шкідниками чи іншими хворобами, що притаманні лісу. Санітарні рубки вибірково займають 803,412 м³ та вказує на меншу кількість дерев, що була змінена внаслідок антропогенного впливу. Також відбулося зменшення прохідних рубок порівняно лісництвами описаними раніше. Їх об'єм становить 724,473 м³. Прорідження залишається в межах 83,629 м³ та залишається на приблизно одному рівні з іншими лісництвами.

На інфографіці, що зображена на рисунку 14 маємо результати для Володимирецького лісництва. Спостерігаємо, що суцільним лісовим рубкам відводять значні об'єми в порівнянні з іншими видами рубок. Вони займають 5356,028 м³, що значно перевищує показники у Собіщицькому та Сопачівському лісництвах. Відносно невеликі показники маємо для суцільних рубок вибірково (575,667 м³), суцільних санітарних (198,934 м³) та прохідних (639,352 м³), які вказують на те, що менша кількість дерев піддавалась впливу людей чи іншим шкідникам. Проте, у Володимирецькому



Рис. 14. Види рубок та їх об'єм для Володимирецького лісництва, м³

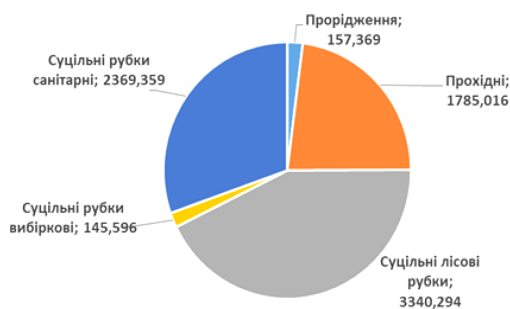


Рис. 15. Види рубок та їх об'єм для Хиноцького лісництва, м³

лісництві можна побачити застосування виду рубки, якого немає в чотирьох лісництвах, які аналізуємо – це прочищення. Цей вид рубки застосовують для забезпечення складу та рівноцінного розміщення дерев головної породи, тут об'єм становить 7,000 м³. Прорідження у Володимирецькому лісництві одне з найбільших – 270,623 м³. Цей показник свідчить про більшу кількість деревних порід, що потребувала очищення від сучків та формування повноцінних деревних порід.

І останнє лісництво для порівняння видів рубок та їх об'єму – Хиноцьке лісництво, яке зображене на рисунку 15. Як і на інших рисунках, які були проаналізовані раніше, суцільні лісові рубки займають найбільші об'єми – 3340,294 м³. Значно збільшився об'єм суцільних рубок санітарних до 2369,359 м³, і це найбільший показник по лісництвах, що свідчить про значну потребу в оздоровленні та збільшенні біологічної витривалості лісів.

Така ж тенденція спостерігається і з прохідними рубками (1785,016 м³). Цей вид рубки використовують для вирощування технічно стиглої деревини, покращення структури та стійкості деревостану. Прорідження залишається на рівні з іншими лісництвами (157,369 м³).

Висновки та перспективи подальших досліджень. Згідно матеріалів базового лісовпорядкування виокремлено такі категорії лісів: рекреаційно-оздоровчі – 4695,5 га (5,0 %), ліси природоохоронної, наукового та історико-культурного значення – 12 095,1 га (12,8 %), захисні ліси – 6847 га (7,2 %) та експлуатаційні ліси, що займають 70991,4 га (75 %).

Проведення лісовідновлення на лісосіках рубок головного користування відбувається з метою заготівлі деревини в стиглих та перестійних насадженнях. Лісовідновлення проводилося на площах 59,1 га (2022 р.) та 49,3 га (2023 р.). Основними лісоутворюючими породами були сосна та дуб, що були використані для відновлення лісу.

У лісовому господарстві значна частина користування лісовими ресурсами припадає на рубки із ведення лісового господарства. Для цього використовують рубки догляду за лісом (прорідження, прочищення), санітарно-оздоровчі рубки (санітарні рубки суцільні). На підприємстві головні рубки лісу проводять за допомогою суцільно-лісосічного методу, що

займає вагому частину при дослідженні даних по окремих лісництвах. Основним методом проведення рубок, що притаманний веденню лісового господарства є комбінований. Проте, у всіх випадках насадження, які відведені під рубки мають індивідуальний підхід. Рубки догляду збільшують продуктивність та життєздатність насаджень. У деяких лісництвах потрібні більш якісні проведення вибіркових санітарних рубок, бо кількість уражених лісових насаджень зростає через поширення шкідників, які можуть жити під корою дерев та інших хвороб лісу. Обсяг заготовленої

деревини різниться залежно від лісництва та типу рубок, що є причиною різних підходів до лісгосподарської діяльності в різних лісництвах. Згідно проведеного аналізу суцільні лісові рубки займають значні об'єми та вказують на те, що у кожному лісництві вирубують майже весь деревостан, щоб залишити найцінніші та життєздатніші дерева.

Загалом, санітарний стан лісів можна вважати задовільним. Лісозахист знаходиться на задовільному рівні, але для ефективного розвитку потрібно проводити щорічний моніторинг за станом лісових насаджень.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Величко О. М., Зеркалов Д. В. Екологічний моніторинг. К.: Науковий світ, 2001. 205 с.
2. Генсирук С. А. Ліси України. Львів: РВВ НЛТУ України, 2002. 495 с.
3. Ільїна В. Г., Чугай А. В. Аналіз якості довкілля. Одеса: ОДЕКУ, 2007. 102 с.
4. Клименко М. О., Прищепя А. М., Вознюк Н. М. Моніторинг довкілля. К.: Академія, 2006. 360 с.
5. Лялюк О. Г., Ратушняк Г. С. Моніторинг довкілля. Вінниця: ВНТУ, 2004. 140 с.
6. Медведев Ю., Дяченко Я. Проблеми розвитку лісопромислового комплексу: пріоритети, структура, ефективність. К.: Вища школа, 2005. 244 с.
7. Петрук В. Г., Володарський Є. Т., Мокін В. Б. Основи науково-дослідної роботи. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. 144 с.
8. Рушчак М. Ліси України: управління, експлуатація, відтворення. К.: Академія, 2008. 260 с.
9. Свириденко В. С. Лісівництво. К.: Арістей, 2005. 544 с.

REFERENCES:

1. Velychko, O. M., & Zerkalov, D. V. (2001). *Ekolohichniy monitorynh* [Environmental monitoring]. Kyiv: Naukovyi svit [in Ukrainian].
2. Hensyruk, S. A. (2002). *Lisy Ukrainy* [Forests of Ukraine]. Lviv: RVV NLTU Ukrainy [in Ukrainian].
4. Ilyina, V. H., & Chuhai, A. V. (2007). *Analiz yakosti dovkillia* [Analysis of the quality of the environment]. Odessa: ODEKU [in Ukrainian].
5. Klymenko, M. O., & Pryshchepa, A. M., & Vozniuk, N. M. (2006). *Monitorynh dovkillia* [Environmental monitoring]. Kyiv: Akademiia [in Ukrainian].
6. Medvedev, Yu., & Diachenko, Ya. (2005). *Problemy rozvytku lisopromyslovoho kompleksu: pryorytety, struktura, efektyvnist* [Problems of the development of the forestry complex: priorities, structure, efficiency]. Kyiv: *Vyshcha shkola* [in Ukrainian].
7. Petruk, V. H., & Volodarskyi, Ye. T., & Mokin, V. B. (2005). *Osnovy naukovo-doslidnoi roboty* [Basics of research work]. Vinnytsia: UNIVERSUM-Vinnytsia [in Ukrainian].
8. Rushchak, M. (2008). *Lisy Ukrainy: upravlinnia, ekspluatatsiia, vidtvorennia* [Forests of Ukraine: management, exploitation, reproduction]. Kyiv: Akademiia [in Ukrainian].
9. Svyrydenko, V. S. (2005). *Lisivnytstvo* [Forestry]. Kyiv: Aristei [in Ukrainian].

УДК 502.51(076)

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-8>

Інна ЄЗЛОВЕЦЬКА

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник відділу сорбції і біології очистки води, Інститут колоїдної хімії та хімії води імені А. В. Думанського Національної академії наук України, бульв. Академіка Вернадського, 42, м. Київ, Україна, 03142

ORCID: 0009-0004-8438-7042

Бібліографічний опис статті: Єзловецька, І. (2024). Екологічне нормування якості води репрезентативних ділянок р. Дністер. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 4, 57–65, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-8>

ЕКОЛОГІЧНЕ НОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ВОДИ РЕПРЕЗЕНТАТИВНИХ ДІЛЯНОК Р. ДНІСТЕР

Розроблення природоохоронних норм, які дозволять обмежити антропогенний тиск на природні та змінені водні об'єкти України, підвищити екологічну безпеку, є необхідною умовою збереження і відновлення їх водних екосистем. Наукове обґрунтування і встановлення екологічних нормативів якості поверхневих вод виконували на прикладі репрезентативних ділянок в басейні р. Дністер (в районі м. Заліщики і м. Могилів-Подільський), які відрізняються між собою фізико-географічним розташуванням, природними умовами формування якості води, рівнем антропогенного навантаження та різним галузевим розподілом водокористування. Підґрунтям для створення екологічних нормативів стали результати виконаної екологічної оцінки якості води за вибраними розрахунковими рівнями: 1964, 1973, 1985, 1995, 2000, 2005, 2021 роки, які були близькими за водністю (середні і наближені до середніх за водністю).

Вивчено просторово-часову специфіку природних умов та антропогенних чинників формування якості води на репрезентативних ділянках р. Дністер для обґрунтування величин екологічних нормативів. Встановлено оптимальні і допустимі значення екологічних нормативів якості води (ЕН(о) і ЕН(д)) р. Дністер в районі м. Заліщики і м. Могилів-Подільський за 21 пріоритетним показником (в абсолютних величинах і в категоріях), що згруповані по блокам: сольового складу (3 показника), трофо-сапробіологічним (10 показників) і специфічних речовин токсичної дії (8 показників). Визначено блокові індекси (I_1 , I_2 , I_3) для ЕН(о) і ЕН(д). Встановлено, що оптимальні значення найповніше відповідають природній характеристиці якості води та найбільш бажані при водоохоронній діяльності, допустимі ж значення відображають неминучі відхилення величин показників якості води в бік погіршення внаслідок нестабільності екологічних умов.

Вивчено відповідність сучасного стану якості води репрезентативних ділянок р. Дністер розробленим екологічним нормативам, встановлено перевищення фонового рівня забруднення і визначено перелік пріоритетних показників, які потребують контролю.

Ключові слова: поверхневі води, показники якості, екологічний норматив, інтегральні індекси, категорії якості, р. Дністер.

Inna Yezlovetska

PhD in Agricultural Sciences, Senior Research Officer at the Department of sorption and biology of water purification, National Academy of Sciences of Ukraine A.V.Dumansky Institute of Colloid Chemistry and Water Chemistry, 42 Vernadskyi blvd, Kyiv, Ukraine, 03142

ORCID: 0009-0004-8438-7042

To cite this article: Yezlovetska, I. (2024). Ekolohichne normuvannya yakosti vody reprezentatyvnykh dilianok r. Dniester [Environmental standardization of water quality in representative sections of the Dniester river]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 4, 57–65, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-8>

ENVIRONMENTAL STANDARDIZATION OF WATER QUALITY IN REPRESENTATIVE SECTIONS OF THE DNIESTER RIVER

The development of environmental standards that will limit anthropogenic pressure on natural and modified water bodies of Ukraine and improve their environmental safety is a prerequisite for the preservation and restoration of their aquatic ecosystems. The scientific substantiation and establishment of ecological norms for surface water quality was

carried out on the example of representative sites in the Dniester River basin (near the towns of Zalishchyky and Mohyliv-Podilskyi), which differ in physical and geographical location, natural conditions of water quality formation, level of anthropogenic pressure and different sectoral distribution of water use. The basis for the development of ecological norms was the results of an environmental assessment of water quality at selected design levels: 1964, 1973, 1985, 1995, 2000, 2005 and 2021 which were similar in terms of water content (average and close to average water content).

The spatial and temporal specificity of natural conditions and anthropogenic factors of water quality formation in the represented sections of the Dniester River was studied to substantiate the values of ecological norms. The optimal and permissible values of the ecological water quality norms ($EN(o)$ and $EN(d)$) of the Dniester River in the area of Zalishchyky and Mohyliv-Podilskyi for 21 priority indicators (in absolute values and categories). They are grouped into blocks: salt composition (3 indicators), tropho-saprobological (10 indicators) and specific substances of toxic effect (8 indicators). The block indices (I_1, I_2, I_3) for $EN(o)$ and $EN(d)$ were determined. It is determined that the optimal values most fully correspond to the natural characteristics of water quality and are most desirable in water protection activities, while the permissible values reflect the inevitable deviations of water quality indicators towards deterioration due to the instability of environmental conditions.

The current state of water quality in representative sections of the Dniester River was studied to determine whether it meets the developed ecological norms, whether the background level of pollution is exceeded, and a list of priority substances that need to be controlled was identified.

Key words: surface water, quality indicators, ecological norms, integral indices, quality categories, Dniester River.

Актуальність. Сучасний екологічний стан природних водних об'єктів України свідчить про стабільне забруднення, порушення процесів самоочищення водних екосистем і недосконалість розроблених водоохоронних заходів для вирішення проблеми відновлення і збереження їх кількісних та якісних параметрів. Тому водна політика України зорієнтована, в першу чергу, на пошук шляхів поліпшення екологічного стану водних об'єктів для досягнення та підтримання його на «доброму» рівні. І першим кроком тут має бути встановлення науково обґрунтованих природоохоронних норм, які дозволять обмежити антропогенний тиск на природні та змінені водні об'єкти України, підвищити екологічну безпеку і більш раціонально використовувати водні ресурси.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні Україна знаходиться на шляху інтенсивної імплементації нормативно-правових актів ЄС в українське екологічне законодавство, зокрема у водному секторі (Яхнюк, 2023). Спираючись на основні принципи і положення Водної Рамкової Директиви (ВРД), рекомендовано на державному рівні розробляти цільові нормативи у галузі використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів (Водний кодекс України зі змінами, 2024; Водна Рамкова Директива, 2006). Серед них особливе місце займають екологічні нормативи (ЕН) якості води. На сьогодні ведеться посиленна робота щодо розроблення ЕН для масивів поверхневих та підземних вод за основними показниками їх екологічного та хімічного станів (загально-фізичними, біологічними, хімічними, радіаційними). Першими

результатами є, зокрема, встановлення значень ЕН якості масивів поверхневих вод для 41 синтетичного показника і 7 важких металів (Наказ Міндовкілля, 2024).

Незважаючи на актуальність і терміновість сучасних розробок, роботи щодо екологічного нормування якості води, зокрема поверхневих водних об'єктів, в Україні велися ще з 80-тих років ХХ ст., а після введення в дію в Європі ВРД отримали новий поштовх. Результати попередніх досліджень дозволили обґрунтувати основні підходи до встановлення ЕН якості води. Відомо, що функціонування поверхневих водних об'єктів України і формування якості їх води залежить від різноманітних природних і антропогенних чинників, які часто кардинально відрізняються в просторово-часовому розрізі навіть в межах одного басейну (Хільчевський, Гончар, Забокрицька, 2013; Чернявська, 2001). Тому встановлення ЕН повинно базуватися на підставі експертного аналізу результатів попередніх досліджень і спостережень за якістю води за гідрохімічними, гідробіологічними, токсикологічними і радіологічними характеристиками, проведених безпосередньо на водних об'єктах. При цьому будуть враховані місцеві та регіональні особливості формування якості води (Чернявська, 2001; Коробкова, 2015; Васенко, 2011).

Для оцінки екологічного стану і визначення рівня екологічного благополуччя водних джерел на сьогодні в дослідницьких цілях широко використовують два взаємопов'язані документи: «Методику екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями»

(Методика, 1998) і «Методику встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України» (Методика, 2001). В першому документі представлено критеріальну базу, гармонізовану з ВРД, і порядок виконання оцінки якості поверхневих вод, в другому – порядок та особливості встановлення значень їх ЕН. Протягом останніх років були спроби удосконалення критеріальної бази цих методик в розрізі збільшення біологічних параметрів, чого державний моніторинг поверхневих вод в Україні не в змозі забезпечити. Тому ці пропозиції, на жаль, залишилися лише в проєкті (Методика, 2012; Хільчевський, 2021; Васенко, 2016).

ЕН якості поверхневих вод є екологічними стандартами, які визначають стан екологічного благополуччя водного об'єкту, спираючись на басейновий принцип при оцінці водних екосистем. Перші спроби їх встановлення були зроблені для річок Тетерів, Рось і Оскол (Васенко, Верніченко, 2001). Потім протягом 2000-2019 років були розроблені ЕН якості води репрезентативних водних об'єктів і їх ділянок в Волинській, Львівській, Житомирській, Полтавській, Вінницькій, Чернігівській (в басейні р. Десна), Харківській (в басейнах річок Сіверський Донець і Уда) областях (Чернявська, 2001; Васенко, 2016; Рибалова, 2019; Васенко, 2015; Коробкова, 2018).

Аналіз результатів попередніх досліджень свідчить про ґрунтовність теоретичної та емпіричної бази щодо нормування показників якості води, апробованої на достатній кількості природних та змінених водних об'єктів України. Однак деяким водним джерелам приділили недостатньо уваги, зокрема середній ділянці басейну Дністра (так званого басейну Середнього Дністра), яка є унікальною за своїми природними і антропогенними характеристиками.

Тому **метою роботи** було екологічне нормування якості води репрезентативних ділянок басейну Середнього Дністра для оцінки рівня їх екологічного благополуччя.

Методологія досліджень базувалася на систематизації та аналізі офіційних даних державного моніторингу за вибраними розрахунковими рівнями: 1964, 1973, 1985, 1995, 2000, 2005, 2021 роки, які були близькими за водністю (середні і наближені до середніх за водністю); екологічній оцінці якості води за трьома блоками показників: сольового складу,

трофо-сапробіологічними, специфічними речовинами токсичної дії (всього 21 показник) (Методика, 1998); встановленні оптимальних і допустимих значень ЕН якості води (ЕН(о) і ЕН(д)) в абсолютних та інтегральних (категорії, блокові індекси) величинах; визначенні відповідності сучасного стану якості води розробленим ЕН (кратність перевищення значень ЕН). Дослідження проводили на ділянках основного русла р. Дністер в районі міст Заліщики і Могилів-Подільський, які відрізняються між собою фізико-географічним розташуванням, природними умовами формування якості води, рівнем антропогенного навантаження та різним галузевим розподілом водокористування.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Встановлення екологічних нормативів вимагає чіткого дотримання послідовності етапів роботи: збирання, групування і обробка вихідних даних; виконання екологічної оцінки якості води за відповідними категоріями щодо окремих показників; встановлення значень ЕН для окремих показників якості води (в межах окремих блоків) та інтегральних значень ЕН щодо кожного блоку показників.

Вивчення просторово-часової специфіки природних умов та антропогенних чинників формування якості води на репрезентативних ділянках р. Дністер, аналіз сучасних та ретроспективних даних державного моніторингу якості води дозволило окреслити ряд закономірностей. Зокрема, при встановленні значень ЕН якості води р. Дністер було враховано наступне:

- ділянка, де розташоване м. Заліщики, є приймачем стоку з перенавантаженого басейну Верхнього Дністра (де розміщено 62 % підприємств промисловості від загального по басейну, зокрема нафтохімічної, хімічної, гірничо-добувної галузей);

- ділянка, де розташоване м. Могилів-Подільський, знаходиться під сильним впливом режиму роботи Дністровської ГЕС, а якість її води формується за рахунок стоку з Дністровських водосховищ. Рівень техногенного тиску тут значно нижчий, тому що Дністровські водосховища усереднюють і акумулюють основні забруднення, що надходять з верхів'я басейну.

Тому значення ЕН якості води на цих двох ділянках будуть відчутно відрізнятися.

Визначено, що кожний ЕН відповідає тому найбільш сталому значенню показника якості

води, яке переважає в діапазоні мінливості його абсолютних величин, що дозволяє встановити як оптимальні (найповніше відповідають природній або типовій характеристиці водного об'єкту та найбільш бажані при водоохоронній діяльності), так і допустимі (відображають неминучі відхилення абсолютних величин показників якості води в бік погіршення) його значення. ЕН встановлюють диференційовано щодо основних показників якості води трьох блоків. Інтегральні значення ЕН (категорії, блокові індекси I_1, I_2, I_3) встановлювали за результатами екологічної оцінки якості води за блоками компонентів сольового складу, трофо-сапробіологічних і специфічних показників (середніми і найгіршими їх значеннями) в 2 пунктах спостережень у вибрані розрахункові періоди.

Визначено, що для показників блоку сольового складу при встановленні ЕН необхідно орієнтуватися на той природний стан, який був властивий основному руслу р. Дністер в середній його ділянці за умов відсутності або наявності незначної господарської діяльності (60–70-ті роки ХХ ст.). Тобто в штатних умовах природні чинники і особливості формування якості води є визначальними при встановленні ЕН, зокрема ЕН(о), для показників блоку сольового складу (табл. 1).

Встановлено, що вода р. Дністер на репрезентативних ділянках протягом останніх десятиліть була прісною, гіпо-олігогалінною, з відносно стабільним сольовим режимом. Оскільки якість води ділянки, де розташоване

м. Могилів-Подільський, формується під впливом стоку водосховища, яке акумулює і усереднює все забруднення, то як оптимальні, так і допустимі значення ЕН його показників будуть менші, ніж в районі м. Заліщики.

Визначено величини блокового індексу I_1 для ЕН(о) і ЕН(д) за показниками сольового складу, які повинні відповідати II класу («добрі», «чисті» води) на ділянці річки біля м. Заліщики й I та II класам («відмінні», «дуже чисті» та «добрі», «чисті» води) відповідно – на ділянці біля м. Могилів-Подільський. Вони дають узагальнююче уявлення про нормативні вимоги до якості води у водному об'єкті. Рекомендовані категорії якості вод – 2 і 3 (II клас) на першій ділянці, 1 і 2 (I та II класи) – на другій можуть в подальшому допомогти більш чітко визначити цілі, завдання і бажаний результат водоохоронних заходів, зокрема розрахувати, скільки буде коштувати зниження забруднення водного джерела на категорію, півкатегорію тощо.

Дуже важливим є визначення як категорії якості, так і абсолютних значень ЕН для кожного вибраного показника в блоці. Встановлено, що визначальними тут є сума іонів, вміст хлоридів і сульфатів. Величини ЕН(о) є достатньо жорсткими, хоча і відповідають найоптимальнішим їх визначенням за останні 40 років. В зв'язку з тим, що відновити базові характеристики якості води на сьогодні досить важко, тому значення ЕН(д) збільшили в 1,5–2 рази (табл. 1).

Найбільш складним з точки зору екологічного нормування виявився блок

Таблиця 1

Значення ЕН якості води на репрезентативних ділянках р. Дністер для показників блоку сольового складу

Показники якості води, мг/дм ³	Значення екологічних нормативів якості води							
	м. Заліщики				м. Могилів-Подільський			
	ЕН (о)		ЕН (д)		ЕН (о)		ЕН (д)	
	категорія	величина	категорія	величина	категорія	величина	категорія	величина
Сума іонів	1	400,0	2	600,0	1	400,0	1	500,0
Хлориди	2	30,0	3	60,0	2	25,0	3	50,0
Сульфати	2	60,0	3	80,0	1	45,0	2	65,0
Блокове значення ЕН (I_1)	1,7		2,7		1,3		2,0	
Клас і категорія якості	II, 2		II, 3		I, 1		II, 2	
Характеристика стану і ступеня чистоти								
– за класом	добрі, чисті		добрі, чисті		відмінні, дуже чисті		добрі, чисті	
– за категорією	дуже добрі, чисті		добрі, досить чисті		відмінні, дуже чисті		дуже добрі, чисті	

трофо-сапробіологічних показників якості води. Як відомо, майже всі поверхневі водні об'єкти України характеризуються високим вмістом органічних і біогенних речовин природного (для більшості джерел) і антропогенного (для всіх водних об'єктів) походження, обумовлюючи складний гідрохімічний, гідробіологічний і мікробіологічний режим та посередню якість води. На репрезентативних водних ділянках р. Дністер природна і антропогенна складові формування якості води за цим блоком фактично рівнозначні.

Спираючись на ретроспективні матеріали 60–90-х рр. ХХ ст., маємо право встановити ЕН(о) відповідними класу ІІ, категорії 3 («добрі», «чисті» за класом, «добрі», «досить чисті» за категорією води). Щодо ЕН(д), то зважаючи на те, що якість води в р. Дністер в останні роки відповідає вимогам класу ІІІ, категорії 4 («задовільні», «слабко забруднені» за класом, «досить

добрі», «слабко забруднені» за категорією води), пропонується встановити їх на рівні цих вимог. Встановлені значення ЕН для 10 пріоритетних показників еколого-санітарного стану водних джерел представлені в табл. 2.

Зрозуміло, що покращити якість води навіть на десяту частину категорії буде надзвичайно важко і на сьогодні, навіть якщо не брати до уваги вплив наслідків війни, державні служби з цим не справляться. Особливе занепокоєння викликають такі показники як азот амонійний, азот нітратний, фосфор фосфатів, ХСК і БСК₅. Однак дотримання ЕН цих показників є визначальним для збереження та відновлення водних екосистем і поліпшення екологічного стану р. Дністер.

Показано, що при встановленні ЕН специфічних речовин токсичної дії необхідно також орієнтуватися на фоніві їх величини, однак визначальним є вплив антропогенного

Таблиця 2

Значення ЕН якості води на репрезентативних ділянках р. Дністер для блоку трофо-сапробіологічних показників

Показники якості води, мг/дм ³	Значення екологічних нормативів якості води							
	м. Заліщики				м. Могилів-Подільський			
	ЕН (о)		ЕН (д)		ЕН (о)		ЕН (д)	
	категорія	величина	категорія	величина	категорія	величина	категорія	величина
Завислі речовини, мг/дм ³	3	15,0	4	25,0	2	10,0	3	20,0
Прозорість, см	4	60,0	4	50,0	4	50,0	5	35,0
Водний показник, одиниці рН	3	8,0–8,1	4	8,2–8,3	2	7,7–7,9	4	8,2–8,3
Азот амонійний, мг N/дм ³	3	0,25	4	0,40	3	0,25	4	0,40
Азот нітритний, мг N/дм ³	3	0,008	4	0,015	3	0,008	4	0,015
Азот нітратний, мг N/дм ³	3	0,40	4	0,60	3	0,40	4	0,60
Фосфор фосфатів, мг P/дм ³	3	0,040	4	0,100	3	0,040	4	0,080
Розчинений кисень, мг O ₂ /дм ³	2	8,0	4	7,0	3	7,5	4	6,5
Біхроматна окиснюваність (ХСК), мг O/дм ³	3	25,0	4	30,0	3	20,0	4	30,0
БСК ₅ , мг O ₂ /дм ³	3	1,9	4	3,0	3	1,9	4	3,0
Блокове значення ЕН (I ₂)	3,0		4,0		3,0		4,0	
Клас і категорія якості	ІІ, 3		ІІІ, 4		ІІ, 3		ІІІ, 4	
Характеристика стану і ступеня чистоти								
– за класом	добрі, чисті		задовільні, забруднені		добрі, чисті		задовільні, забруднені	
– за категорією	добрі, досить чисті		досить добрі, слабко забруднені		добрі, досить чисті		досить добрі, слабко забруднені	

**Значення ЕН якості води на репрезентативних ділянках р. Дністер
для показників блоку специфічних речовин токсичної дії**

Показники якості води, мг/дм ³	Значення екологічних нормативів якості води							
	м. Заліщики				м. Могилів-Подільський			
	ЕН (о)		ЕН (д)		ЕН (о)		ЕН (д)	
	категорія	величина	категорія	величина	категорія	величина	категорія	величина
Мідь	3	2,0	4	10,0	2	1,0	3	2,0
Цинк	2	15,0	3	20,0	4	25,0	4	50,0
Хром загальний	2	3,0	3	5,0	2	3,0	3	5,0
Залізо загальне	4	300,0	4	500,0	4	200,0	4	400,0
Марганець	2	20,0	3	50,0	2	25,0	3	50,0
Нафтопродукти	2	25,0	3	50,0	2	25,0	3	50,0
Феноли	2	0,9	3	1,0	2	0,9	3	1,0
СПАР	2	9,0	3	20,0	2	9,0	3	20,0
Блокове значення ЕН (I_3)	2,3		3,3		2,5		3,2	
Клас і категорія якості	II, 2		II, 3		II, 2		II, 3	
Характеристика стану і ступеня чистоти								
– за класом	добрі, чисті		добрі, чисті		добрі, чисті		добрі, чисті	
– за категорією	дуже добрі, чисті		добрі, досить чисті		дуже добрі, чисті		добрі, досить чисті	

навантаження. Результати встановлення ЕН(о) і ЕН(д) за цим блоком представлені в табл. 3.

Зважаючи на велику ймовірність тривалого накопичення важких металів, фенолів, нафтопродуктів і СПАР на водозбірній площі басейну Середнього Дністра, досягнення фонових (природних) значень специфічних речовин токсичної дії (відповідно до I класу, I категорії якості води) є малореалістичним. Тому найдоцільнішим є прийняття оптимальних значень ЕН, які відповідали б класу II, категорії 2 («добрі», «чисті» за класом, «дуже добрі», «чисті» за категорією води), що відповідає вимогам Європейського Союзу, і допустимих – на рівні класу II, категорії 3 («добрі», «чисті» за класом, «добрі», «досить чисті» за категорією води) для усіх вибраних показників блоку специфічних речовин токсичної дії. Виняток становить лише залізо загальне, значні концентрації якого властиві поверхневим водам цього регіону. Тому для заліза загального доцільно встановити ЕН(о) на рівні класу II, категорії 3 («добрі», «чисті» за класом, «добрі», «досить чисті» за категорією води) і ЕН(д) – класу III, категорії 4 («задовільні», «слабко забруднені» за класом, «досить добрі», «слабко забруднені» за категорією води).

Використання розроблених ЕН дає можливість оцінити ступінь впливу антропогенних факторів на якість поверхневих вод і виділити пріоритетні забруднюючі речовини, на зменшення вмісту яких слід направити водоохоронну діяльність в межах регіону. З урахуванням ступеня забруднення водного об'єкту, його значення для соціально-економічного розвитку регіону, технічних та економічних можливостей в ослабленні техногенного впливу та інших негативних факторів необхідно визначити напрямки першочергової реалізації водоохоронних заходів.

Для цього необхідно мати уявлення про перевищення природного фону забруднення на репрезентативних ділянках р. Дністер шляхом порівняння результатів сучасної екологічної оцінки якості води (за останнім передвоєнним роком – 2021) за всіма показниками зі встановленими значеннями відповідних ЕН. Якщо в результаті порівняння з'ясується, що в сучасний період значення всіх показників трьох блоків не перевищують абсолютні значення та категорії відповідних значень ЕН, то роблять висновок про екологічне благополуччя водного об'єкту і необхідність його підтримання шляхом профілактичних водоохоронних заходів. Якщо значення більшості або деяких показників

якості води в сучасний період гірші від відповідних ЕН, то робиться висновок про екологічне неблагополуччя водного об'єкту в аспекті цих окремих показників (чи блоків) із зазначенням відповідних розбіжностей в кількісному виразі.

Так за блоком показників сольового складу зафіксоване перевищення значень ЕН(о) за сумою іонів на ділянці р. Дністер біля м. Заліщики (в 1,25 рази), що свідчить про можливу поступову зміну природного сольового режиму. Щодо значень ЕН(д), то незначна невідповідність відмічена за вмістом сульфатів на ділянці біля м. Могилів-Подільський (перевищення нормативу в 1,3 рази).

Щодо двох наступних блоків показників якості води, то перевищення зафіксовано лише за ЕН(д). Так в блоці трофо-сапробіологічних показників найбільші перевищення встановлено:

– на ділянці біля м. Заліщики за вмістом азоту амонійного (в 7,3 рази), азоту нітритного (в 5,7 рази), фосфору фосфатів (в 5,7 рази), завислих речовин (в 2 рази), величиною ХСК (в 1,5 рази), БСК₅ (в 2,3 рази);

– на ділянці біля м. Могилів-Подільський за вмістом азоту амонійного (в 1,9 рази), азоту нітратного (в 3,2 рази), фосфору фосфатів (в 1,9 рази), величиною ХСК (в 1,5 рази).

Щодо блоку специфічних речовин токсичної дії, то значення ЕН(д) перевищені:

– на ділянці біля м. Заліщики за вмістом міді (в 2 рази), хрому загального (в 1,4 рази), марганцю (в 1,2 рази), нафтопродуктів (в 5 разів), фенолів (в 4 рази), СПАР (в 3,5 рази);

– на ділянці біля м. Могилів-Подільський за вмістом міді (в 2 рази), хрому загального (в 2,5 рази), заліза загального (в 1,2 рази), фенолів (в 4 рази), СПАР (в 2 рази).

Отже, найбільш забрудненою є ділянка р. Дністер біля м. Заліщики.

Результати порівняння, які вказують на те, наскільки значення окремих показників якості

води в сучасний період відрізняються від значень ЕН щодо цих же показників, і які з них відрізняються найбільше, дозволяють виділити пріоритети серед показників якості води з несприятливими кількісними характеристиками і більш цілеспрямовано працювати над плануванням і здійсненням комплексу водочисних заходів для їх досягнення.

Терміни досягнення оптимальних і допустимих значень ЕН у водних об'єктах не визначають, оскільки практично неможливо передбачити, як саме складуться економічні, технологічні та соціальні передумови щодо конкретних водних джерел у майбутньому. Досвід країн ЄС та США свідчить про те, що «цільові значення» та «стандарти» якості поверхневих вод, аналогічні «екологічним нормативам» якості води в Україні, повинні досягатися поетапно: від нижчих до вищих кондицій поверхневих вод через проміжні рівні їх якості.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Встановлено оптимальні і допустимі значення екологічних нормативів якості води репрезентативних ділянок р. Дністер за 21 пріоритетним показником блоків сольового складу, трофо-сапробіологічним і специфічних речовин токсичної дії. Визначено абсолютні та інтегральні значення ЕН(о) і ЕН(д) якості води.

Встановлено, що оптимальні значення найповніше відповідають природній характеристиці якості води та найбільш бажані при водохоронній діяльності, допустимі ж значення відображають неминучі відхилення величин показників якості води в бік погіршення внаслідок нестабільності екологічних умов.

Вивчено відповідність сучасного стану якості води репрезентативних ділянок р. Дністер розробленим екологічним нормативам, встановлено перевищення фонового рівня забруднення і визначено перелік пріоритетних речовин, які потребують посиленого контролю.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Водний кодекс України : за станом на 15.11.2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 15.11.2024).
2. Яхнюк А. О. Імплементация екологического законодательства ЕС у водний кодекс України. *Студентський вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2023. Вип. 2 (20). С. 35–38.
3. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. Київ : Твій формат, 2006. 240 с.
4. Про затвердження екологічних нормативів якості води для визначення екологічного стану масиву поверхневих вод та Змін до деяких нормативно-правових актів Міністерства екології та природних ресурсів України : Наказ Міндовкілля від 01.04.2024 р. № 332. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0789-24#Text> (дата звернення: 15.11.2024).

5. Гідрохімічний режим та якість поверхневих вод басейну Дністра на території України : монографія / В. К. Хільчевський, О. М. Гончар, М. Р. Забокрицька та ін. та ін. ; за ред. В. К. Хільчевського та В. А. Сташука. Київ : Ніка-Центр, 2013. 255 с.
6. Чернявська А. П. Екологічна оцінка та встановлення екологічних нормативів якості води стосовно Десни в межах України. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2001. Т. 2. С. 702–712.
7. Коробкова Г. В. Методи екологічного нормування у адміністративно–басейновому управлінні водоохороною діяльністю. *Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення* : зб. наук. ст. XI Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 7–11 вересня 2015, УкрНДІЕП. Харків : Райдер, 2015. С. 131–134.
8. Васенко О. Г., Коробкова Г. В. Загальні принципи визначення екологічних нормативів якості поверхневих вод. *Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення* : зб. наук. ст. VII Міжнародної наук.-практ. конф., Алушта, АР Крим, 12–16 вересня 2011 р. Т. 1, УкрНДІЕП. Харків : Райдер, 2011. С. 228–233.
9. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Київ : Символ-Т, 1998. 28.
10. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. Київ : Мінекоресурсів України, 2001. 48 с.
11. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями (проект) / А. В. Гриценко, О. Г. Васенко, Г. А. Верніченко та ін. Харків : УкрНДІЕП, 2012. 37 с.
12. Хільчевський В. К. Моніторинг вод в Україні: методи оцінювання якості води для різних цілей у зв'язку зі змінами нормативної бази (2014–2021 рр.). *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2021. № 3 (61). С. 6–19. DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2021.3.1>.
13. Васенко О. Г., Коробкова Г. В., Рибалова О. В. Визначення екологічних нормативів якості поверхневих вод з урахуванням прогнозних моделей та регіональних особливостей. *East European Scientific Journal*. 2016. № 8(12). Vol. 3. P. 5–13.
14. Васенко О. Г. Комплексне планування та управління водними ресурсами / О. Г. Васенко, Г. А. Верніченко. Київ : Інститут географії НАН України, 2001. 367 с.
15. Рибалова О. В., Ільїнський О. В., Бондаренко О. О. та ін. Визначення екологічних нормативів для басейну річки Уди в межах Харківської області. *WORLD SCIENCE*. 2019. № 1(41), Vol.1, January 2019. P. 36–43. DOI: [10.31435/rsglobal_ws/31012019/6296](https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/31012019/6296).
16. Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища : монографія / О. Г. Васенко, О. В. Рибалова, С. Р. Артем'єв та ін. Харків : НУГЗУ, 2015. 419 с.
17. Коробкова Г. В. Екологічне нормування якості поверхневих вод на прикладі басейну річки Сіверський Донець (в межах Харківської області) : дис. ... канд. географ. наук : 11.00.11. Харків, 2018. 248 с.

REFERENCES:

1. Vodnyi kodeks Ukrainy [Water Code Ukraine]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text> [in Ukrainian].
2. Yakhniuk, A. O. (2023). Implementatsiia ekolohichnoho zakonodavstva YeS u vodnyi kodeks Ukrainy [Implementation of EU environmental legislation into the Water Code of Ukraine]. *Studentskyi visnyk Natsionalnoho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia – Student bulletin of National University of Water and Environmental Engineering*, 2 (20), 35–38 [in Ukrainian].
3. Vodna Ramkova Dyrektyva YeS 2000/60/YeS. Osnovni terminy ta yikh vyznachennia [Water Framework Directive 2000/60 EN. Basic terms and their definitions] (2006). Kyiv: Tvii format [in Ukrainian].
4. Nakaz Mindovkillia Pro zatverdzhennia ekolohichnykh normatyviv yakosti vody dlia vyznachennia ekolohichnoho stanu masyvu poverkhnevyykh vod ta Zmin do deiakyykh normatyvno-pravovykh aktiv Ministerstva ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy : pryiniaty 01.04.2024 r. № 332 [Order of the Ministry of Environment On the approval of ecological standards of water quality for determining the ecological status of the massif of surface waters and Amendments to some normative legal acts of the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine from April 1 2024, № 332]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0789-24#Text> [in Ukrainian].
5. Khilchevsky, V. K., Honchar, O. M., Zabokrytska, M. R. et al. (2013). Hidrokhimichniy rezhym ta yakist poverkhnevyykh vod baseinu Dnistra na terytorii Ukrainy [The hydrochemical mode and water quality of the Dniester surface water basin n Ukraine]. V. K. Khilchevsky & V. A. Stashuk (Ed.). Kyiv : Nika-Tsentr [in Ukrainian].
6. Chernjavska, A. P. (2001). Ekolohichna otsinka ta vstanovlennia ekolohichnykh normatyviv yakosti vody stosovno Desny v mezhakh Ukrainy [Ecological assessment and establishment the ecological standards for Desna river in Ukraine]. *Hidrolohiia, hidrokhiimiia i hidroekolohiia – Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology*, 2, 702–712 [in Ukrainian].
7. Korobkova, H. V. (2015). Metody ekolohichnoho normuvannia u administratyvno–baseinovomu upravlinni vodookhoronnoiu diialnistiu [Methods of environmental regulation in the administrative basin management of water

protection activities]. *Ekolohichna bezpeka: problemy i shliakhy vyrishennia* : zb. nauk. st. XI Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia – *Environmental safety: problems and solutions: coll. of science papers XI International science and practice conference*. (pp. 131–134). Kharkiv: Raider [in Ukrainian].

8. Vasenko, O.H., Korobkova, H.V. (2011). Zahalni pryntsypy vyznachennia ekolohichnykh normatyviv yakosti poverkhnevnykh vod [General principles of determining environmental standards of surface water quality]. *Ekolohichna bezpeka: problemy i shliakhy vyrishennia: VII Mizhnarodna nauk.-prakt. konf.: Zb. nauk. st. – Environmental safety: problems and solutions: VII International scientific-practical. Conference: Coll. of science art.* (Vols. 1), (pp. 228–233). Kharkiv: Raider [in Ukrainian].

9. Metodyka ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevnykh vod za vidpovidnymi katehoriiami [Methodology of ecological assessment of surface water quality by relevant categories] (1998). Kyiv : Symvol-T [in Ukrainian].

10. Metodyka vstanovlennia i vykorystannia ekolohichnykh normatyviv yakosti poverkhnevnykh vod sushi ta estuariiv Ukrainy [Methodology of establishing and using environmental standards for surface water quality of land and estuaries of Ukraine] (2001). Kyiv : Minekoresursiv Ukrainy [in Ukrainian].

11. Metodyka ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevnykh vod za vidpovidnymi katehoriiami (proekt) [Methodology of ecological assessment of surface water quality by relevant categories (project)] (2012) / A. V. Hrytsenko, O. H. Vasenko, H. A. Vernichenko et al. Kharkiv: UkrNDIEP [in Ukrainian].

12. Khilchevskiy, V.K. (2021). Monitoryng vod v Ukraini: metody otsiniuvannia yakosti vody dlia riznykh tsilei u zviazku zi zminamy normatyvnoi bazy (2014–2021 rr.) [Water monitoring in Ukraine: methods for assessing water quality for various purposes in connection with changes in the regulatory framework (2014–2021)]. *Hidrolohiia, hidrokimiia i hidroekolohiia – Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology*, 3 (61), 6–19. DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2021.3.1> [in Ukrainian].

13. Vasenko, O.H., Korobkova, H.V., Rybalova, O.V. (2016). Vyznachennia ekolohichnykh normatyviv yakosti poverkhnevnykh vod z urakhuvanniam prohnoznykh modelei ta rehionalnykh osoblyvostei [Determination of ecological standards of surface water quality, taking into account predictive models and regional characteristics]. *East European Scientific Journal*, 8(12), Vol. 3, 5–13 [in Ukrainian].

14. Vasenko, O.H. & Vernichenko, H.A. (2001). Kompleksne planuvannia ta upravlinnia vodnymy resursamy [Integrated planning and management of water resources]. Kyiv: Institute of Geography of National Academy of Sciences of Ukraine [in Ukrainian].

15. Rybalova, O.V., Ilyynskiy, O.V., Bondarenko, O.O., Makarov, E.O. & Zhuk, V.M. (2019). Vyznachennia Ekolohichnykh Normatyviv dlia Baseinu Richky Udy v Mezkhakh Kharkivskoi Oblasti [Determination of ecological standards for the Uda River basin within the Kharkiv region]. *WORLD SCIENCE*, 1(41), Vol. 1, 36–43 [in Ukrainian].

16. Vasenko, O.H., Rybalova, O.V., Artem'iev, S.R. et al. (2015). Intehralni ta kompleksni otsinky stanu navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha [Integral and complex assessments of the state of the natural environment: monograph]. Kharkiv: NUHZU [in Ukrainian].

17. Korobkova, H.V. (2018). Ekolohichne normuvannia yakosti poverkhnevnykh vod na prykladi baseinu richky Siverskyi Donets (v mezkhakh Kharkivskoi oblasti) [Ecological standardization of surface water quality by the example of the Basin of the Siversky Donets River (within the Kharkiv region)]. *Candidate's thesis*. Kharkiv [in Ukrainian].

УДК: 332:330.31:502.131.1]:004.9-047.44
DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-9>

Ольга КАРАЇМ

кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі, 13, м. Луцьк, Волинська обл., Україна, 43025

ORCID: 0000-0002-1722-4110

Лариса ЧЕРЧИК

доктор економічних наук, професор, професор кафедри менеджменту, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі, 13, м. Луцьк, Волинська обл., Україна, 43025

ORCID: 0000-0002-3901-216X

Сергій СУПРУНОВИЧ

кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри органічної та фармацевтичної хімії, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі, 13, м. Луцьк, Волинська обл., Україна, 43025

ORCID: 0000-0003-0162-8863

Володимир КАРАЇМ

аспірант, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі, 13, м. Луцьк, Волинська обл., Україна, 43025

ORCID: 0000-0003-4053-8019

Бібліографічний опис статті: Караїм, О., Черчик, Л., Супрунович, С., Караїм, В. (2024). Методичні підходи до інформаційного забезпечення та оцінювання сталого розвитку регіону. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 4, 66–76, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-9>

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНУ

Мета. Розвиток методичних підходів до інформаційного забезпечення й оцінювання сталого розвитку регіону та їх апробація на прикладі екологічного стану Волинської області.

Методи. Методологічна основа оцінки сталого розвитку базується на системному підході, основою якого є взаємозв'язок показників, які характеризують стан соціального, економічного та екологічного розвитку регіону. Апробація методики здійснюється на основі використання набору ключових показників екологічної підсистеми.

Методика оцінки передбачає три рівні агрегування показників: перший рівень включає базові показники, що відображають стан екологічної підсистеми регіону на основі статистичних даних; другий рівень охоплює агреговані показники, розраховані на основі кількох базових, які дають змогу оцінити стан споріднених груп (макропоказників) підсистеми; третій рівень представлений інтегрованими показниками, сформованими на основі агрегованих, що дозволяє комплексно оцінити стан екологічної підсистеми регіону.

Для аналізу побудовано регресійні моделі, що відображають залежності між змінами показників у часі. Коефіцієнт детермінації R^2 , отриманий для кожного рівняння, використаний як критерій оцінки надійності моделі та її здатності пояснювати варіацію показників.

Результати. У статті на основі огляду та узагальнення напрацьованих вітчизняних та іноземних вчених набули подальшого розвитку методичні підходи до оцінки сталого розвитку регіону, які передбачають поєднання системного та ієрархічного підходів та використання багаторівневої структури агрегування базових показників.

Здійснено апробацію методики оцінки сталого розвитку регіону на прикладі екологічного стану Волинської області. До агрегованих показників екологічної підсистеми віднесено: показник стану атмосферного повітря; земля, природно-заповідний фонд; показник використання водних ресурсів; показник якісного стану питної води; показник поводження з відходами. Наведено результати моделювання динаміки показників екологічного розвитку Волинської області, включаючи рівняння регресії та значення коефіцієнта R^2 . Зокрема, розглянуто 23 показники. Результат демонструє середні та високі рівні R^2 , що дало змогу оцінити відповідну придатність моделей для прогнозування.

За результатами розрахунків, після приведення базових показників до нормованого виду, здійснення їх агрегування в інтегровані показники, стан за екологічним показником I_1 розвитку Волинської області оцінюється як задовільний, маючи значення 0,59.

Висновки. Проведений регресійний аналіз дозволив виявити ключові закономірності та тенденції змін у екологічній підсистемі Волинської області за період 2000–2020 років. Зокрема, встановлено, що спостерігається поступове покращення якісного стану атмосферного повітря та водних ресурсів, проте стан земельних ресурсів і управління відходами залишається проблемним. Отримані залежності підтверджуються високими значеннями коефіцієнтів детермінації регресійних моделей, що свідчить про надійність результатів і можливість їх використання для прогнозування розвитку регіону. Інтегрований показник екологічного розвитку Волинської області дає змогу оцінити стан регіону як задовільний. Ці результати є важливими для формування стратегій сталого розвитку Волинської області, оскільки дозволяють виділити ключові напрями для подальших інтервенцій, спрямованих на збалансованість соціального, економічного та екологічного компонентів.

Ключові слова: сталий розвиток, оцінка сталого розвитку, екологічний стан, регіон, Волинська область, методичні підходи, інформаційні технології.

Olha KARAIM

Candidate of Economics Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Ecology and Protection of Environment, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Voli ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025

ORCID: 0000-0002-1722-4110

Larysa CHERCHYK

Doctor of Economics Sciences, Professor, Professor at the Department of Management, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Voli ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025

ORCID: 0000-0002-3901-216X

Serhiy SUPRUNOVICH

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Organic and Pharmaceutical Chemistry, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Voli ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025

ORCID: 0000-0003-0162-8863

Volodymyr KARAIM

Post-Graduate Student, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Volya ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025

ORCID: 0000-0003-4053-8019

To cite this article: Karaim, O., Cherchyk, L., Suprunovich, S., Karaim, V. (2024). Methodychni pidkhody do informatsiinoho zabezpechennia ta otsiniuvannia staloho rozvytku rehionu [Methodical Approaches to Information Support and Assessment of Regional Sustainable Development]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 4, 66–76, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-9>

METHODICAL APPROACHES TO INFORMATION SUPPORT AND ASSESSMENT OF REGIONAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Objective. To develop methodological approaches to information support and assessment of sustainable development in the region and to test them using the example of the ecological state of the Volyn region.

Methods. The methodological foundation of sustainable development assessment is based on a systematic approach, emphasizing the interconnection of indicators characterizing the social, economic, and ecological development of a region. The testing of the methodology employs a set of key indicators for the ecological subsystem.

The assessment methodology encompasses three levels of indicator aggregation: basic indicators reflecting the state of the ecological subsystem of the region based on statistical data; aggregated indicators derived from multiple basic indicators, enabling the assessment of related groups (macro-indicators) within the subsystem; integrated indicators formed from aggregated indicators, allowing for a comprehensive evaluation of the ecological subsystem's condition.

Regression models were developed to analyze the dependencies between indicator changes over time. The coefficient of determination (R^2) was used as a criterion for evaluating the model's reliability and its ability to explain indicator variation.

Results. *The article advances methodical approaches for assessing regional sustainable development by integrating systematic and hierarchical approaches with a multi-level structure for aggregating basic indicators. This development is based on a review and synthesis of the work of domestic and international scholars.*

The methodology for sustainable development assessment was tested using the ecological state of Volyn region. Aggregated indicators of the ecological subsystem include: air quality; land and nature reserves; water resource utilization; drinking water quality; and waste management. Results of ecological development modeling for Volyn region are presented, including regression equations and R^2 values, based on the analysis of 23 indicators. The results demonstrate medium to high levels of the coefficient of determination, validating the models' suitability for forecasting.

Calculations show that after normalizing the basic indicators and aggregating them into integrated indicators, the ecological development index (I_e) for Volyn region is evaluated as satisfactory, with a value of 0.59.

Conclusions. *The regression analysis identified key patterns and trends in the ecological subsystem of Volyn region during 2000–2020. Notably, there is a gradual improvement in air and water quality, while land resource conditions and waste management remain challenging. The high R^2 values of the regression models confirm the reliability of the results and their applicability for regional development forecasting.*

The integrated ecological development indicator for Volyn region allows its state to be assessed as satisfactory. These findings are significant for forming sustainable development strategies for Volyn Region, highlighting key areas for interventions aimed at balancing social, economic, and ecological components.

Key words: *sustainable development, sustainable development assessment, ecological state, region, Volyn region, methodical approaches, information technologies.*

Актуальність проблеми. Оцінювання території регіону за показниками сталого розвитку є надзвичайно актуальним у контексті сучасних екологічних, соціальних та економічних викликів. Волинська область володіє унікальними природними ресурсами, стратегічно вигідним географічним положенням і значним потенціалом для забезпечення сталого розвитку. Водночас антропогенні впливи, кліматичні зміни та нерівномірність соціально-економічного розвитку окремих районів створюють загрози для екологічної стійкості та рівня життя місцевого населення.

Сталий розвиток передбачає гармонійне поєднання економічного зростання, соціальної стабільності та збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь. Аналіз стану Волинської області через призму цих показників дозволяє не лише оцінити поточний стан, але й визначити основні напрями для формування регіональної політики, яка враховує принципи сталого розвитку.

Тому дослідження оцінки стану території Волинської області за показниками сталого розвитку та зокрема апробація екологічної підсистеми є своєчасною, науково значущою і має практичне значення для сталого розвитку регіону.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирішенню проблем сталого розвитку та зокрема оцінці розвитку територій за показниками сталого розвитку присвятили свої роботи низка українських та іноземних вчених. Так,

аспекти управління сталим просторовим розвитком досліджено (Войчук, 2018). Стан агро-сфери сільських населених пунктів за показниками сталого розвитку оцінено (Клименко, 2009). Практичні основи розробки стратегій сталого місцевого розвитку представлено (Клименко, 2013; Боголюбов, 2013; Брежицька, 2013). Оцінку стану окремих територій за показниками сталого розвитку здійснили (Люльчик, 2009), (Прищепа, 2018), (Хомюк, 2019). Особливості відновлення сталого розвитку регіонів та громад України подано у дослідженнях (Караїм, 2023). Результати вагомих досліджень оцінки сталого розвитку територій, як на регіональному так і глобальному рівнях представлено у працях іноземних вчених (Pollesch, 2016; Lafortune, 2018; Casini, 2019; Papadimitriou, 2019; Wang, 2020; Zeug, 2021).

Метою роботи є розвиток методичних підходів до інформаційного забезпечення й оцінювання сталого розвитку регіону та їх апробація на прикладі екологічного стану Волинської області.

Методологія. Інформаційну базу дослідження становили: законодавчі та нормативні акти з питань сталого розвитку, матеріали Державної служби статистики України, науково-аналітичні статті, посібники, монографії, періодичні видання та ін.

У процесі роботи використовувалися: методи узагальнення та систематизації при опрацюванні матеріалів дослідження, аналізу

та синтезу – при вивченні методологічних підходів, а також базових показників, порівняльний – при їх аналізі, абстрактно-логічний – при обґрунтуванні теоретичних узагальнень і висновків, послідовний метод при викладенні основного матеріалу.

Загалом оцінка стану соціо-економіко-екологічної системи Волинської області базується на використанні системи базових показників, об'єднаних у однорідні групи (соціальну, економічну, екологічну) (Шапара, 2002; Саєнко, 2004; Клименко, 2009; Люльчик, 2009; Клименко, 2013; Войчук, 2018; Клименко, 2018; Клименко, 2024). У статті здійснено апробацію визначення екологічного стану (екологічної підсистеми) Волинської області, зокрема інтегрованого показника екологічного розвитку (I_1).

Початковим етапом у методиці є підбір базових показників (індикаторів), за результатами статистичних досліджень та зведення їх у блоки агрегованих показників.

Щодо впливу на стан екологічної підсистеми виділяють два типи індикаторів: 1) зростання кількісних ознак, яких покращує стан підсистеми; 2) зменшення негативних ознак, який також покращує стан. Перші індикатори є позитивними (стабілізатори системи), а другі негативними (дестабілізатори системи) (Клименко, 2013; Войчук, 2018; Клименко, 2018).

Необхідно зауважити, що кожен із базових показників має свою природу і насамперед максимальні та мінімальні межі коливань: N_{\max} та N_{\min} , за які приймалися відповідно найбільше та найменше значення базового показника за обраний проміжок часу. Для того, щоб мати можливість порівнювати вплив показників різної розмірності доречно привести ці показники до єдиного знаменника. Для цього проводиться цільова нормалізація показників – вводиться нова змінна X_i , котра може набувати значень від нуля до одиниці (Pollesch, 2016). Більші значення X_i означають кращий екологічний стан, менші – гірший.

Для позитивних індикаторів зростання їх кількісних значень сприяє підвищенню значення нормалізованої оцінки:

$$X_i = \frac{N_i - N_{\min}}{N_{\max} - N_{\min}}, \quad (1)$$

де N_{\min} – мінімальне значення i -го показника, а N_{\max} – максимальне значення i -го показника.

Для негативних індикаторів навпаки, зменшення їх кількісних значень сприяє підвищенню значення нормалізованої оцінки:

$$X_i = \frac{N_{\max} - N_i}{N_{\max} - N_{\min}}, \quad (2)$$

де N_{\min} – мінімальне значення i -го показника, а N_{\max} – максимальне значення i -го показника.

В основу алгоритму розрахунку екологічного розвитку регіону покладена процедура поступового «згортання» значень індикаторів нижнього та проміжних рівнів (Клименко, 2018).

При цьому «згортання» базових показників у агреговані, агрегованих у інтегровані та інтегрованих у подальшому в інтегральні показники здійснено за формулою середнього арифметичного (Войчук, 2018).

Таким чином, дана методика базується на агрегуванні показників трьох рівнів: перший – забезпечує оцінку статистичних інформаційних базових показників (БП), які характеризують стан екологічної підсистеми регіону; другий – агреговані показники (АП), які розраховуються з декількох базових і характеризують стан споріднених групових (макропоказників) екологічної підсистеми; третій – інтегровані показники (ІП), які розраховуються на базі низки агрегованих показників і характеризують стан екологічної підсистеми регіону (Клименко, 2013; Клименко, 2018).

Для кількісної та якісної оцінки стану розвитку території застосовано уніфіковану вимірну шкалу, розроблену Інститутом проблем природокористування та екології НАН України: 1,0–0,8 – еталонний стан; 0,8–0,6 – сприятливий; 0,6–0,4 – задовільний; 0,4–0,2 – загрозливий; 0,2–0 – критичний (Клименко, 2013; Клименко, 2018).

Зміну показників, які характеризують стан екологічної підсистеми Волинської області, досліджували із використанням трендових моделей у вигляді поліномів четвертого порядку $y = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2 + a_3 \cdot x^3 + a_4 \cdot x^4$ побудованих на основі методу найменших квадратів. Розрахунок проводився із використанням програми Microsoft Excel. Якісне оцінювання зв'язку зміни показника в часі виконували з використанням коефіцієнта детермінації за шкалою Чеддона: 0,1–0,3 – незначний; 0,3–0,5 – помірний; 0,5–0,7 – істотний; 0,7–0,9 – високий; 0,9–0,99 – дуже високий; 1,0 – функціональний (Клименко, 2013; Клименко, 2018).

Одержані регресійні моделі можна рекомендувати до використання (короткостроковий прогноз) за умови, коли коефіцієнт детермінації R^2 є достатньо високим і свідчить про значну частку варіації залежної змінної, пояснену незалежними змінними. Значення R^2 яке перевищує 0,7, зазвичай вважається прийнятним для прогнозування, оскільки модель у такому випадку демонструє добру відповідність даним. Проте в окремих випадках, залежно від специфіки дослідження, допускається використання моделей із нижчим R^2 , якщо вони мають високу практичну значущість та пояснюють ключові тенденції.

Крім того, слід враховувати, що короткостроковий прогноз є більш точним у стабільних умовах, коли зовнішні чинники мають незначний вплив на змінні. Якщо умови суттєво змінюються (екологічні катастрофи, кризи та ін.), точність прогнозу може знижуватися, що вимагає додаткового коригування моделі або її перегляду з урахуванням нових даних.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Оцінюючи екологічний стан Волинської області проаналізовано наявні інформаційно-методологічні підходи (Шапара, 2002; Саєнко, 2004; Клименко, 2009; Люльчик, 2009; Клименко, 2013; Войчук, 2018; Клименко, 2018; Клименко, 2024). Основною відмінною особливістю у зазначених працях є використання при «згортанні» базових показників у агреговані, агрегованих у інтегровані та інтегрованих у інтегральні двох методів середніх значень: 1) методу простого середнього (середнє арифметичне) або 2) методу пропорційного середнього (середнє геометричне). У нашому дослідженні застосовано перший варіант.

У ході роботи нами здійснено аналіз низки показників, які визначають рівень навантаження на довкілля, за результатами якого вибрано 5 агрегованих показників екологічного розвитку, до яких віднесено: показник стану атмосферного повітря; земля, природно-заповідний фонд; показник використання водних ресурсів; показник якісного стану питної води; показник поводження з відходами (табл. 1).

Вибір зазначених показників екологічного стану пояснюється їх вагомістю, зокрема впливом на здоров'я людей та функціонування біорізноманіття. Стан здоров'я населення значною мірою залежить від дії численних чинників:

соціальних, медичних, біологічних, умов життя, а також якості атмосферного повітря, питної води, правильної утилізації відходів.

Забруднене повітря впливає на здоров'я як безпосередньо, викликаючи негайні загрози, так і опосередковано, спричиняючи поступові порушення функцій організму. Доведено прямий взаємозв'язок між рівнем забруднення атмосфери та поширеністю захворювань. Зокрема, підвищується ризик виникнення хронічних патологій, таких як атеросклероз, серцеві захворювання, рак легенів. Забруднення повітря також ослаблює імунітет, провокує хвороби органів дихання, включаючи бронхіт, пневмонію та респіраторні інфекції.

Аналіз динаміки екологічного стану Волинської області дозволяє виявити ключові тенденції та закономірності змін у різних підсистемах регіону протягом 2000–2020 років. Для аналізу за усіма базовими показниками були побудовані регресійні моделі, що відображають залежності між змінами показників і часом. Коефіцієнт детермінації R^2 , отриманий для кожного рівняння, використаний як критерій оцінки надійності моделі та її здатності пояснювати варіацію показників.

З метою висвітлення результатів дослідження екологічного стану області представимо динаміку одного із базових показників – викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами (рис. 1).

Графік показує залежність кількості викидів (тис. тонн) від року, позначеного як $x = \text{Рік} - 2000$ (з метою зменшення розрахункових помилок, характерних для методу найменших квадратів).

Загалом спостерігається тенденція до зменшення викидів із певними коливаннями, так як після досягнення мінімального рівня (4,7 тис. тонн у 2015 році) відбувається незначне зростання до 5,3 тис. тонн у 2019 році.

Що стосується основних точок, то: максимальні значення були на початку періоду (10,3 тис. тонн у 2000 році); мінімальні значення відслідковуємо у 15-му році (4,7 тис. тонн); після мінімуму спостерігається незначне зростання (5,3 тис. тонн у 2019 році).

Середнє значення викидів за цей період становить 7,28 тис. тонн.

Визначаючи швидкість змін, бачимо наскільки змінилися викиди за перші 15 років: $\Delta y = 10,3 - 4,7 = 5,6$ тис. тонн.

Базові показники екологічного стану Волинської області*

Базові показники	Роки						N_{\min}	N_{\max}
	2000	2005	2010	2015	2019	2020		
<i>1. Показник стану атмосферного повітря</i>								
Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря – всього, тис. т,	42,3	50,4	57,2	42,8	36,7	40,2	36,7	57,2
Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами, тис. т	10,3	10,1	8,2	4,7	5,3	5,1	4,7	10,3
Викиди забруднюючих речовин пересувними джерелами	32	40,3	49	38,1	31,4	35,1	31,4	49
Кількість викидів на душу населення, кг	40	48,3	55,2	41	35,4	39	35,4	55,2
Щільність викидів на 1 км кв території, т	2,1	2,5	2,8	2,1	1,9	2	1,9	2,8
<i>2. Земля. Природно-заповідний фонд</i>								
Площа сільськогоспо-дарських угідь, тис. га	1058,7	1054,1	1050,3	1047,6	1035,9	1048	1035,9	1058,7
Внесення мінеральних добрив, тис. т	10,5	14	13,4	27,7	50,2	65,4	10,5	65,4
Внесення органічних добрив, тис. т	1221	606	477	351	368	336	336	1221
Заготівля деревини, площа рубок тис. га	32,4	45,8	32,5	22,2	33,4	23,9	22,2	45,8
Обсяг заготовленої деревини, тис. м куб	1155,26	945,9	1029	1164,3	1421,4	1215,7	945,9	1421,4
Заповідники та природні національні парки, площа, тис. га	32,8	52	91,3	124,7	124,7	124,7	32,8	124,7
<i>3. Показник використання водних ресурсів</i>								
Забрано прісної води із поверхневих джерел, млн м куб.	64,2	23,8	40,4	20,3	14,1	5,9	5,9	64,2
Забрано прісної води із підземних джерел, млн м куб.	67,5	61,9	54	52,2	53,6	34,2	34,2	67,5
Скинуто у поверхневі водні об'єкти забруднених зворотних вод, млн м куб	34,9	0,8	3,6	0,3	0,5	0,4	0,3	34,9
Скинуто у поверхневі водні об'єкти нормативно очищених вод, млн м куб	5,4	28,9	20,7	24	20,5	23	5,4	28,9
<i>4. Показник якісного стану питної води</i>								
Використання свіжої води на питні та санітарно-гігієнічні потреби, млн м куб.	39	29	24,1	18,6	18,3	19,1	18,3	39
<i>5. Показник поводження з відходами</i>								
Утворено відходів, тис. т	642,55	642,55	633	638,9	668,1	630,2	630,2	668,1
Утилізовано відходів, тис. т	46,625	46,625	10	105,5	35,9	35,1	10	105,5
Передано для утилізації, тис. т	190,5	190,5	338	29,8	198,8	195,4	29,8	338
Спалено відходів, тис. т	23,975	23,975	24	40,1	17,1	14,7	14,7	40,1
Утворено відходів I–III класів небезпеки від економічної діяльності підприємств та організацій, т	280,6	1122,9	712,6	562,9	888,2	687,3	280,6	1122,9
Утилізовано відходів I–III класів небезпеки від економічної діяльності підприємств та організацій, т	126,3	297,8	208,4	112,8	95,8	77,9	77,9	297,8
Передано для утилізації відходи I–III класів небезпеки від економічної діяльності підприємств та організацій, т	148,1	915,5	551,2	362,1	406,1	436,4	148,1	915,5

* Джерело: розроблено авторами на основі (Статистичний щорічник, 2021).

Швидкість зменшення: $\Delta y/\Delta x = 5,6/15 = 0,373$ тис. тонн на рік.

Аналізуючи математичну модель представлену поліноміальною функцією четвертого ступеня: $y = 0,0002x^4 - 0,0036x^3 - 0,0199x^2 + 0,1495x + 10,283$, розглянемо коефіцієнти:

– $0,0002x^4$: вказує на незначний вплив четвертого ступеня, тому форма графіка згладжена;

– $0,0036x^3$: зменшує вплив високих значень x , що відповідає зниженню викидів;

– $0,0199x^2$: відповідає за вплив квадратичної складової на поведінку графіка. Розглядаючи вплив цього коефіцієнта зазначимо, що негативне значення ($-0,0199$) свідчить про спадну тенденцію, яка найсильніше проявляється на середніх значеннях x (наприклад, 10–15 років).

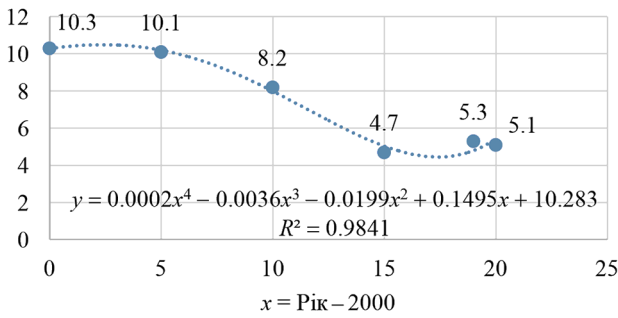


Рис. 1. Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами, тис. т*

* Джерело: розроблено авторами.

Це пояснює зниження викидів до мінімуму в 2015 році. У графічному аспекті квадратичний член додає до графіка параболічний ефект, згладжуючи спадання і створюючи вигин у напрямку до мінімального значення. Таким чином, $-0,0199x^2$ є важливою складовою для моделювання тенденції поступового зменшення викидів у першій половині аналізованого періоду.

– $0,1495x$: описує поступове зростання у певні періоди (після мінімуму).

– $10,283$: початковий рівень викидів (2000 рік).

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,9841$ свідчить, що модель пояснює 98,41 % варіації даних. Це досить високий показник.

На рис. 2 представлено динаміку щільності викидів на 1 км^2 території.

Цей графік дозволяє оцінити динаміку викидів у перерахунку на площу, що важливо для аналізу впливу на конкретну територію. Графік демонструє наступні етапи змін щільності викидів:

– 2000 рік ($x = 0$): початковий рівень викидів складає $2,1 \text{ т/км}^2$. Це точка старту аналізу;

– 2010 рік ($x = 10$): щільність викидів досягає максимуму – $2,8 \text{ т/км}^2$. Зростання пов'язане з посиленням забруднення, ймовірно, через економічну активність;

– 2019 рік ($x = 19$): мінімальне значення щільності викидів – $1,92 \text{ т/км}^2$. Зниження, обумовлене ефективністю впроваджуваних екологічних заходів, чистих технологій у виробництві та екологічної політики загалом.

Динаміку скинутих у поверхневі водні об'єкти забруднених зворотних вод, показано на рис. 3.

Як бачимо із графіка, максимальне значення скидів спостерігалось у 2000 році – $34,9 \text{ млн м}^3$. Це стартова точка з високим рівнем забруднення.

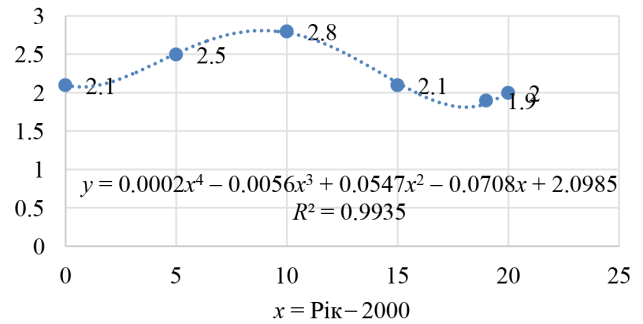


Рис. 2. Щільність викидів на 1 км^2 території, т*

* Джерело: розроблено авторами.

Мінімальне значення скидів було у 2015 році і становило – $0,3 \text{ млн м}^3$.

У 2020 році значення перебуває на позначці $0,4 \text{ млн м}^3$, що демонструє незначне зростання після мінімуму, але залишається стабільним.

Отже, обсяг скидів забруднених вод значно зменшився з 2000 до 2015 року, а потім стабілізувався на досить низькому рівні.

Ще одним вагомим базовим показником є утворення відходів, динаміку якого представлено на рис. 4.

Як бачимо, із 2005 до 2010 року спостерігається поступове зниження рівня утворення відходів до мінімального значення – 633 тис. тонн . У 2019 році обсяги зростають до максимуму

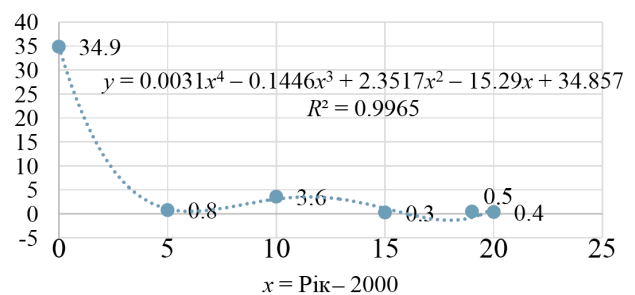


Рис. 3. Скинуто у поверхневі водні об'єкти забруднених зворотних вод, млн м куб*

* Джерело: розроблено авторами.

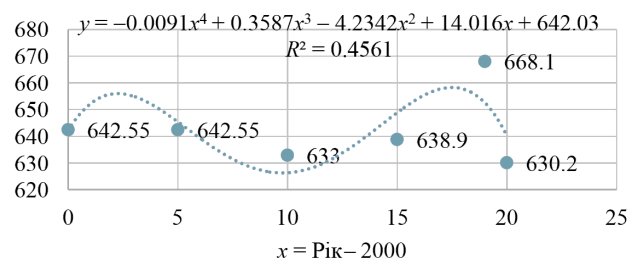


Рис. 4. Утворено відходів, тис. т*

* Джерело: розроблено авторами.

(668,1 тис. тонн), але на кінець спостережуваного періоду (2020 рік) знову зменшуються до 630,2 тис. тонн.

Що стосується моделі, то тут коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,4561$ вказує на те, що рівняння тренду недостатньо точно описує залежність між часом і кількістю відходів. Графік демонструє складну динаміку утворення відходів з вираженими періодами зростання

і спаду. Для більш глибокого аналізу необхідно враховувати додаткові зовнішні чинники (наприклад, проміжну інформацію щодо показника утворення відходів, зміни у законодавстві, економічні умови, рівень переробки відходів та ін.).

Загалом у дослідженні отримано результати моделювання динаміки 23 показників екологічного розвитку Волинської області, включаючи

Таблиця 2

Інтегрований показник екологічного розвитку Волинської області, I_1^*

Базові показники	Стабілізатор (↑)/ дестабілізатор (↓)	Нормовані показники	Агреговані показники	Інтегрований показник, I_1	
<i>Інтегрований показник екологічного розвитку, I_1</i>					
<i>1. Показник стану атмосферного повітря</i>					
Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря – всього, тис. т	↓	0,5984	0,6040	0,5912	
Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами, тис. т	↓	0,5387			
Викиди забруднюючих речовин пересувними джерелами	↓	0,6449			
Кількість викидів на душу населення, кг	↓	0,6086			
Щільність викидів на 1 км кв території, т	↓	0,6296			
<i>2. Земля. Природно-заповідний фонд</i>					
Площа сільськогосподарських угідь, тис. га	↑	0,5789	0,54527		
Внесення мінеральних добрив, тис. т	↓	0,6412			
Внесення органічних добрив, тис. т	↑	0,2529			
Заготівля деревини, площа рубок тис. га	↓	0,5975			
Обсяг заготовленої деревини, тис. м куб	↓	0,5597			
Заповідники та природні національні парки, площа, тис. га	↑	0,6409			
<i>3. Показник використання водних ресурсів</i>					
Забрано прісної води із поверхневих джерел, млн м куб.	↓	0,6189	0,6200		
Забрано прісної води із підземних джерел, млн м куб.	↓	0,4084			
Скинуто у поверхневі водні об'єкти забруднених зворотних вод, млн м куб	↓	0,8136			
Скинуто у поверхневі водні об'єкти нормативно очищених вод, млн м куб	↑	0,6390			
<i>4. Показник якісного стану питної води</i>					
Використання свіжої води на питні та санітарно-гігієнічні потреби, млн м куб.	↓	0,6916	0,6916		
<i>5. Показник поводження з відходами</i>					
Утворено відходів, тис. т	↓	0,6741	0,4953		
Утилізовано відходів, тис. т	↑	0,3835			
Передано для утилізації, тис. т	↑	0,5214			
Спалено відходів, тис. т	↓	0,6348			
Утворено відходів I–III класів небезпеки від економічної діяльності підприємств та організацій, т	↓	0,4913			
Утилізовано відходів I–III класів небезпеки від економічної діяльності підприємств та організацій, т	↑	0,3423			
Передано для утилізації відходи I–III класів небезпеки від економічної діяльності підприємств та організацій, т	↑	0,4193			

* Джерело: розраховано авторами.

рівняння регресії та значення R^2 , які загалом демонструють середні та високі рівні коефіцієнта детермінації. Це дає змогу оцінити якість моделей і їх придатність для прогнозування.

Аналіз отриманих результатів свідчить про високу точність моделей для показників: викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря; внесення мінеральних добрив; заповідники та природні національні парки; скинуто у поверхневі водні об'єкти забруднених зворотних вод; використання свіжої води на питні та санітарно-гігієнічні потреби; утилізація відходів I–III класів небезпеки від економічної діяльності підприємств та організацій, що вказує на практично повну відповідність побудованих рівнянь регресії реальним даним. Це дозволяє використовувати ці моделі для надійного прогнозування динаміки даних показників у короткостроковій перспективі.

Для показників: площа сільськогосподарських угідь, заготівля деревини, утворено, утилізовано та передано для утилізації відходів – модель має середній рівень відповідності, що також є прийнятним для аналізу загальних тенденцій, але вимагає обережності при використанні для прогнозування. Інші показники мають проміжні значення коефіцієнта детермінації, що варіюються залежно від складності взаємозв'язків і впливу зовнішніх чинників.

Для приведення обраних базових показників до нормованого виду (від 0 до 1) встановлено межі індикаторів N_{\max} та N_{\min} , за які приймалися відповідно найбільше та найменше значення базового показника за проміжок часу із 2000 по 2020 роки (табл. 1). Приведення базових індикаторів усіх типів до нормованого виду здійснено за формулами (1) і (2) для позитивних і негативних показників.

Інтегровані показники дають можливість оцінити стан окремих компонентів системи, наприклад, такого як екологічна стійкість, спираючись на вибрані агреговані індикатори. Це сприяє глибшому аналізу та допомагає виявити слабкі місця або перспективні напрями розвитку підсистеми.

Результати розрахунків інтегрованого показника екологічного розвитку Волинської області представлено у табл. 2

За результатами розрахунків, після приведення базових показників до нормованого виду, здійснення їх агрегування в інтегровані показники, стан за екологічним показником I_1 розвитку Волинської області оцінюється як задовільний, маючи значення 0,59 та перебуваючи відповідно до шкали в межах 0,6–0,4.

Висновки та перспективи подальших досліджень. У дослідженні на основі огляду й узагальнення напрацьованих вітчизняних та іноземних вчених набули подальшого розвитку інформаційно-методичні підходи до оцінки сталого розвитку регіону, зокрема здійснено апробацію методики на прикладі екологічного стану Волинської області.

Проведений регресійний аналіз дозволив виявити ключові закономірності та тенденції змін у екологічній підсистемі Волинської області за період 2000–2020 років. Встановлено, що спостерігається поступове покращення якісного стану атмосферного повітря та водних ресурсів, проте стан земельних ресурсів і управління відходами залишається проблемним. Отримані залежності підтверджуються високими значеннями коефіцієнтів детермінації регресійних моделей R^2 , що свідчить про надійність результатів і можливість їх використання для прогнозування короткострокового розвитку регіону.

Результати дослідження свідчать про те, що інтегрований показник екологічного розвитку Волинської області дає змогу оцінити стан регіону як задовільний, що свідчить про необхідність подальшого впровадження природоохоронних заходів та ефективнішого управління екологічними ресурсами.

Отримані результати можуть слугувати основою для ухвалення управлінських рішень, спрямованих на забезпечення сталого розвитку регіону, зокрема шляхом підвищення ефективності інтегрованих стратегій соціального, економічного та екологічного розвитку. Задовільний стан екологічної підсистеми вказує на стабільний, але потребує вдосконалення розвиток, що вимагає реалізації програм і заходів для підвищення балансу між соціальними, економічними та екологічними інтересами регіону.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Войчук М.В. Організаційно-економічні засади управління сталим розвитком міста : автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.00.05. Луцьк, 2018. 24 с.
2. Караїм О.А. Соціально-еколого-економічні аспекти сталої повоєнної відбудови регіонів України. REBUILD UKRAINE: справа всього цивілізованого світу : збірник тез доп. II Міжнар. наук.-практ. конф. (Луцьк, 15 березня 2023 р.). Луцьк, 2023. С. 222–226.
3. Клименко Л.В. Математична модель прогнозування показника індексу розвитку економічних сфер середніх міст України. *Вісник НУВГП. Серія «Сільськогосподарські науки»*. 2024. № 2 (106). С. 71–83.
4. Клименко Л. В. Оцінка стану агросфери сільських населених пунктів за показниками сталого розвитку : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 03.00.16. Житомир, 2009. 20 с.
5. Клименко М.О., Боголюбов В.М., Клименко Л.В., Брежицька О.А. Практикум з розробки стратегій місцевого сталого розвитку. Навч. посіб. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2013. 230 с.
6. Клименко М.О., Прищепка А.М., Брежицька О.А. Оцінювання стану територій міста за показниками сталого розвитку : монографія. Рівне : НУВГП, 2018. 221 с.
7. Люльчик В.О. Оцінка стану агросфери за показниками сталого розвитку (на прикладі Рівненської області) : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук спец. 03.00.16. Київ, 2009. 20 с.
8. Методичні підходи до вибору та обґрунтування критеріїв і показників сталого розвитку різних ландшафтних регіонів України. Вид. друге, перероб. і доповн. Під наук. ред. А.Г.Шапара. Дніпропетровськ: Поліграфіст, 2002. 98 с.
9. Методологія та методика визначення інтегральних соціальних показників. Відп. ред. Ю.І.Саєнко. Київ : Ін-т соціології НАНУ, 2004. 372 с.
10. Статистичний щорічник Волинь 2020. Головне управління статистики у Волинській області. Луцьк, 2021. 420 с.
11. Стратегія розвитку Волинської області на період до 2027 року. Волинська обласна державна адміністрація : офіційний сайт. URL: <https://voladm.gov.ua/article/strategiya-rozvitku-volinskoyi-oblasti-na-period-do-2027-roku/> (дата звернення: 07.10.2024).
12. Хомюк Н.Л. Диверсифікація розвитку сільських територій в умовах децентралізації : монографія. Луцьк : Вежа-Друк, 2019. 320 с.
13. Casini M., Bastianoni S., Gagliardi F., Gigliotti M., Riccaboni A., Betti G. Sustainable Development Goals Indicators: A Methodological Proposal for a Multidimensional Fuzzy Index in the Mediterranean Area. *Sustainability*, 2019. 11(4). 1198. 25 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11041198>.
14. Lafortune G., Fuller G., Moreno J., Schmidt-Traub G., Kroll C. SDG Index and Dashboards: Detailed Methodological paper. 2024 GitHub, Inc. Sdsna. 2018 GlobalIndex. September 2018. 56 p. URI: <https://github.com/sdsna/2018GlobalIndex>.
15. Papadimitriou E., Fragoso Neves A., Becker W. JRC Statistical Audit of the Sustainable Development Goals Index and Dashboards. EUR 29776 EN, Publications Office of the European Union. Luxembourg, 2019. 35 p. DOI: <https://doi.org/10.2760/723763>.
16. Pollesch N.L., Dale V.H. Normalization in sustainability assessment: Methods and implications. *Ecological Economics*, 2016. 130. P. 195–208. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.06.018>.
17. The Scope and Steps in Developing the Index. Methodology. City Development Index. URL: <https://cdindex.net/en/methodology>.
18. Wang W.-M.; Peng H.-H. A Fuzzy Multi-Criteria Evaluation Framework for Urban Sustainable Development. *Mathematics*. 2020. 8(3). 330. DOI: <https://doi.org/10.3390/math8030330>.
19. Zeug W., Bezama A., Thrän D. A framework for implementing holistic and integrated life cycle sustainability assessment of regional bioeconomy. *Int J Life Cycle Assess*, 26. 2021. p. 1998–2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11367-021-01983-1>

REFERENCES:

1. Voychuk, M. V. (2018). Orhanizatsiino-ekonomichni zasady upravlinnia stalymi rozvytkom mista [Organizational and Economic Principles of Sustainable Urban Development Management]: avtoref. kand. dysertatsii na zdobuttia nauk. stupenia kand. ekon. nauk spets. 08.00.05. [PhD thesis abstract]. Lutsk, 24 p. [in Ukrainian].
2. Karaim, O.A. (2023). Sotsialno-ekoloho-ekonomichni aspekty staloi povoiannoï vidbudovy rehioniv Ukrainy [Socio-Ecological-Economic Aspects of Sustainable Post-War Reconstruction of Ukrainian Regions]. REBUILD UKRAINE: sprava vsioho tsyvilizovanoho svitu: zbirnyk tez dopovidei II Mizhnar. nauk.-prakt. konf. (Lutsk, 15 bereznia 2023 r.). Lutsk: Vezha-Druk, P. 222–226. [in Ukrainian].
3. Klymenko, L. V. (2024). Matematychna model prohnozuvannya pokaznyka indeksu rozvytku ekonomichnykh sfer serednykh mist Ukrainy [Mathematical Model for Forecasting the Development Index of Economic Sectors in Medium-Sized Ukrainian Cities]. *Visnyk NUVHP. Seriya "Silskohospodarski nauky"*. Vypusk 2 (106). P. 71–83. [in Ukrainian].

4. Klymenko, L. V. (2009). Otsinka stanu ahrosfery silskykh naselenykh punktiv za pokaznykamy staloho rozvytku [Assessment of the State of Agro-Sphere in Rural Settlements Based on Sustainable Development Indicators]: avtoref. dys. ... kand. s.-h. nauk spets. 03.00.16. [PhD thesis abstract]. Zh., 20 p. [in Ukrainian].
5. Klymenko, M. O., Boholiubov, V. M., Klymenko, L. V., Brezhytska, O. A. (2013). Praktykum z rozrobky stratehii mistsevoho staloho rozvytku [Workshop on Developing Strategies for Local Sustainable Development]. Navchalnyi posibnyk. Kherson: OLDI-PLUS, 230 p. [in Ukrainian].
6. Klymenko, M. O., Pryshchepa, A. M., Brezhytska, O. A. (2018). Otsiniuvannia stanu terytorii mista za pokaznykamy staloho rozvytku [Assessment of Urban Areas Based on Sustainable Development Indicators]: Monograph. Rivne: NUVGP, 221 p. [in Ukrainian].
7. Liulchuk, V. O. (2009). Otsinka stanu ahrosfery za pokaznykamy staloho rozvytku (na prykladi Rivnenskoï oblasti) [Assessment of the Agro-Sphere Based on Sustainable Development Indicators (on the Example of Rivne Region)]: PhD thesis abstract. K., 20 p. [in Ukrainian].
8. Metodychni pidkhody do vyboru ta obgruntuvannia kryteriiv i pokaznykiv staloho rozvytku riznykh landshaftnykh rehioniv Ukrainy [Methodological Approaches to Selecting and Justifying Criteria and Indicators of Sustainable Development in Different Landscape Regions of Ukraine]. Vid. druhe, pererob. i dopovn. Ed. by A. H. Shapar. Dnipro: Polihrafist, 2002. 98 p. [in Ukrainian].
9. Metodolohiia ta metodyka vyznachennia intehralnykh sotsialnykh pokaznykiv [Methodology and Methods for Determining Integral Social Indicators]. Ed. by Yu. I. Saienko. Kyiv: Institute of Sociology of NASU, 2004. 372 p. [in Ukrainian].
10. Statystychnyi shchorichnyk Volyn 2020 [Statistical Yearbook Volyn 2020]. Holovne upravlinnia statystyky u Volynskii oblasti. Lutsk, 2021. 420 p. [in Ukrainian].
11. Strategy for the Development of Volyn Region until 2027. Volyn Regional State Administration: Official Website. Retrieved from: <https://voladm.gov.ua/article/strategiya-rozvitku-volynskoyi-oblasti-na-period-do-2027-roku/>. [in Ukrainian].
12. Khomyuk, N. L. (2019). Dyversyfikatsiia rozvytku silskykh terytorii v umovakh detsentralizatsii [Diversification of Rural Areas Development under Decentralization]: Monograph. Lutsk: Vezha-Druk, 320 p. [in Ukrainian].
13. Casini, M., Bastianoni, S., Gagliardi, F., Gigliotti, M., Riccaboni, A., Betti, G. (2019). Sustainable Development Goals Indicators: A Methodological Proposal for a Multidimensional Fuzzy Index in the Mediterranean Area. Sustainability, 11(4). 1198. 25 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11041198>
14. Lafortune, G., Fuller, G., Moreno, J., Schmidt-Traub, G., Kroll, C. (2018). SDG Index and Dashboards: Detailed Methodological paper. 2024 GitHub, Inc. Sdsna. 2018 GlobalIndex. September 56 p. Retrieved from: <https://github.com/sdsna/2018GlobalIndex>
15. Papadimitriou, E., Fragoso Neves, A., Becker, W. (2019). JRC Statistical Audit of the Sustainable Development Goals Index and Dashboards. EUR 29776 EN, Publications Office of the European Union. Luxembourg, 35 p. DOI: <https://doi.org/10.2760/723763>
16. Pollesch, N. L., Dale, V. H. (2016). Normalization in sustainability assessment: Methods and implications. Ecological Economics, 130. p. 195–208. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.06.018>
17. The Scope and Steps in Developing the Index. Methodology. City Development Index. Retrieved from: <https://cdindex.net/en/methodology>
18. Wang, W.-M., Peng, H.-H. (2020). A Fuzzy Multi-Criteria Evaluation Framework for Urban Sustainable Development. Mathematics. 8(3). 330. DOI: <https://doi.org/10.3390/math8030330>
19. Zeug, W., Bezama, A., Thrän, D. (2021). A framework for implementing holistic and integrated life cycle sustainability assessment of regional bioeconomy. Int J Life Cycle Assess, 26. p. 1998–2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11367-021-01983-1>

УДК 504:502.51(282)(477.41)

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-10>

Iryna MARUSHCHAK

Lecturer at the Department of Natural Sciences and Teaching Methods, Hryhorii Skovoroda University in Pereiaslav, 30 Sukhomlyns'koho str., Pereiaslav, Kyiv region, Ukraine, 08401; Master's Student at the Department of Human Biology, Chemistry and Methods of Teaching Chemistry, Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko, 87 Romenska str., Sumy, Ukraine, 40002

ORCID: 0009-0000-5716-3765

Yuliya KHARCHENKO

PhD in Chemical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Human Biology, Chemistry and Methodology of Teaching Chemistry, Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko, 87 Romenska str., Sumy, Sumy Region, Ukraine, 40002

ORCID: 0000-0002-8960-2440

To cite this article: Marushchak, I., Kharchenko, Yu. (2024). Koreliatsiyni analiz vplyvu klimatychnykh, heokhimichnykh ta biolohichnykh chynnykiv na hidrokhimichni sklad richky Trubizh [Correlation analysis of the influence of climatic and biological factors on hydrochemical indicators of the general ecological condition of the Trubizh river]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 4, 77–82, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-10>

CORRELATION ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF CLIMATIC AND BIOLOGICAL FACTORS ON HYDROCHEMICAL INDICATORS OF THE GENERAL ECOLOGICAL CONDITION OF THE TRUBIZH RIVER

The article deals with the issue of correlation analysis of the influence of external factors on the hydrochemical composition of the Trubizh River in the conditions of an urbanised environment within the city of Pereiaslav. The aim of the study is to investigate the correlation between climatic and biological factors in order to identify the key factors determining the variation component of hydrochemical parameters. An integrated approach to the analysis was implemented, which included the use of a number of analytical methods and quantitative analysis. The following methods were used to assess the quality of the surface water of the Trubizh River: Winkler's iodometric titration to quantify the dissolved oxygen content, Kubel's permanganate oxidation to analyse the concentration of organic compounds, Mohr's argentometry to determine the level of chloride ions, complexometric titration to assess the total hardness of the water, acid-base titration to analyse the temporary hardness and total acidity, and a qualitative method to determine the concentration of iron. These methods provided comprehensive information on the chemical composition and water quality of the Trubizh River. The analysis of the surface water of the Trubizh River has provided new scientific results that significantly expand the existing knowledge in the field of environmental monitoring of water resources, providing up-to-date data on changes in the chemical composition of the water, which requires measures to optimise the impact of agricultural practices and industrial emissions on the watercourse. It has been found that an increase in the concentration of elements stimulates the active development of phytoplankton, leading to a decrease in the oxygen regime and a deterioration in the conditions for most aquatic organisms. The phenomenon of local "blooming" of the water was recorded, which is an indicator of massive development of phytoplankton on the surface of the reservoir. It was confirmed that the quality of the surface water of the Trubizh River is subject to significant biotic and abiotic factors.

Key words: hydrochemistry, ecology, environmental monitoring, biotic factors, abiotic factors, surface waters.

Ірина МАРУЩАК

викладач кафедри природничих дисциплін і методики навчання, Університет Григорія Сковороди в Переяславі, вул. Сухомлинського, 30, м. Переяслав, Київська обл., Україна, 08401; здобувачка магістерського рівня, кафедри біології людини, хімії та методики навчання хімії, Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, вул. Роменська, 87, м. Суми, Україна, 40002

ORCID: 0009-0000-5716-3765

Юлія ХАРЧЕНКО

кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри біології людини, хімії та методики навчання хімії, Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка, вул. Роменська, 87, м. Суми, Україна, 40002

ORCID: 0000-0002-8960-2440

Бібліографічний опис статті: Марущак, І., Харченко, Ю. (2024). Кореляційний аналіз впливу кліматичних, геохімічних та біологічних чинників на гідрохімічний склад річки Трубіж. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 4, 77–82, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-10>

КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ КЛІМАТИЧНИХ І БІОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ НА ГІДРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЗАГАЛЬНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РІЧКИ ТРУБІЖ

У статті розглядається питання кореляційного аналізу впливу зовнішніх чинників на гідрохімічний склад річки Трубіж, в умовах урбанізованого середовища, в межах міста Переяслав. Метою роботи є дослідження кореляційної залежності між кліматичними та біологічними чинниками, виявлення ключових факторів, що визначають варіаційну складову гідрохімічних показників. Реалізовано комплексний підхід до аналізу, що передбачав застосування низки аналітичних методів, кількісного аналізу. Для оцінки якості поверхневих вод річки Трубіж було використано: йодометричне титрування за Вінклером для кількісного визначення вмісту розчиненого кисню, перманганатна окиснюваність за Кубелем для аналізу концентрацій органічних сполук, аргентометрія за методом Мора для визначення рівня хлорид-іонів, комплексометричне титрування для оцінки загальної твердості води, кислотно-основне титрування для аналізу тимчасової твердості та загальної кислотності, а також якісний метод для встановлення концентрації заліза. Використання цих методів забезпечило отримання всебічної інформації про хімічний склад і якість води річки Трубіж. У ході проведення аналізу поверхневих вод річки Трубіж отримано нові наукові результати, які суттєво розширюють існуючі знання в галузі екологічного моніторингу водних ресурсів, що дозволило отримати актуальні дані про зміни в хімічному складі води, що зумовлює необхідність вжиття заходів для оптимізації впливу сільськогосподарських практик та промислових викидів на водотік. Встановлено, що підвищення концентрації елементів стимулює активний розвиток фітопланктону, що зумовлює зменшення кисневого режиму та погіршення умов для більшості водних організмів. Зафіксовано явище локалізованого «цвітіння» води, що є індикатором масового розвитку фітопланктону на поверхні водойми. Підтверджено, що якість поверхневих вод річки Трубіж піддається значним біотичним та абіотичним чинникам.

Ключові слова: гідрохімія, екологія, моніторинг довкілля, біотичні чинники, абіотичні чинники, поверхневі води.

Relevance. The study of the quality of surface water is one of the key tasks of environmental monitoring in the context of modern anthropogenic pressure. An integrated approach allows us to identify patterns in water quality and assess the impact of biological productivity and climate change on the parameters under study.

Analysis of Recent Research and Publications. An analysis of scientific research in the field of water quality, particularly surface water, shows that researchers are increasingly paying attention to the impact of anthropogenic factors on river ecosystems. In the project “*Assessment of Water Quality in Urban Rivers*” (Msabi N. Masunga, 2018), the author conducted a comprehensive assessment of the quality of surface water in urban rivers, using various physical, chemical, and biological parameters for analysis and comparing the results with established water quality standards. In the article “*Chemical Pollution Imposes*

Limitations to the Ecological Status of European Surface Waters” (Posthuma, Zijp, De Zwart, et al., 2020), the authors address the problem of chemical pollution of surface waters within an integrated approach, focusing on the need to develop rules for the prevention, assessment, and management of water quality.

The purpose of this work is to study the correlation between climatic, geochemical, and biological factors and to identify the key factors that determine the variation component of hydrochemical parameters.

The ecological status of Ukraine’s small rivers depends not only on the internal processes occurring within the water bodies but also on the total catchment area. These rivers are key and sensitive components of river systems, included in the overall hydrological cycle, and serve as a source of fresh water for various ecosystems and human needs (Zahorodniuk, 2005).

The general characterization of the water body was formed based on an integral analysis aimed at assessing anthropogenic factors affecting the ecological state of water systems. This analysis includes the determination of hydrological, geological, hydrobiological, and hydrochemical indicators within the studied coastline (Khimko, Merezhko, Babko, 2003).

A hydromelioration system with a total area of 33,400 hectares was constructed in the river floodplain. From an environmental perspective, this two-way system is capable of altering the natural hydrological regime and influencing the processes of self-purification and biochemical composition. The upper reaches of the main canal are humidified by transferring water from the Desna River, facilitated by the presence of numerous hydraulic structures (1,125, including 827 control gates).

According to morphometric and hydrological indicators, the total length of the river is 113 km, the drainage area is 4,700 km², and the floodplain is 500–600 m wide and reclaimed. The river width is 3.5 km, and the depth is 10 m. The riverbed is slightly sinuous, canalized, and regulated downstream, except for the estuarine areas. Its average width is 15 m, with a slope of 0.25 m/km (Kovalchuk, 1997).

The overall forest cover of the Trubizh River basin is 9.7 %, demonstrating a reduced probability of floods within the water body. The share of plowed land and agricultural activity is 14% and 55.6 %, respectively, indicating significant anthropogenic impact on the basin and forming a potential cause of eutrophication observed at the site, particularly due to the use of agrochemicals and intensive farming methods. Within the water body, the conservation of natural landscapes remains high, fluctuating at 79.9 %, indicating favorable conditions for maintaining biodiversity (Kovalchuk, 1997).

Taking into account the specifics of the study, attention is focused on the indicator of river flow utilization as a means of determining potential abiotic factors of influence. The actual use of river runoff is very high and ranges from 66 %, reflecting the total volume of water withdrawn from the river for various needs. Based on the actual use, we derive the criterion of irreversible water consumption, which is 56.8 % and is very high. The amount of water discharged into the river network with residual impurities as a product of various human activities is 1.7 % (Kravchenko, 2015).

According to the macrophyte indicators common within the studied shoreline, the trophic status of the reservoir is meso-eutrophic. This type of reservoir is characterized by high biological activity and rapid reproduction of aquatic vegetation, which can further accelerate eutrophication.

Based on the identified species diversity of air-water plants, including *Carex riparia*, *Sagittaria sagittifolia*, *Typha latifolia*, and *Phragmites australis*, it can be concluded that the reservoir is swampy and partially shallow (Kotsur, Dzhuran, Fedoronchuk, Shevera, 2010).

In the context of hydrochemical monitoring of surface waters conducted in the winter-autumn period of 2024, indicators were obtained that made it possible to assess the risks of eutrophication of the reservoir.

The phenomenon of eutrophication is based on the enrichment of a water body with nutrients, resulting in a rapid increase in the primary production of organic matter due to photosynthesis of algae and macrophytes. There is a direct correlation between the ability of algae to accumulate nutrients and the potential for massive development. Additional accumulation of these elements in the water column can increase as a result of autochthonous and allochthonous processes. The comprehensive study focuses on allochthonous sources of anthropogenic eutrophication by urban type (Romanenko, 2001).

The maximum value of dissolved O₂ is reached in the first quarter of 2024 at the research site № 3, which is due to the lower temperature regime and minimal biological activity of hydrobionts. The measured values at sites № 1 and № 2 indicate a significant level of water saturation. The activation of biological processes and the increase in

Table 1

Ecological and physiological classification by Hams

Type		Latin species name
Free-floating unrooted	Neuston species	<i>Lemna minor</i>
Rooted plants	Elodeids	<i>Elodea canadensis</i>
		<i>Potamogeton lucens</i>
	Valisneriidae	<i>Sagittaria sagittifolia</i>
	Nymphaeids	<i>Nuphar lutea</i>
	Lineidae	<i>Phragmites australis</i>
		<i>Typha angustifolia</i>
		<i>Carex riparia</i>

Table 2

Chemical composition of surface waters of the Trubizh River

Indicator	Units of measurement	I quarter 2024 p.	II quarter 2024 p.	III quarter 2024 p.	IV quarter 2024 p.	I quarter 2024 p.	II quarter 2024 p.	III quarter 2024 p.	IV quarter 2024 p.	I quarter 2024 p.	II quarter 2024 p.	III quarter 2024 p.	IV quarter 2024 p.
		Experimental site № 1				Experimental site № 2				Experimental site № 3			
Concentration of dissolved O ₂	mg/dm ³	8,2	7,5	5,4	5,05	8,8	8,9	7,5	6,9	11,1	9,25	8,05	7,5
Seasonal saturation of water with O ₂	%	70	70	60	60	70	70	70	70	80	70	80	70
Permanganate oxidizability	O ₂ /dm ³	9,9	9,12	10,1	8,9	8,25	9,2	8,55	8,4	6,5	8,2	6,21	5
Chloride ions	mg/dm ³	63,5	67,3	72,2	62,7	43,1	68,1	50,3	60,2	32,1	36,0	46,1	33,8
Total hardness	mmol/dm ³	2,8	2,05	3	2,6	2,6	1,04	2,4	1,91	1,4	2,05	1,52	1,53
Temporary hardness	mmol/dm ³	2,2	1,9	0,8	1,2	1,26	0,75	0,63	0,8	0,84	0,8	0,71	0,6
Ca ²⁺ and Mg ²⁺ content	mmol/dm ³	0,6	0,15	2,2	1,4	1,34	0,29	1,77	1,4	0,56	1,25	0,81	0,93
Total acidity	mmol/dm ³	6,3	6,6	4,2	3,7	4,1	5,3	3,2	2,2	3,5	2,8	3,01	2,6
Total iron	mg/dm ³	0,1	0,1	0,25	0,25	0,05	0,1	0,25	0,25	0,05	0,05	0,1	0,1

temperature in spring lead to a decrease in oxygen concentration at all sites of the water body. The highest level is maintained at the research site № 3.

For more specific indicators of the dynamics of surface water aeration, we determined the percentage of O₂ saturation in each quarter, which allowed us to determine the cyclicity of this parameter and its dependence on the ambient temperature.

Based on the data obtained, it was found that in the first and second quarters of 2024, a stable level of oxygen saturation was established at 70 %, which is classified as moderately polluted water. This indicator suggests an insufficient level of oxygen in winter and spring. A reduction in saturation to 60 % contributes to the intensification of biological processes during the warmer periods of the year, leading to a transition from moderately polluted to polluted water quality. Throughout the entire period, experimental site № 2 maintains a stable 70 % indicator, regardless of seasonal changes, indicating constant moderate water pollution. Seasonal fluctuations between 70 % and 80 % are observed at site № 3, ranging from moderately clean to clean, which is typical for the warmer periods of the year.

The analysis of permanganate oxidation indicators at the three experimental sites obtained in 2024 demonstrates seasonal variations associated with changes in the content of organic matter in the water. The highest values of organic matter concentration at site № 1 (from 8.9 to 10.1 mg O₂/dm³) indicate more intense organic pollution compared to other sites, especially in the summer and autumn. Site № 2

shows more stable values (8.25–9.2 mg O₂/dm³), with peak values in the spring, which may indicate active biological processes during this time. Site № 3 has the lowest values (6.21–8.2 mg O₂/dm³), indicating relatively clean conditions with a noticeable decrease in organic load during the summer.

The variation in the concentration of indicators and seasonal factors suggests local sources of pollution. Among the seasonal factors, changes in the temperature regime were taken into account. A general analysis of the indicator shows that at Site 1, the concentration of chloride ions varies from 63.57 mg/dm³ to 72.2 mg/dm³, which is the highest among the other sites. The fluctuations in concentrations from 68.06 mg/dm³ to 60.26 mg/dm³ at Site № 2 can be attributed to wastewater discharge and the washing of highway products into the water column during winter and spring. The lowest concentrations of chloride ions were found at Site № 3 (control), with a minimum value in the first quarter (32.12 mg/dm³) and a slight increase throughout the year.

Monitoring of the total acidity indicator, as a component of a comprehensive assessment, is based on key acid hydrochemical parameters that characterize the buffering capacity of surface waters to withstand changes in pH under the influence of various environmental factors. The total acidity of water determined in 2024 demonstrates significant fluctuations depending on the study site and season.

The concentration of total iron was determined by qualitative analysis according to the generally

accepted methodology, with the indicator at all sites fluctuating within the normal range, up to 0.3 mg/dm³.

The accumulation of iron in the water samples of site № 1 indicates an increased impact of biotic and abiotic factors on the aquatic environment. The value varied from 0.1 mg/dm³ in the first and second quarters to 0.25 mg/dm³ in the third and fourth quarters. At the experimental site № 2, we observe an increase in the indicator from 0.05 mg/dm³ to 0.25 mg/dm³.

This upward trend clearly demonstrates the impact of local pollution sources, which are active during the warm season. Stable conditions are observed at experimental site № 3, where the indicator does not exceed 0.1 mg/dm³.

The zone of ecological impact from allochthonous sources of anthropogenic eutrophication of the urban type extends to a distance of 1,000 meters from the wastewater discharge site. This zone is characterized by changes in hydrochemical parameters and intensified eutrophication processes, which threaten the biodiversity of the aquatic environment.

A study of the ionic composition of the Trubizh River surface water conducted in the winter and autumn of 2024 revealed a correlation between seasonal changes in hydrochemical parameters and the level of anthropogenic impact. There are significant variations in the concentration of oxygen, chloride ions, organic compounds, and total acidity, indicating the influence of local sources of pollution, particularly agricultural activities and wastewater. Experimental site No. 3 demonstrates the most stable indicators due to limited anthropogenic impact.

The most intense eutrophication and accumulation of organic matter are observed at site No. 1, due to the high level of nutrient discharge.

Further research will contribute to improving the overall ecological condition of the river section located within the city of Pereyaslav. It is recommended to introduce comprehensive monitoring, optimize wastewater treatment systems, raise environmental awareness among the population, use modern technologies for monitoring, and draw the attention of international organizations to the problem of preserving the water body.

BIBLIOGRAPHY:

1. Assessment of Water Quality in Urban Rivers. URL: <http://surl.li/klblsq> (дата звернення: 12.12.2024).
2. Chemical pollution imposes limitations to the ecological status of European surface waters. URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71537-2> (дата звернення: 12.12.2024).
3. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. Київ, 2006. 240 с. URL: <http://dbuwr.com.ua/docs/Waterdirect.pdf>. (дата звернення: 22.12.2024).
4. ДСТУ ISO 5667-6:2009. Якість води. Відбирання проб. [Чинний від 2009-03-12] Київ, 2012. 23 с. (Інформація та документація).
5. Загороднюк П. О. Взаємозв'язок екологічної й економічної безпеки та її вплив на економічне зростання України. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2015. № 6. С. 9–14.
6. Ковальчук І. П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз. Львів, 1997. 438 с
7. Кравченко М. В. Фізико-хімічний аналіз природної питної води різних джерел водопостачання. *Збірник наукових праць «Екологічна безпека та природокористування»* 2015. № 3(19). С. 52–60.
8. Переяслав-Хмельницький. Природа: рослинний світ. Критичний інвентаризаційний анотований конспект флори та рослинності: судинні рослини, мохоподібні, лишайники, водорості / за ред. В. П. Коцура, В. М. Джурана, М. М. Федорончука, М. В. Шевери. Корсунь-Шевченківський: ФОП Майданченко І. С., 2010. 163 с.
9. Романенко В. Д. Основи гідроекології: підручник. Київ: Обереги, 2001. 728 с.
10. Хімко Р. В., Мережко О. І., Бабко Р. В. Малі річки: дослідження, охорона, відновлення. Київ: Інститут екології. 2003. 380 с.

REFERENCES:

1. Msabi, N. Masunga (2018). Assessment of Water Quality in Urban Rivers. Retrieved from <http://surl.li/klblsq>
2. Posthuma, L., Zijp, M.C., De Zwart, D. et al. (2020). Chemical pollution imposes limitations to the ecological status of European surface waters. Retrieved from <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71537-2>
3. Vodna Ramkova Dyrektyva YeS 2000/60/YeS. Osnovni terminy ta yikh vyznachennia [EU Water Framework Directive 2000/60/EC. Key terms and their definitions]. (2006). Retrieved from <http://dbuwr.com.ua/docs/Waterdirect.pdf> [in Ukrainian].
4. Yakist vody. Vidbyrannia prob. Vymohy [Water quality. Sampling. Requirements]. (2009). DSTU ISO 5667-6:2009 from March 12, 2009. Kyiv: Derzhstandart Ukraine [in Ukrainian].
5. Zahorodniuk, P. O. (2005). Vzaiemozviazok ekolohichnoi y ekonomichnoi bezpeky ta yii vplyv na ekonomichne zrostannia Ukrainy [Interconnection of Environmental and Economic Security and its Impact on Ukraine's Economic

Growth]. *Ekolohiia dovkillia ta bezpeka zhyttiediialnosti – Environmental protection and occupational safety*, (6), 9–14 [in Ukrainian].

6. Kovalchuk, I. P. (1997). Rehionalnyi ekoloho-heomorfolohichnyi analiz [Regional ecological and geomorphological analysis]. Lviv [in Ukrainian].

7. Kravchenko, M. V. (2015). Fyzyko-khimichnyi analiz pryrodnoi pytnoi vody riznykh dzherel vodopostachannia [Physicochemical analysis of natural drinking water from different water sources]. *Ekolohichna bezpeka ta pryrodokorystuvannia – Environmental safety and nature management*, 3(19), 52–60 [in Ukrainian].

8. Kotsur, V. P., Dzhuran, V. M., Fedoronchuk, M. M., & Shevera, M. V. (2010) Pereiaslav-Khmelnyskyi. Pryroda: roslynnyi svit. Krytychnyi inventaryzatsiinyi anotovanyi konspekt flory ta roslynnosti: sudynni roslyny, mokhopodibni, lyshainyky, vodorosti [Pereiaslav-Khmelnyskyi. Nature: flora. Critical inventory annotated summary of flora and vegetation: vascular plants, bryophytes, lichens, algae]. Pereiaslav-Khmelnyskyi: Korsun-Shevchenkivskyi: FOP Maidanchenko, I. S. [in Ukrainian].

9. Romanenko, V. D. (2001) Osnovy hidroekolohii [Fundamentals of hydroecology]. Kyiv: Oberehy [in Ukrainian].

10. Khimko, R. V., Merezhko, O. I., Babko, R. V. (2003) Mali richky: doslidzhennia, okhorona, vidnovlennia [Small rivers: research, protection, restoration]. Kyiv: Instytut ekolohii [in Ukrainian].

УДК 628.4:691.6:614.7

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-11>

Ірина ПАЦЕВА

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології та природоохоронних технологій, Державний університет «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, Україна, 10005

ORCID: 0000-0002-6572-681X

Людмила НОНІК

аспірант, асистент кафедри екології та природоохоронних технологій, Державний університет «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, Україна, 10005

ORCID: 0000-0003-4234-8948

Володимир УСТИМЕНКО

доктор філософії, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій Державний університет «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, Україна, 10005

ORCID: 0000-0001-7633-2130

Бібліографічний опис статті: Пацева, І., Нонік, Л., Устименко, В. (2024). Азбест у відходах руйнувань: виклики і перспективи безпечного управління відходами в умовах післявоєнної відбудови. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 4, 83–92, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-11>

АЗБЕСТ У ВІДХОДАХ РУЙНУВАНЬ: ВИКЛИКИ І ПЕРСПЕКТИВИ БЕЗПЕЧНОГО УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ В УМОВАХ ПІСЛЯВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ

Мета дослідження. Війна в Україні спричинила безпрецедентний рівень руйнувань житлової, громадської та промислової інфраструктури, що, своєю чергою, призвело до утворення величезної кількості відходів від руйнацій. Ці відходи мають різний склад і включають уламки бетону, цегли, металеві конструкції, деревину, пластик, скло та небезпечні матеріали, серед яких особливу увагу привертють азбестовмісні компоненти. Азбест, який десятиліттями широко застосовувався в будівельній галузі, був незамінним для теплоізоляції, захисту від пожеж та звукоізоляції. Його використання було поширене у виробництві шиферу, ізоляційних матеріалів, труб і облицювальних панелей. Унаслідок руйнування будівель ці матеріали розпадаються, вивільняючи небезпечні азбестові волокна, які мають канцерогенні властивості. Потрапляючи в повітря, воду або ґрунт, ці частинки створюють серйозну загрозу для здоров'я населення та стану екосистем. Зважаючи на вищезазначене, управління азбестовмісними відходами є важливою екологічною та соціальною проблемою, яка потребує термінового вирішення. Мета дослідження полягає в аналізі масштабів проблеми утворення відходів руйнацій, викликаних воєнними діями в Україні, із особливим акцентом на азбестовмісних матеріалах. Основним завданням є розробка підходів до їх безпечної утилізації на основі міжнародного досвіду та адаптація цих практик до українських реалій з урахуванням складної екологічної ситуації, дефіциту інфраструктури та потреб швидкого відновлення регіонів.

Методологія. Для досягнення поставленої мети застосовано комплексний підхід, який включає опрацювання літератури та нормативної законодавчої бази з управління азбестовмісними відходами у країнах Європейського Союзу, вивчення складу та властивостей відходів руйнацій, спричинених воєнними діями, із фокусом на матеріалах, що містять азбест, оцінку екологічних та соціальних ризиків, пов'язаних із небезпечними відходами, адаптацію європейських практик до умов України через розробку рекомендацій, які враховують обмеження місцевої інфраструктури.

Наукова новизна. Новизна роботи полягає у системному аналізі наслідків військових дій для утворення азбестовмісних відходів, розгляді європейських практик поводження з такими відходами в контексті їх застосування в Україні та формулюванні рекомендацій, які враховують специфіку воєнного часу та його наслідків, включаючи створення системи моніторингу впливу відходів на здоров'я населення і довкілля.

Висновки. Унаслідок воєнних дій в Україні утворилася значна кількість відходів руйнацій, серед яких азбестовмісні матеріали становлять особливу загрозу через канцерогенні властивості волокон, що вивільняються. Безпечне поводження з такими відходами вимагає комплексного підходу, включаючи виявлення, сортування, транспортування, переробку та захоронення. Європейський досвід управління азбестовмісними відходами може бути інтегрований в українські реалії за умови створення необхідної інфраструктури та вдосконалення законо-

авчої бази. Запропоновані заходи сприятимуть мінімізації екологічних ризиків та забезпеченню безпеки населення, а також прискоренню відновлення зруйнованих територій.

Ключові слова: воєнні дії, відходи від руйнувань, азбестовмісні відходи, поводження з азбестовими відходами, забруднення навколишнього середовища.

Iryna PATSEVA

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Ecology and Environmental Technologies, Zhytomyr Polytechnic State University, 103 Chudnivska str., Zhytomyr, Ukraine, 10005

ORCID: 0000-0002-6572-681X

Liudmyla NONIK

PhD-Student (Ecology), Assistant Professor at the Department of Ecology and Environmental Technologies, Zhytomyr Polytechnic State University, 103 Chudnivska str., Zhytomyr, Ukraine, 10005

ORCID: 0000-0003-4234-8948

Volodymyr USTYMENKO

Associate Professor at the Department of Ecology and Environmental Technology, Zhytomyr Polytechnic State University, 103 Chudnivska str., Zhytomyr, Ukraine, 10005

ORCID: 0000-0001-7633-2130

To cite this article: Patseva I., Nonik, L., Ustymenko, V. (2024). Azbest u vidkhodakh ruinuvan: vyklyky i perspektyvy bezpechnoho upravlinnia vidkhodamy v umovakh pisliavoiennoi vidbudovy [Asbestos in demolition waste: challenges and prospects of safe waste management in the conditions of post-war reconstruction]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 4, 83–92, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-11>

ASBESTOS IN DEMOLITION WASTE: CHALLENGES AND PROSPECTS OF SAFE WASTE MANAGEMENT IN THE CONDITIONS OF POST-WAR RECONSTRUCTION

Objective of the study. The war in Ukraine has caused an unprecedented level of destruction of residential, public and industrial infrastructure, which, in turn, has led to the formation of a huge amount of waste from destruction. This waste has a diverse composition and includes fragments of concrete, bricks, metal structures, wood, plastic, glass and hazardous materials, among which asbestos-containing components attract particular attention. Asbestos, which has been widely used in the construction industry for decades, has been indispensable for thermal insulation, fire protection and sound insulation. Its use has been widespread in the production of slate, insulation materials, pipes and cladding panels. As a result of the destruction of buildings, these materials disintegrate, releasing dangerous asbestos fibers, which have carcinogenic properties. Getting into the air, water or soil, these particles pose a serious threat to the health of the population and the state of ecosystems. The management of asbestos-containing waste is an important environmental and social problem that requires urgent resolution. The purpose of the study is to analyze the scale of the problem of waste generation from destruction caused by military operations in Ukraine, with a special emphasis on asbestos-containing materials. The main task is to develop approaches to their safe disposal based on international experience and adapt these practices to Ukrainian realities, taking into account the difficult environmental situation, lack of infrastructure and the needs for rapid recovery of the regions.

Methodology. To achieve the goal, a comprehensive approach was applied, which includes the study of literature and regulatory framework for the management of asbestos-containing waste in the countries of the European Union, the study of the composition and properties of waste from destruction caused by military actions, with a focus on materials containing asbestos, the assessment of environmental and social risks associated with hazardous waste, and the adaptation of European practices to the conditions of Ukraine through the development of recommendations that take into account the limitations of local infrastructure.

Scientific novelty. The novelty of the work is in the systematic analysis of the consequences of military actions for the formation of asbestos-containing waste, consideration of European practices for handling such waste in the context of their application in Ukraine, and formulation of recommendations that take into account the specifics of wartime and its consequences, including the creation of a system for monitoring the impact of waste on public health and the environment.

Conclusions. As a result of military operations in Ukraine, a significant amount of demolition waste was generated, among which asbestos-containing materials pose a particular threat due to the carcinogenic properties of the released fibers. Safe

management of such waste requires an integrated approach, including detection, sorting, transportation, processing and disposal. European experience in managing asbestos-containing waste can be integrated into Ukrainian realities, provided that the necessary infrastructure is created and the legislative framework is improved. The proposed measures will help minimize environmental risks and ensure the safety of the population, as well as accelerate the restoration of destroyed territories.

Key words: military operations, demolition waste, asbestos-containing waste, asbestos waste management, environmental pollution.

Актуальність проблеми. Проблема управління відходами руйнацій, які містять азбест, є надзвичайно важливою через загрозу, яку вони становлять для здоров'я населення та екосистем. Азбест, відомий своїми канцерогенними властивостями, він поширений у будівельних матеріалах, що використовувалися в Україні протягом десятиліть. Військові дії призвели до значного збільшення кількості відходів руйнацій, які вимагають спеціалізованих підходів до сортування, транспортування, утилізації та захоронення. Через важливість відновлення постраждалих регіонів України, впровадження системи управління небезпечними відходами набуває критичного значення. Вивчення міжнародного досвіду та адаптація європейських практик є важливим етапом для забезпечення екологічної безпеки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Темі поводження з азбестом, його впливу на здоров'я людей та довкілля присвячено велику кількість наукових робіт. Можна виділити дослідження таких закордонних та вітчизняних вчених: Берман, 2008; Бернштейн, 2006; Бернштейн, 2014; Нагорнюк, 2022; Перетяка, 2023; Собчик, 2022; Тарасов, 2018; Шуміло, 2012.

Мета дослідження. Метою цього дослідження є аналіз впливу азбестовмісних відходів руйнацій на здоров'я населення та навколишнє середовище, а також розробка рекомендацій щодо впровадження безпечних та ефективних методів управління цими відходами в Україні. Це включає впровадження європейських стандартів виявлення, сортування, транспортування та захоронення небезпечних матеріалів, а також створення законодавчої та технічної бази для управління такими відходами.

Викладення основного матеріалу дослідження. Війна є одним із наймасштабніших руйнівних факторів для інфраструктури, довкілля та людства. У зонах бойових дій утворюються величезні обсяги відходів різного характеру, що вимагають особливого підходу до їх класифікації, управління та утилізації, адже відходи від руйнувань це не лише залишки

будівель і споруд, а й небезпечні матеріали, органічні речовини, побутове сміття, залишки техніки та інших матеріалів. Такі відходи містять небезпечні речовини, які при потраплянні у ґрунт, воду та повітря можуть спричинити не тільки забруднення навколишнього середовища, а викликати захворювання серед населення.

За даними Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури, внаслідок повномасштабного вторгнення росії в Україні накопичилося близько 600 тисяч тонн будівельного сміття. Такий масштаб відходів є безпрецедентним у світовій практиці (Трегуб, 2024).

Варто зауважити, що за період 2005–2015 років в Україні підприємствами, що виготовляли азбестоцементну продукцію було вироблено близько 5000 млн умовних плит, вони широко використовувалися для потреб різних інфраструктур держави.

Як зазначають фахівці, щорічні обсяги українського ринку покрівельних матеріалів у різні роки варіювалися від 80 до 95 млн м², азбестоцементний шифер займає частку в межах 70–75 % у загальній структурі цього ринку. При цьому, ще донедавна, близько 90–95 % шиферу виготовлялося в Україні, а приблизно 75 % дахів у країні покриті саме цим матеріалом. Загальна площа дахів, вкритих азбестоцементним шифером, становить близько 788,3 млн м², зокрема в житлових будинках азбестоцементний шифер використовується для дахів і стін будівель, а це 587,7 млн м². В громадському секторі – 40,9 млн м², так за даними Державної служби статистики України, у сільській місцевості на початок 2014 року площа приміщень дошкільних закладів становила 4,32 млн м², а загальноосвітніх шкіл – 22,57 млн м² (загальна площа – 26,9 млн м²). В сільськогосподарських виробничих приміщеннях частка азбестоцементного шиферу становить 159,7 млн м² (Тарасов, 2018).

За інформацією Звіту Київської школи економіки про збитки від руйнувань опублікованого у квітні 2024 року, з початком повномасштабного вторгнення, бойові дії тривали в межах 10 областей (КШЕ, 2024).

Найбільш постраждалими є області України, в яких безпосередньо велись бойові дії: Донецька, Харківська, Луганська, Миколаївська, Запорізька, Київська та Чернігівська області. Серед міст, які постраждали під час війни найбільше: Мар'їнка, Маріуполь, Ірпінь, Харків, Чернігів, Северодонецьк, Лисичанськ, Вугледар, Суми, Рубіжне, Ізюм, Миколаїв, Бахмут, Волноваха (КШЕ, 2024).

Станом на кінець 2023 року, за даними обласних військових адміністрацій, в Україні зафіксовано близько 250 тисяч пошкоджених або зруйнованих об'єктів житлового фонду. З них 222,6 тисячі становлять приватні будинки, 27 тисяч – багатоквартирні будівлі, а 530 – гуртожитки (рис. 1).

З початку війни було пошкоджено або зруйновано щонайменше 1284 медичні заклади, понад 380 об'єктів освітньої інфраструктури, включаючи школи, дитячі садки та заклади профтехосвіти, а також 160 об'єктів соціального захисту, серед яких санаторії, інтернати й притулки. У культурній сфері зазнали руйнувань 348 релігійних об'єктів, 771 будинок культури, 83 музеї, 157 готелів і ресторанів, а також 8 стадіонів. У промисловому секторі пошкоджено понад 426 великих і середніх підприємств, зокрема

металургійні гіганти «Азовсталь» і ММК ім. Ілліча. Також постраждало понад 2,9 тисячі торговельних об'єктів, серед яких магазини, аптеки й автозаправні станції. Реальна кількість руйнувань може бути більшою через брак даних із тимчасово окупованих територій.

Станом на листопад 2024 року бойові дії тривають в Харківській, Луганській, Донецькій, Херсонській та Запорізькій областях, а ворог продовжує завдавати масованих ракетних ударів по всіх містах та селах України, спричиняючи утворення все більшої кількості відходів від руйнувань. Через це, остаточну оцінку обсягів утворення відходів від руйнацій можна буде визначити лише після завершення бойових дій на території України, і відповідно відслідкувати скільки ж там азбестовмісних відходів.

Відходи від руйнувань за своїм вмістом значно відрізняються від відходів будівництва або зносу, адже характерною рисою для такої групи відходів є гетерогенність (різноманітність складу). Гетерогенність відходів руйнації означає, що ці відходи містять матеріали різного типу, які часто змішані між собою (Нонік, 2023). Військові дії та руйнування інфраструктури створюють умови, за яких у відходах одночасно присутні:

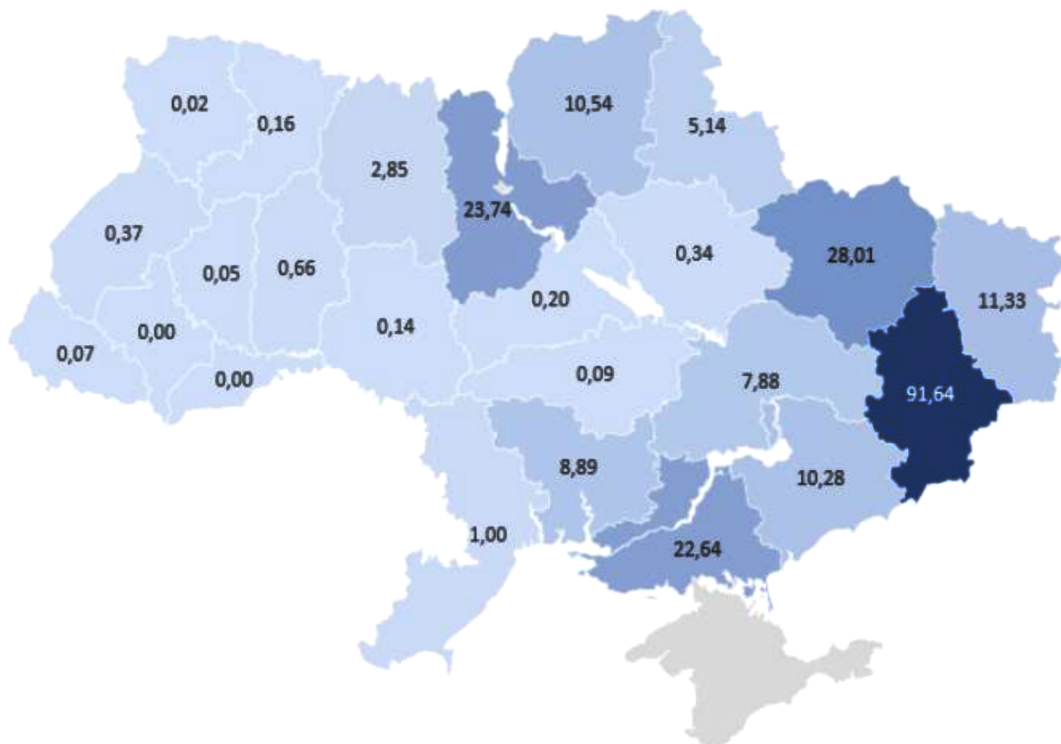


Рис. 1. Регіональний розподіл кількості зруйнованих або пошкоджених об'єктів житлового фонду (за матеріали Звіту КШЕ, 2024)

– будівельні матеріали: бетон, цегла, деревина, метал, скло, пластик.

– відходи: залишки меблів, текстилю, паперу, пластику, які були в будівлях.

– промислові відходи: хімічні речовини, залишки виробничих ліній або обладнання.

– небезпечні матеріали: азбест, фарби, лакофарбові покриття, вибухонебезпечні речовини, залишки боєприпасів.

Основними компонентами є частини будівельних конструкцій, заповнень дверних та віконних блоків, інженерних мереж, санітарно-технічних приладів тощо. Супутні компоненти складаються з матеріалів, предметів, які були всередині або поряд з об'єктом у момент пошкодження (руйнування) або виконання робіт з його демонтажу, зокрема устаткування, особистих речей, предметів вжитку (меблів, побутової техніки), органічних речовин (Пацева, 2023).

Наразі в Україні немає практики повної переробки будівельних відходів, або відходів від руйнувань, показник ресайклінгу становить лише 6% від загальної кількості. Проте, у післявоєнній відбудові України ці відходи можуть розглядатися як можливий майбутній ресурс для будівельної галузі (Гірак, 2024).

У більшості країн світу близько 50 % будівельних відходів переробляється та використовується у виробництві будівельних матеріалів. Наприклад, у Нідерландах цей показник досягає 90 %, у Данії – 81 %, у Великобританії – 45 %, а у Фінляндії – 43 %. Експерти вважають, що Україні варто врахувати цей досвід і застосувати перероблені будівельні матеріали для відновлення дорожньої інфраструктури, цивільного будівництва та інших потреб (Гірак, 2024).

Проблемою повторного використання відходів від руйнувань є їх неоднорідність складу. Це ускладнює процеси сортування та обробки, оскільки є потреба у різних підходах до переробки кожного типу матеріалів. Також, можливе змішування небезпечних компонентів із придатними для повторного використання матеріалами, відсутність належного сортування може збільшити екологічні ризики.

Відходи від руйнувань часто містять компоненти, які становлять загрозу для здоров'я населення і навколишнього середовища. Небезпечні матеріали потребують спеціального поводження, включаючи сортування, утилізацію або знешкодження. Їх присутність значно

ускладнює загальну обробку відходів руйнації (Костенко, 2024).

У Міністерстві захисту довкілля та природних ресурсів наголошують, що відходи руйнувань становлять серйозну екологічну загрозу як для природи, так і для здоров'я людей. Особливу небезпеку серед них становлять матеріали, що містять азбест – одне з найсерйозніших викликів, з яким нині стикається Україна (Костенко, 2024).

Азбест – це природний мінерал, що зустрічається у гірських породах по всьому світу. Його зовнішній вигляд варіюється залежно від геологічного походження та призначення, проте під мікроскопом азбест характеризується жорсткими голкоподібними волокнами. Ці волокна відрізняються високою міцністю, стійкістю до вогню, хімічною інертністю і несприйнятливістю до дії мікроорганізмів. Хризотил (білий азбест), амозит (коричневий азбест), крокидоліт (синій азбест), антофіліт, актиноліт і тремоліт – всі вони однаково небезпечні. Азбест широко використовується як будівельний матеріал завдяки високій міцності на розрив, гнучкості, вогнестійкості, довговічності, хімічній, теплової та акустичній ізоляції (Гончаренко, 2023).

Особливості екологічного ризику використання азбесту полягають у тому, що він не розкладається під дією природних факторів, таких як сонячне світло, кисень чи волога, мікроскопічні волокна настільки легкі, що їх може переносити вітер на значні відстані, поширюючи забруднення. Ще одним екологічним ризиком є те, що азбест не засвоюється природними екосистемами, що робить його накопичення прогресивним із часом (Тарасов, 2018).

Дослідження амфіболового азбесту показали, що його вплив на здоров'я людини є надзвичайно небезпечним. Амфіболи містять залізо і кальцій, що надає їхнім волокнам твердої голчастої форми. При потраплянні в легені ці волокна пошкоджують клітини, спричиняючи серйозні захворювання. Волокна горнбленда, одного з типів амфіболів, стійкі до розчинення в кислому середовищі. Цей матеріал широко використовувався у будівництві та промисловості Західної Європи, що призвело до значного поширення фіброзу легень, і вчені розпочали вивчення впливу амфіболів на організм людини.

На противагу цьому, хризотилловий азбест вважається безпечнішим. Його волокна, що складаються з магнію та кальцію, мають м'яку,

шовковисту текстуру, подібну до бавовни. Вони легко розчиняються в кислому середовищі й виводяться з організму, не завдаючи шкоди. Завдяки цій властивості хризотилевий азбест довгий час використовувався у багатьох галузях промисловості без суттєвих застережень. Однак, попри доведену відносну безпеку хризотилового азбесту, всі типи азбесту, включаючи хризотил, залишаються у списку канцерогенів, затвердженому Всесвітньою організацією охорони здоров'я (Гончаренко, 2023).

Термін «канцероген» походить від латинського «сапсег», що означає «рак», і використовується для позначення речовин або продуктів, які порушують структуру ДНК, сприяючи розвитку та розмноженню злоякісних клітин. Азбестові волокна стають менш небезпечними, коли вони закріплені іншими матеріалами, наприклад цементом або клеєм. Однак порушення цілісності таких матеріалів, наприклад, при їх різанні, проколюванні, подрібненні чи іншому пошкодженні, може призвести до вивільнення азбестових волокон у повітря чи воду. Ці частинки можуть бути настільки дрібними, що їхній розмір становить лише 1/700 товщини людської волосини. Вдихання азбесту може спричинити низку захворювань, пов'язаних із його впливом, таких як мезотеліома плеври, очеревини та перикарду, рак легень, бронхогенний рак, рак гортані, рак яєчників, а також азбестоз – захворювання, що викликає фіброз у легенях. У більшості випадків ці захворювання є смертельними, і найчастіше вони виникають через накопичення азбестових волокон у легенях (Berman, 2008; Bernstein, 2006; Bernstein, 2014).

Завдяки своїм вогнестійким властивостям та міцності, азбест використовувався ще з 2500 року до нашої ери як компонент предметів домашнього вжитку. З початком промислової революції цей мінерал набув широкого застосування у будівництві, виробництві складних технічних пристроїв та у засобах протипожежного захисту, ставши незамінним матеріалом у багатьох галузях. Масштабний видобуток азбесту розпочався наприкінці XIX століття і швидко набув глобального поширення. До 1975 року 85 країн активно видобували та застосовували азбест у різних галузях, таких як будівництво, виробництво побутових приладів та в промислових процесах. Цей вогнестійкий мінерал використовували для виготовлення теплоізоляційних матеріалів, труб,

шиферу, протигазів і гальмівних колодок. До кінця XX століття азбест навіть застосовували для виробництва водопровідних труб.

Однак, токсичність азбесту була відома ще з давніх часів, і з часом ці ризики ставали все більш очевидними. У 1899 році англійський лікар задокументував перший підтверджений випадок смерті, спричиненої цим матеріалом. Пізніше було встановлено, що працівники, які контактували з азбестом, часто страждали на рак легень.

Починаючи з 1980-х років, через небезпечний вплив на довкілля та здоров'я людей, багато країн почали обмежувати використання та торгівлю азбестом, а згодом взагалі відмовилися від нього (табл. 1). У 2000 році азбест був заборонений у 35 країнах, а до 2013 року часткову або повну заборону на його використання ввели вже у 67 країнах. Повну заборону на всі види азбесту запровадили Австралія, Японія, Ізраїль, Туреччина, США, Південна Корея та інші держави. Як показала практика, обійтися без азбесту цілком можливо, адже існує безліч альтернативних матеріалів, які не поступаються йому за міцністю та іншими характеристиками, але не несуть загрози для здоров'я. Наприклад, металочерепиця може повністю замінити вироби з азбесту.

Кожна країна розробила власну стратегію вирішення проблеми, пов'язаної з використанням азбесту (Перетяка, 2023):

- першою у Європі від використання азбесту відмовилася Данія у 1972 році;
- в Австралії видобування азбесту припинилося у 1983 році, а з 2004 року діє повна заборона на його використання;
- Японія повністю заборонила використання цього матеріалу у 2002 році, а ввезення продукції з вмістом азбесту понад 0,1% заборонено;
- у Сполучених Штатах Америки уряд не впроваджував повної заборони, однак у 2002 році припинив видобування азбесту, а його використання в промисловості було суттєво обмежено;
- країни Європейського Союзу запровадили повну заборону на використання азбесту та виробів із нього, яка набрала чинності 1 січня 2005 року;
- Бразилія у 2017 році оголосила про повну заборону азбесту;
- Канада у 2018 році ухвалила Положення про заборону азбесту та продуктів, що його містять, однак у деяких сферах його використання дозволено до 2029 року;

Основні механізми впливу азбесту на довкілля

Механізм впливу	Характеристика
Забруднення повітря	Азбестові волокна легко розносяться повітряними потоками, особливо під час демонтажу старих конструкцій або спалювання матеріалів, що містять азбест, волокна залишаються в атмосфері тривалий час, потрапляючи в легені людей і тварин
Забруднення ґрунту	Азбестовмісні відходи потрапляють на сміттєзвалища або несанкціоновані полігони, де з часом розпорошуються, волокна проникають у ґрунт, знижують його родючість і створюють ризики для рослинного покриву
Забруднення води	Азбестові частинки вимиваються дощовими водами з відходів або ґрунту, потрапляючи у водойми та підземні водоносні шари, це небезпечно як для людей, так і для водних екосистем
Біологічний вплив	Хімічна стійкість азбесту забезпечує його довговічність у природі, де він накопичується в екосистемах, впливаючи на живі організми
Вплив на флору та фауну	Азбест осідає на листі й коренях рослин, блокуючи поглинання води та поживних речовин, тварини в зонах забруднення страждають від респіраторних проблем, зниження репродуктивної здатності й підвищеної смертності

– у Південно-Африканській Республіці діє абсолютна заборона на видобування азбесту.

В Україні застосування азбесту в будівництві остаточно заборонили у вересні 2022 року після ухвалення відповідного рішення Верховною Радою, проте держава пройшла складний шлях адаптації до європейського законодавства перш ніж ухвалити таке рішення (Перетяка, 2023):

– 10–12 березня 2010 року на V Конференції міністрів з питань охорони здоров'я та довкілля Україна підписала Пармську декларацію, взявши на себе зобов'язання розробити національний план дій для ліквідації захворювань, пов'язаних з азбестом, до 2015 року;

– 2 липня 2012 року головний державний санітарний лікар України видав Постанову №16, яка встановлює гранично допустимі концентрації (ГДК) волокон хризотилового азбесту у повітрі робочої зони на рівні 1 волокно/см³. Водночас, європейський норматив є значно жорсткішим – 0,1 волокно/см³;

– 1 жовтня 2012 року наказом Міністерства охорони здоров'я №762 були затверджені державні санітарні норми та правила, спрямовані на забезпечення безпеки працівників, які зазнають впливу азбесту та азбестовмісних матеріалів;

– 29 березня 2017 року наказ МОЗ України №339 заборонило виробництво та використання всіх видів азбесту під час будівельно-монтажних робіт, а також встановило відповідні санітарні норми для захисту працівників;

– 6 вересня 2022 року Верховна Рада ухвалила законопроект № 4142 «Про систему громадського здоров'я», який у статті 28 передбачає повну заборону виробництва та використання

азбесту незалежно від його типу, а також виробів і матеріалів, що його містять.

– 27 вересня 2022 р Постанова № 1073 «Про затвердження Порядку поводження з відходами, що утворилися у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель і споруд внаслідок воєнних дій, терористичних актів, диверсій або проведення робіт з ліквідації їх наслідків, та внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України» визначає правила, яких слід дотримуватися при змішуванні будівельних відходів з азбестовмісними матеріалами;

– 5 червня 2023 року Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 1013 «Про затвердження Державних санітарних норм і правил «Про безпеку та захист працівників від шкідливого впливу азбесту та матеріалів і виробів, що містять азбест» доповнює заборону на використання азбесту та надає рекомендації для зменшення ризиків, пов'язаних із шкідливим впливом азбесту на здоров'я працівників у всіх сферах діяльності, де є можливість впливу азбестового пилу з матеріалів або виробів, що містять азбест.

Важливо також те, що Україна нині перебуває в процесі імплементації 305-го європейського регламенту, що стосується вимог до якості та безпеки будматеріалів (Бойко, 2023).

Проте, на даний момент в Україні ні місцеві державні структури, ні більшість будівельних компаній не усвідомлюють достатньо, що азбест є небезпечним і канцерогенним матеріалом, який потребує спеціальних заходів для зменшення його впливу на навколишнє середовище та оточуючих. У багатьох випадках екологічні відділи місцевих та державних органів влади не здійснюють жодного контролю за

роботами з видалення азбесту Так, понад 70 % дахів житлових і громадських будівель усе ще вкриті азбестоцементними плитами, до складу яких входить 10–15 % хризотилового азбесту. Азбестовмісні матеріали також широко застосовувалися в будівельній галузі та промисловості для протипожежного захисту, теплоізоляції та звукоізоляції (Собчик, 2022).

Українське законодавство у сфері управління відходами поступово модернізується. Зокрема, впроваджено новий Національний перелік, що охоплює 20 груп та 895 видів відходів. Його класифікація та термінологія узгоджені з вимогами ЄС. Відмінністю українського класифікатора є наявність категорії «Відходи, що утворилися через пошкодження або руйнування будівель та споруд унаслідок бойових дій, терористичних актів чи ліквідації їх наслідків». Серед таких відходів є й азбестовмісні, що вимагають особливих підходів до демонтажу та захоронення для мінімізації шкоди здоров'ю людей і довкіллю.

В Україні азбестовмісні відходи наразі захоплюють на полігонах разом із побутовими, де вони пересипаються шаром ґрунту для запобігання поширенню дрібних часток. Водночас, відповідно до європейських стандартів, такі відходи потребують окремої процедури захоронення, зокрема створення спеціалізованих полігонів чи виділених ділянок, а транспортування має здійснюватися виключно у запакованому вигляді (Гірак, 2024).

У разі планового демонтажу або знесення будівель у країнах ЄС діють чіткі правила: спочатку проводиться оцінка наявності азбестовмісних матеріалів і виробів, а також визначається їхня кількість. Після цього такі матеріали проходять спеціальні процедури демонтажу, транспортування та утилізації. Європа впроваджувала ці практики протягом десятиліть, тоді як Україна змушена вирішувати це питання у значно стислі терміни та в умовах воєнного часу.

Тому управління азбестовмісними відходами, особливо в умовах масштабних руйнувань, вимагає впровадження європейських практик. Серед них: скринінг і оцінка ризиків, лабораторні аналізи, розробка планів поводження з азбестом, виконання ліквідаційних робіт, транспортування, захоронення та моніторинг. Необхідно створити систему оцінювання ризиків, визначити специфікації обладнання,

стандарти транспортування та захоронення, а також забезпечити ефективний контроль і нагляд з боку відповідних органів.

Міністерство захисту довкілля спільно з міжнародними та національними експертами працює над розробкою правил управління азбестовмісними відходами. Ведеться робота над створенням карти розміщення таких відходів, планів поводження з ними, механізмів верифікації, транспортування, захоронення та моніторингу (Міндовкілля, 2024).

Для зменшення шкоди від відходів руйнацій, які містять азбест в умовах післявоєнного відновлення інфраструктури України, варто дотримуватися наступних кроків:

1. Впровадження програми моніторингу забруднених територій.

2. Ретельний аналіз будівельного сміття або відходів від руйнації на наявність в них азбестовмісних матеріалів.

3. Контроль за будівництвом і знесенням старих споруд.

4. Планування ретельної утилізації, адже азбестові відходи повинні транспортуватися та зберігатися у герметичних контейнерах на спеціалізованих полігонах, використання сучасних технологій захоронення допоможе уникнути забруднення ґрунту й води.

Висновки. Азбест є серйозною загрозою для здоров'я людини та довкілля, а відходи від руйнувань, що його містять, вимагають особливого підходу під час демонтажу та захоронення, щоб мінімізувати їхній негативний вплив на довкілля і здоров'я людей.

Для мінімізації впливу азбестовмісних відходів, які утворюються внаслідок руйнацій через військові дії, необхідно дотримуватись суворих стандартів управління та утилізації. Сучасні технології та політика в галузі охорони здоров'я й довкілля мають забезпечувати надійний контроль над небезпечними матеріалами, такими як азбест.

Україна повинна впровадити найкращі європейські практики, зокрема скринінг і оцінку ризиків, лабораторний аналіз, плани поводження з азбестом, а також заходи з ліквідації наслідків, верифікацію, транспортування та захоронення. Необхідно створити систему вимірювання та аналізу даних, розробити методології оцінки ризиків, визначити технічні характеристики обладнання для роботи з такими

відходами, встановити правила транспортування та утилізації азбестовмісних матеріалів, а також запровадити ефективні механізми контролю та моніторингу з боку державних органів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Berman D. W., Crump K. S. A meta-analysis of asbestos-related cancer risk that addresses fiber size and mineral type. *Critical Reviews in Toxicology*. 2008. Vol. 38, Suppl. 1. P. 49–73. DOI: 10.1080/10408440802273156.
2. Bernstein D.M. The health risk of chrysotile asbestos. *Current Opinion in Pulmonary Medicine*. 2014. Vol. 20. №. 4. P. 366–370.
3. Bernstein D.M., Hoskins J.A. The health effects of chrysotile: current perspective based upon recent data. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2006. Vol. 45. №. 3. P. 252–264.
4. Азбест у будівельних відходах становить довготривалу небезпеку. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-vidbudova/3794865-azbest-u-budivelnih-vidhodah-stanovit-dovgotrivalu-nebezpeku-predstavnica-evrokomisii.html> (дата звернення: 14.12.2024).
5. Бойко Ю. В Україні запускають лабораторії, в яких перевірятимуть будівельну продукцію на відповідність стандартам. URL: <https://www.rbc.ua/rus/news/ukrayini-zapustyat-laboratoriyi-kih-pereviryatimut-1695129599.html> (дата звернення: 14.12.2024).
6. Гірак Г. Смертельно небезпечно: чому відходи з руйнації війни можуть спричинити рак. URL: <https://ua.korrespondent.net/articles/4669995-smertelno-nebezpechno-chomu-vidkhody-z-ruinatsii-viiny-mozhut-sprychynuty-rak> (дата звернення: 14.12.2024)
7. Гончаренко М. О., Татусь А. С., Радзіонов К. С., Синельников О. Д. Небезпека азбесту та вплив на організм людини. URL: <https://sci.ldubgd.edu.ua/jspui/handle/123456789/12492> (дата звернення: 14.12.2024).
8. Загальна сума збитків, завдана інфраструктурі України, зросла до майже \$155 млрд – оцінка KSE Institute станом на січень 2024 року. URL: <https://kse.ua/ua/about-the-school/news/zagalna-suma-zbitkiv-zavdana-infrastrukturii-ukrayini-zrosla-do-mayzhe-155-mlrd-otsinka-kse-institute-stanom-na-sichen-2024-roku/> (дата звернення: 13.12.2024).
9. Костенко І. Від шиферу до штукатурок. Чим небезпечні азбестові відходи і як їх утилізувати під час війни. URL: <https://www.rbc.ua/rus/stylar/vid-shiferu-shtukaturok-chim-nebezpechni-1712232489.html> (дата звернення: 25.12.2024).
10. Нонік Л. Ю., Пацева І. Г., Пічкур Т. В. Розроблення стратегії управління відходами руйнацій в умовах воєнного стану. *Екологічна безпека та технології захисту довкілля*. 2023. № 4. С. 40–47.
11. Пацева І., Нонік Л. Рециклінг відходів руйнації – крок до зменшення ризиків воєнного екоциду. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2023. № 3. С. 73–81. <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-3-10>
12. Перетяка С. М. Небезпека азбесту після заборони його використання. *Modern engineering and innovative technologies*. 2023. № 25-02. С. 84–89. DOI: 10.30890/2567-5273.2023-25-02-049.
13. Подолання наслідків війни: Міндовкілля розробляє правила поводження з азбестовмісними матеріалами у відходах руйнації. URL: <https://mepr.gov.ua/podolannya-naslidkiv-vijny-mindovkilliya-rozroblyaye-pravya-povodzhennya-z-azbestovmisnymu-materialamy-u-vidhodah-rujnatsiyi/> (дата звернення: 13.12.2024).
14. Протокол управління азбестовмісними відходами та матеріалами для підрядників та партнерів ПІПООН. URL: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2024-08/UNDP-AsbestosWasteManagementProtocol-v5NovemberUA_v01.pdf (дата звернення: 13.12.2024).
15. Собчик В., Нагорнюк О., Чепела М. Знешкодження азбестовмісних відходів. *Науковий вісник Вінницької академії безперервної освіти. Серія «Екологія. Публічне управління та адміністрування»*. 2022. Вип. 2. С. 3–7.
16. Тарасов В. Ю., Захарова О. І., Зубцов Є. І., Заїка Р. Г. Азбест. Стан проблеми в Україні. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2018. № 7 (248). С. 88–91.
17. Трегуб О. А. Поводження з відходами від руйнувань, що утворюються внаслідок воєнних дій: проблеми правового забезпечення: за матеріалами наукового повідомлення на засіданні Президії НАН України 10 липня 2024 р. *Вісник Національної академії наук України*. 2024. №9. С. 73–79. DOI: <https://doi.org/10.15407/visn2024.09.073>.
18. Управління відходами, що містять азбест – переймаємо досвід Європи. URL: <https://ecolog-ua.com/news/upravlinnya-vidhodamy-shcho-mistyat-azbest-pereймаємо-dosvid-evropy> (дата звернення: 14.12.2024).
19. Шуміло О. М. Правове забезпечення охорони здоров'я та довкілля у виробництві та поводженні з азбестом. *Право і безпека*. 2012. № 2. С. 194–199.

REFERENCES:

1. Berman, D. W., & Crump, K. S. (2008). A meta-analysis of asbestos-related cancer risk that addresses fiber size and mineral type. *Critical Reviews in Toxicology*, 38(1), 49–73.
2. Bernstein, D. M. (2014). The health risk of chrysotile asbestos. *Current Opinion in Pulmonary Medicine*, 20(4), 366–370.
3. Bernstein, D. M., & Hoskins, J. A. (2006). The health effects of chrysotile: Current perspective based upon recent data. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 45(3), 252–264.

4. Azbest u budivelnykh vidkhodakh stanovyt dovhotryvalu nebezpeku. (2023). [Asbestos in construction waste is a long-term hazard]. *Ukrinform*. Retrieved from <https://www.ukrinform.ua/rubric-vidbudova/3794865-azbest-u-budivelnih-vidhodah-stanovit-dovgotryvalu-nebezpeku-predstavnica-evrokomisii.html> [in Ukrainian].
5. Boiko, Yu. (2023). V Ukraini zapustiat laboratorii, v yakykh pereviriatymut budivelnu produktsiiu na vidpovidnist standartam [Ukraine will launch laboratories that will check construction products for compliance with standards]. *RBC Ukraine*. Retrieved from <https://www.rbc.ua/rus/news/ukrayini-zapustyat-laboratoriyyi-kih-pereviriatymut-1695129599.html> [in Ukrainian].
6. Hirak, H. (2024). Smertelno nebezpechno: Chomu vidkhody z ruinatsii viiny mozhut sprychynyty rak [Deadly: Why waste from the destruction of war can cause cancer]. *Korrespondent.net*. Retrieved from <https://ua.korrespondent.net/articles/4669995-smertelno-nebezpechno-chomu-vidkhody-z-ruinatsii-viiny-mozhut-sprychynyty-rak> [in Ukrainian].
7. Honcharenko, M. O., Tatus, A. S., Radzionov, K. S., & Synelnikov, O. D. (2023). Nebezpeka azbestu ta vplyv na orhanizm liudyny [The danger of asbestos and its effect on the human body]. Retrieved from <https://sci.ldubgd.edu.ua/jspui/handle/123456789/12492/> [in Ukrainian].
8. Zahalna suma zbytkiv, zavdana infrastrukturi Ukrainy, zrosla do maizhe \$155 mlrd – otsinka KSE Institute stanom na sichen 2024 roku. (2024). [The total amount of damage caused to the infrastructure of Ukraine has increased to almost \$155 billion – KSE Institute estimate as of January 2024]. Retrieved from <https://kse.ua/ua/about-the-school/news/zagalna-suma-zbitkiv-zavdana-infrastrukturi-ukrayini-zrosla-do-mayzhe-155-mlrd-otsinka-kse-institute-stanom-na-sichen-2024-roku> [in Ukrainian].
9. Kostenko, I. (2024). Vid shyferu do shtukaturek: Chym nebezpechni azbestovi vidkhody i yak yikh utylizuvaty pid chas viiny [From slate to plasters: What is the danger of asbestos waste and how to dispose of it during the war]. *RBC Ukraine*. Retrieved from <https://www.rbc.ua/rus/stylar/vid-shyferu-shtukaturek-chim-nebezpechni-1712232489.html> [in Ukrainian].
10. Nonik, L. Iu., Patseva, I. H., & Pichkur, T. V. (2023). Rozroblennia stratehii upravlinnia vidkhodamy ruinatsii v umovakh voiennoho stanu [Development of a strategy for the management of destruction waste in the conditions of martial law]. *Ekolohichna bezpeka ta tekhnologii zakhystu dovkillia – Environmental Safety and Environmental Protection Technologies*, 4, 40–47 [in Ukrainian].
11. Patseva, I., & Nonik, L. (2023). Retsyklinh vidkhodiv ruinatsii – krok do zmeshennia ryzykiv voiennoho ekotsydu [Recycling of destruction waste is a step towards reducing the risks of military ecocide]. *Problemy khimii ta staloho rozvytku – Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 3, 73–81 [in Ukrainian].
12. Peretiaka, S. M. (2023). Nebezpeka azbestu pislia zaborony yoho vykorystannia [The danger of asbestos after the ban on its use]. *Modern Engineering and Innovative Technologies*, 25(02), 84–89 [in Ukrainian].
13. Podolannia naslidkiv viiny: Mindovkillia rozrobliaie pravyla povodzhennia z azbestovmisnymy materialamy u vidkhodakh ruinatsii. (2024). [Overcoming the consequences of war: The Ministry of Environment is developing rules for handling asbestos-containing materials in demolition waste]. *Ministry of Environmental Protection of Ukraine*. Retrieved from <https://mepr.gov.ua/podolannya-naslidkiv-viiny-mindovkillia-rozroblyaye-pravyla-povodzhennia-z-azbestovmisnymy-materialamy-u-vidhodah-rujnatsiyyi> [in Ukrainian].
14. Protokol upravlinnia azbestovmisnymy vidkhodamy ta materialamy dlia pidriadykiv ta partneriv PROON. (2023). [Asbestos-containing waste and materials management protocol for UNDP contractors and partners]. Retrieved from https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2024-08/UNDP-AsbestosWasteManagementProtocol-v5NovemberUA_v01.pdf [in Ukrainian].
15. Sobchuk, V., Nahorniuk, O., & Chepiela, M. (2022). Zneshkodzhennia azbestovmisnykh vidkhodiv [Disposal of asbestos-containing waste]. *Naukovyi visnyk Vinnytskoi akademii bezperervnoi osvity. Seriia “Ekolohiia. Publichne upravlinnia ta administruvannia” – Scientific Bulletin of the Vinnytsia Academy of Continuing Education. The Series “Ecology. Public Management and Administration”*, 2, 3–7 [in Ukrainian].
16. Tarasov, V. Yu., Zakharova, O. I., Zubtsov, Ye. I., & Zaika, R. H. (2018). Azbest: Stan problemy v Ukraini [Asbestos: The state of the problem in Ukraine]. *Visnyk Skhidnoukrainskoho natsionalnoho universytetu imeni Volodymyra Dalia – Bulletin of the Eastern Ukrainian National University Named After Volodymyr Dahl*, 7(248), 88–91 [in Ukrainian].
17. Trehub, O. A. (2024). Povodzhennia z vidkhodamy vid ruinuvan, shcho utvoriuiutsia vnaslidok voiennykh dii: Problemy pravovoho zabezpechennia [Handling of waste from the destruction caused by military actions: Problems of legal support]. *Visnyk Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy – Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 9, 73–79 [in Ukrainian].
18. Upravlinnia vidkhodamy, shcho mistiat azbest – pereimaiemo dosvid Yevropy. (2024). [Management of waste containing asbestos – We adopt the experience of Europe]. *Ecolog-UA*. Retrieved from <https://ecolog-ua.com/news/upravlinnya-vidhodamy-shcho-mistyat-azbest-pereymayemo-dosvid-yevropy> [in Ukrainian].
19. Shumilo, O. M. (2012). Pravove zabezpechennia okhorony zdorovia ta dovkillia u vyrobnytstvi ta povodzhenni z azbestom [Legal protection of health and environment in the production and handling of asbestos]. *Pravo i bezpeka – Law and Security*, 2, 194–199. [in Ukrainian].

УДК 574(582+591.5+592/599)

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-12>

Людмила САВЧУК

кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі, 13, м. Луцьк, Волинська обл., Україна, 43025

ORCID: 0000-0002-8854-6600

Роман ШУЛИПА

магістр кафедри екології та охорони навколишнього середовища, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі, 13, м. Луцьк, Волинська обл., Україна, 43025

Бібліографічний опис статті: Савчук, Л., Шулипа, Р. (2024). Штучне та природне лісовідновлення у Звірівському лісництві. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 4, 93–98, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-12>

ШТУЧНЕ ТА ПРИРОДНЕ ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ У ЗВІРІВСЬКОМУ ЛІСНИЦТВІ

Відтворення лісів є невід'ємною складовою діяльності Звірівського лісництва, що спрямоване на збереження унікального природного багатства. Ліси не лише забезпечують необхідний баланс екосистем, але також є притулком для багатьох видів флори та фауни, які формують біорізноманіття.

Метою роботи є дослідження процесів відтворення лісів у Звірівському лісництві, як ключового елементу збереження біорізноманіття та забезпечення сталого розвитку.

До основних аспектів у галузі відтворення лісів та збереження біорізноманіття належить характеристика методів лісовідновлення, вплив антропогенних і природних факторів на лісові екосистеми, а також визначення ефективності заходів зі збереження та відновлення лісів. Для дослідження, відтворення лісів у Звірівському лісництві проводився аналіз стану лісових масивів, що включає:

1) інвентаризацію ділянок, що потребують лісовідновлення, із площ, стану ґрунтів, наявності материнських дерев для природного поновлення;

2) вивчення методів відтворення, таких як природне та штучне відновлення, з оцінкою їхньої ефективності;

3) моніторинг умов для лісорозведення, включаючи кліматичні та економічні фактори, що впливають на відновлення лісів;

4) розрахунок потреб у посадковому матеріалі, необхідного для лісових культур та доповнення існуючих насаджень.

Дослідження, були проведені в період з 2020 по 2024 рр. Нами вперше було досліджено та систематизовано процеси відтворення лісів у Звірівському лісництві. У роботі використовувались сучасні методики аналізу екологічних умов, включаючи оцінку ефективності природного та штучного відновлення лісів. Особливу увагу було приділено аналізу територій, що потребують лісовідновлювальних заходів, із розподілом площ для природного поновлення та штучного садіння. Вперше було здійснено систематизацію лісових культур залежно від умов ґрунтів, типу екосистем і адаптаційного потенціалу саджанців.

Результати дослідження вказують, що Звірівське лісництво застосовує екологічно обґрунтовані підходи до відтворення лісів, не використовуючи хімічних засобів догляду, зберігаючи природну рівновагу та сприяючи підвищенню рівня біорізноманіття. Це дозволяє ефективно відновлювати лісовий покрив, забезпечуючи стійкість екосистем і досягати стратегічних цілей сталого розвитку регіону. Відтворення лісів у Звірівському лісництві демонструє комплексний підхід до відновлення та підтримки лісових екосистем, із врахуванням екологічних, економічних і стратегічних факторів.

Ключові слова: відтворення, біорізноманіття, лісорозведення, штучне та природне відновлення лісу.

Liudmyla SAVCHUK

PhD of Biology, Associate Professor at the Department of Ecology and Protection of Environment, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Voli Ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025

ORCID: 0000-0002-8854-6600

Roman SHULYPA

Master at the Department of Ecology and Protection of Environment, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Voli Ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025

To cite this article: Savchuk, L., Shulypa, R. (2024). Shtuchne ta pryrodne lisovidnovlennia u Zvirivskomu lisnytstvi [Artificial and natural reforestation in the Zviriv forestry]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 4, 93–98, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-12>

ARTIFICIAL AND NATURAL REFORESTATION IN THE ZVIRIV FORESTRY

Reproduction of forests is an integral part of Zvirivske Forestry's activities aimed at preserving the unique natural wealth. Forests not only provide the necessary balance of ecosystems, but also shelter many species of flora and fauna that form biodiversity.

The aim of the study is to investigate the processes of forest reproduction in Zviriv forestry as a key element of biodiversity conservation and sustainable development.

The main aspects of forest restoration and biodiversity conservation include the characterization of reforestation methods, the impact of anthropogenic and natural factors on forest ecosystems, and the determination of the effectiveness of forest conservation and restoration measures. To study forest reproduction in Zvirivske forestry, we analyzed the state of forest areas, including:

1) inventory of areas in need of reforestation, including areas, soil conditions soils, availability of mother trees for natural regeneration;

2) study of restoration methods, such as natural and artificial regeneration, with an assessment of their effectiveness;

3) monitoring of conditions for reforestation, including climatic and economic factors affecting forest regeneration;

4) calculating the needs for planting material required for forest crops and supplementing existing plantations.

The research was conducted in the period from 2020 to 2024. For the first time, we studied and systematized the processes of forest reproduction in Zviriv forestry. The work used modern methods of analyzing environmental conditions, including assessing the effectiveness of natural and artificial forest restoration. Particular attention was paid to the analysis of areas requiring reforestation measures, with the distribution of areas for natural regeneration and artificial planting. For the first time, forest crops were systematized depending on soil conditions, ecosystem type, and adaptive potential of seedlings.

The results of the study indicate that Zvirivske Forestry applies environmentally sound approaches to forest reproduction without using chemicals, preserving natural balance and contributing to the increase of biodiversity. This allows for effective restoration of forest cover, ensuring the sustainability of ecosystems and achieving the strategic goals of sustainable development of the region. Forest reproduction in Zvirivske Forestry demonstrates an integrated approach to restoring and maintaining forest ecosystems, taking into account environmental, economic and strategic factors.

Key words: *reproduction, biodiversity, afforestation, artificial and natural forest restoration.*

Актуальність проблеми. Відтворення лісів у Звірівському лісництві, є завданням, обумовленим забезпечити відновлення лісових екосистем, після природних чи антропогенних чинників, що призводять до зниження лісистості. На сучасному етапі зростає значення застосування як природних, так і штучних методів лісовідновлення для забезпечення сталого розвитку лісового господарства. Оптиміальне поєднання цих методів сприяє відновленню біорізноманіття, збереженню лісів та запобіганню негативним наслідкам деградації лісових ресурсів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Екологічні дослідження біорізноманіття різноманітних територій Волинської області висвітлено у роботах (Андрієнко, Прядко, 2006; Мельник, Савчук, 2007). Оцінка різноманіття біосистем та напрями зменшення загроз біорізноманіття висвітлено у працях (Дудкін, 2003; Савчук, Шулипа, 2024; Савчук, Шулипа, 2024). Однак для відтворення лісів у Звірівському лісництві, було приділено недостатньо уваги.

Метою дослідження є аналіз сучасних методів відтворення лісів у Звірівському лісництві, оцінка ефективності природного та штучного лісовідновлення, визначення оптимальних підходів до покращення лісокультурних заходів, а також розробка рекомендацій щодо забезпечення сталого управління лісовими ресурсами.

Виклад основного матеріалу дослідження. Протягом останніх років, Звірівське лісництво як і багато інших лісових господарств України, має численні виклики, зокрема щодо визначення ефективних заходів відтворення лісів. Період, з 2019–2021 рр. виявився активним щодо відтворення лісів та забезпечення екологічної стабільності. На рис. 1, подано динаміку відтворення лісів у га за 2019 р.

Дана діаграма, демонструє домінування природного поновлення над штучним, яка дає змогу стверджувати, що природне поновлення було основним напрямом лісовідновлення, а штучне – використовувалося лише на обмежених ділянках. Це є стратегічним підходом

лісового господарства, який полягав у мінімальному втручанні, залишаючи більшість площ на відновлення природним методом.

Порівнюючи показники 2019 р. з наступними 2020–2021 рр. (рис. 2–3) бачимо, що в 2019 р. загальна площа штучно лісовідновлювальних заходів була нижчою, ніж у 2020 і 2021 рр., коли показники садіння лісу зросли. Це пов'язано з додатковими екологічними факторами, які стимулювали застосування штучних методів. Отже, саме 2019 р. став перехідним етапом, коли лісове господарство орієнтувалося на мінімальне втручання у відтворення лісів. На рис. 2, подано динаміку відтворення лісів у га за 2020 р.

Діаграма відображає зміну в розподілі площ між різними методами відновлення. Візуальний аналіз показує, площі під садіння лісу зросли, що вказує на перевагу керованих заходів відновлення у цьому році, а також демонструє

додаткові 2 га лісорозведення, які стали новим аспектом лісовідновлювальних заходів.

Порівняння даних 2020 р з 2019 та 2021 рр. (рис. 1–3), вказує, що у даному році відбувся перехід до більш інтенсивного штучного відновлення, порівняно з 2019 р., але менший за 2021 р. Також варто зазначити, що у 2020 р. площі відтворення були дещо меншими, ніж у 2021 р. На рис. 3, подано динаміку відтворення лісів у га за 2021 р.

Дана діаграма, чітко демонструє поступове зростання площі садіння. Це зростання підкреслює посилення зусиль у напрямі штучного відновлення, яке стало ключовим інструментом відновлення лісів у 2021 р.

Візуальний аналіз рис. 3, дозволяє зробити висновок, що штучне відновлення поступово витісняє природне. Також видно, що лісорозведення, незважаючи на свою незначну частку, займає важливе місце у стратегії

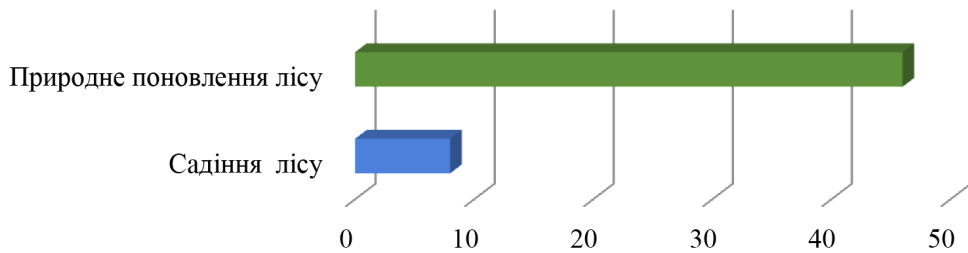


Рис. 1. Динаміка відтворення лісів у (га) за 2019 р.

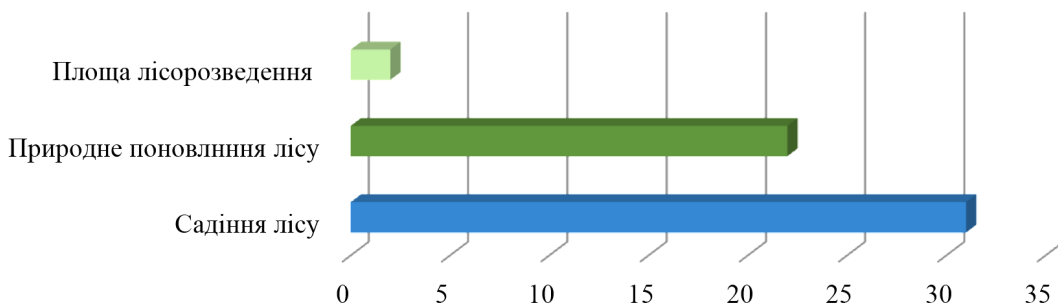


Рис. 2. Динаміка відтворення лісів у (га) за 2020 р.

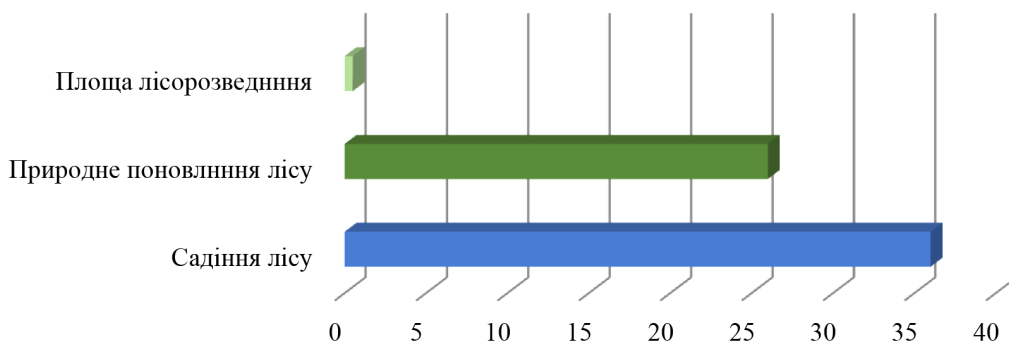


Рис. 3. Динаміка відтворення лісів у (га) за 2021 р.

лісовідновлення, що вказує на прагнення до довготривалих змін у напрямі збільшення загальної площі лісів.

Порівняння даних 2021 р. з 2019–2020 рр. (рис. 1–2), показує поступове нарощення обсягів лісовідновлення. У 2019 р. основний акцент робився на природне поновлення, тоді як у 2020 р. проявляється тенденція до збільшення штучного відновлення. У 2021 р. вона досягла свого піку, коли штучне відтворення стало основним методом відновлення лісових масивів.

Це також зумовило збільшення потреб у садивному матеріалі для штучного відновлення лісів у Звірівському лісництві, а саме для лісокультурних робіт і доповнення існуючих культур.

На рис. 4, розглянемо динаміку річних обсягів, потреб в садивному матеріалі.

Візуалізація дозволяє наочно порівняти обсяги потреб у сіянцях *Pinus sylvestris* та *Quercus robur*, підкреслюючи перевагу *P. sylvestris* як основного виду для лісовідновлювальних робіт.

Доповнення наявних культур показує досить стабільний рівень, та стійкість наявних насаджень. З даної діаграми бачимо, що лісове господарство активно підтримує відновлення лісів, надаючи перевагу адаптованим до місцевих умов видам дерев.

Особливо важливо дотримуватись правильних методів посадки лісових культур, для збереження оптимальної густоти насаджень і чергування порід, які забезпечують високу адаптацію саджанців та стійкість лісових насаджень. Такі методи, як висадка *P. sylvestris* разом із *Betula pendula* або *Q. robur*, чи *Q. robur* із *B. pendula* допомагають максимально досягти ефективності відновлення лісу і сприяють підтримці біорізноманіття (Клестов, 2004; Ємельянов, Загороднюк, Полуда, 2002).

Вибір порід для посадки залежить від особливостей, кліматичних умов та лісовідновлення. *P. sylvestris* є одним з основних видів для посадки на різних типах ґрунтів, завдяки стійкості до посухи та високій продуктивності деревини, що робить її ідеальним варіантом для лісовідновлення. Даний вид здатний швидко адаптуватися до малородючих ґрунтів, завдяки чому активно використовується в умовах, де інші види ростуть повільніше або взагалі гинуть (Стойко, 1998).

B. pendula використовується, як допоміжна порода для стабілізації лісового середовища, швидко розвивається на ранніх етапах, та є захистом для молодих саджанців, що зменшує вплив сонячного випромінювання та вітру.

На більш родючих ґрунтах, де екологічні умови сприяють кращому розвитку, замість *B. pendula*, чи *P. sylvestris* садять *Q. robur*, що є обґрунтованим, за рахунок високої екологічної та економічної цінності.

Також відстань між саджанцями, є ключовим фактором, що впливає на здоров'я і розвиток лісових культур. Для *P. sylvestris* рекомендована відстань становить 70 см, що обумовлено її здатністю до росту в щільних групах. Це знижує конкуренцію за світло й воду на початкових етапах.

B. pendula висаджують через 1 м., оскільки вона має більшу розлогу крону та потребує більше сонячного світла для оптимального розвитку, аби не конкурувати із сусідніми деревами та не створювати зайвого затінення. Це сприяє зниженню ризику захворювань, та забезпечує краще проникнення повітря і зменшення вологості, яка може спричинити грибкові інфекції.

Для *Q. robur*, оптимальна відстань між деревами становить 70 см. На такій відстані створені умови для формування більш компактної

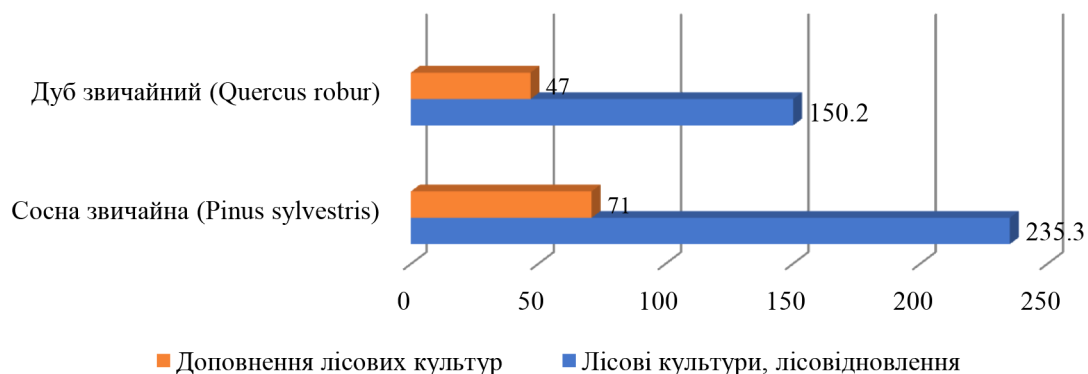


Рис. 4. Динаміка річних обсягів, потреб в садивному матеріалі (тис. сіянців)

кореневої системи, яка дозволяє ефективно використовувати поживні речовини. Дана відстань сприяє щільнішому росту, що забезпечує швидке закриття крони для створення спільного мікроклімату – це зменшує втрату вологи та захищає молоде дерево від сильного впливу погодних змін.

Чергування рядів є ефективною методикою для створення стійких лісових насаджень. Висаджують вісім рядів *P. sylvestris*, тоді два ряди *B. pendula*, або *Q. robur*. Якщо ж садять вісім рядів *Q. robur*, то з двома рядками *B. pendula*, що дозволяє зберегти біорізноманіття та захистити молоді насадження. *P. sylvestris* чи *Q. robur* виконують роль основного насадження, забезпечуючи їх стійкість та структурну однорідність.

Оптимальна ширина міжряддя – 2,5 м., що забезпечує не лише простір для розвитку корневих систем, але й дозволяє застосовувати методи обробки й догляду за насадженнями. Це надає доступ до рослин для видалення бур'янів та контролю за здоров'ям саджанців. Дані міжряддя сприяють, здоровому росту дерев, природній циркуляції повітря.

Однорічні саджанці *P. sylvestris* лише починають укорінюватися і формувати перші зв'язки із ґрунтом. На цьому етапі важливо, щоб рослини мали достатньо густоти, яка захищає їх від несприятливих умов навколишнього середовища. Однорічні саджанці *B. pendula*, зростають набагато швидше у висоту, ніж однорічні – *P. sylvestris*.

Дворічні саджанці *P. sylvestris*, активно розвивають кореневу систему і починають набирати висоту, тоді як двохрічні саджанці *B. pendula* швидко розростається в крону. Завдяки оптимальному розташуванню між деревами, рослини не конкурують за ресурси і мають достатній простір для розвитку.

Трьохрічні саджанці *P. sylvestris*, значно підрастають і починають формувати більшу густоту, що захищає нижні шари від пересихання ґрунту. *Q. robur* або *B. pendula* продовжують розвиватися, сприяючи формуванню стабільного мікроклімату, забезпечуючи існування інших рослин.

Ці методи лісовідновлення дозволяють, краще адаптувати насадження до місцевих екологічних умов і створюють основу для збереження та відновлення лісових масивів, забезпечуючи захист довкілля та стійке використання лісових ресурсів.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Звірівське лісництво демонструє успішну стратегію у відновленні лісів, але для забезпечення довгострокової стійкості потрібне подальше вдосконалення оптимізаційних заходів, таких як:

1. Вдосконалення методів вирощування саджанців, зокрема для підвищення стійкості.
2. Моніторинг біорізноманіття та оцінка впливу лісогосподарських заходів на екосистему.
3. Розвиток програм відновлення рідкісних порід дерев, що мають важливе значення для даної території.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Андрієнко Т.Л., Прядко О.І. Раритетні компоненти флори судинних рослин Українського Полісся. Фіто-різноманіття Українського Полісся та його охорона / за ред. Т.Л. Андрієнко. Київ: Фітосоціологічний центр, 2006. С. 89–122.
2. Біорізноманіття Цуманської пущі та питання його збереження / за ред. Т.Л. Андрієнко, М.Л. Клестова. Київ, 2004. 136 с.
3. Дудкін О.В. Оцінка і напрями зменшення загроз біорізноманіття України. К.: Хімджест, 2003. 255 с.
4. Ємельянов І.Г., Загороднюк І.В., Полуда А.П. Рекомендації щодо оцінки різноманіття біосистем. Київ, 2002. 45 с.
5. Мельник В.І., Савчук Л.А. Береза низька (*Betula humilis* Schrank) в Україні: монографія. Луцьк: Вежа, 2007. 136 с.
6. Раритетні фітоценози західних регіонів України (Регіональна «Зелена книга») / за ред. Стойко С.М. Львів: «Поллі», 1998. 190 с.
7. Савчук Л.А., Шулипа Р.І. «Відтворення лісів у Звірівському лісництві – шлях до збереження біорізноманіття та сталого розвитку». *Матеріали VIII Міжнародної наук – прак. конф. (14 листопада 2024 р.)*. Луцьк, 2024. С. 195–198.
8. Савчук Л.А., Шулипа Р.І. Екологічна характеристика біорізноманіття філії «Ківерцівське лісове господарство» ДП «Ліси України» (Звірівське лісництво). *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2024. №2. С. 48–54.

REFERENCES:

1. Andriienko, T.L., & Priadko, O.I. (2006). Rarytetni komponenty flory sudynnykh roslyn Ukrainckoho Polissia [Rare components of the vascular plant flora of Ukrainian Polissya]. *Fitoriznomanittia Ukrainckoho Polissia ta yoho ohorona – Phytodiversity of Ukrainian Polissya and its protection*. T.L.Andrienko (Ed.). Kyiv: “Fitosociolohichniy tsentr” [in Ukrainian].
2. Andriienko, T.L., & Klietova, M.L. (2004). Bioriznomanittia Tsumanskoi pushchi ta pytannia yoho zberezhenia [The biodiversity of the Tsumanska Pushcha and the issue of its conservation]. Kyiv [in Ukrainian].
3. Dudkin, O.V. (2003) Otsinka i napriamy zmenshenia zahroz bioriznomanittia Ukrainy [Assessment and ways to reduce threats to biodiversity in Ukraine]. Kyiv: Khimdzhest [in Ukrainian].
4. Yemelianov, I.H., Zahorodniuk, I.V., & Poluda, A.P. (2002). Rekomendatsii shchodo otsinky riznomnittia biosystem [Recommendations for assessing biodiversity]. Kyiv. [inUkrainian].
5. Melnyk, V.I. & Savchuk, L.A. (2007). Bereza nyzka (*Betula humilis* Schrank) v Ukraini [Low birch (*Betula humilis* Schrank) in Ukraine]. Lutsk: “Vezha” [in Ukrainian].
6. Stoiko, S.M. (Eds.). (1998). Rarytetni fitotsenozy zakhidnykh regioniv Ukrainy (Regionalna “Zelena knyha”) [Rare phytocoenoses of the western regions of Ukraine (Regional Green Book)]. Lviv: “Polli” [in Ukrainian].
7. Savchuk, L.A., & Shulypa, R.I. (2024). Vidtvorennia lisiv u Zvirivskomu lisnytstvi – shliakh do zberezhenia bioriznomanittia ta stalogo rozvytku [Restoration of forests in Zviriv forestry is a way to preserve biodiversity and sustainable development]. Proceedings from MIIM `24: *VIII Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia “Aktualni problem rozvytku pryrodnychych ta humanitarnuch nauk” The Eighth International Scientific and Practical Conference “Current issues in the development of natural sciences and humanities”*. (pp. 195 -198). Lutsk: VNU imeni Lesi Ukrainky [in Ukrainian].
8. Savchuk, L.A., & Shulypa, R.I. (2024). Ekologichna charakterystyka bioriznomanittia philia “Kivertsivske lisove hospodarstvo” DP “Lisy Ukrainy” (Zvirivske lisnytstvo) [Ecological characterization of biodiversity of the branch “Kivertsivske forestry” of the State Enterprise “Forests of Ukraine” (Zvirivske forestry)]. *Problemy chimii ta stalogo rozvytku – Problems of chemistry and sustainable development*, 2, 48–54 [in Ukrainian].

УДК: 628.1:614.777:504.4

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-13>

Світлана СТАНІСЛАВЧУК

завідувач лабораторії хімічного аналізу та дослідження навколишнього середовища, Західноукраїнський національний університет, вул. Львівська, 12, м. Тернопіль, Україна, 46000

ORCID: 0009-0006-1703-5527

Олександр БОНДАР

кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри екології та охорони здоров'я, Західноукраїнський національний університет, вул. Львівська 11, м. Тернопіль, Україна, 46009

ORCID: 0000-0002-3448-8943

Scopus-Author ID: 59339954000

Леонід БИЦЮРА

кандидат економічних наук в.о. завідувач кафедри екології та охорони здоров'я, Західноукраїнський національний університет, вул. Львівська 11, м. Тернопіль, Україна, 46009

ORCID: 0000-0002-9476-011X

Scopus-Author ID: 57218282188

Бібліографічний опис статті: Станіславчук, С., Бондар, О., Бицюра Л. (2024). Визначення якості питної води студентського містечка Західноукраїнського національного університету. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 4, 99–105, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-13>

ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ СТУДЕНТСЬКОГО МІСТЕЧКА ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Якість питної води є критично важливим аспектом забезпечення комфортного проживання та навчання студентів у закладах вищої освіти. У рамках дослідження якості води в студентському містечку Західноукраїнського національного університету було проведено аналіз фізико-хімічних показників води у трьох навчальних корпусах. Особливу увагу приділено концентраціям аміаку, нітритів, сульфатів та хлоридів, які можуть впливати на здоров'я споживачів.

Метою даного дослідження є оцінка якості питної води у студентському містечку Західноукраїнського національного університету шляхом аналізу фізико-хімічних та мікробіологічних показників. Зокрема, проведено визначення вмісту аміаку, нітритів, сульфатів та хлоридів, їх відповідності нормативним стандартам та ідентифікацію можливих джерел забруднення.

Дослідження здійснювалися у трьох навчальних корпусах університету протягом трьох місяців (вересень, жовтень, листопад). Для визначення вмісту аміаку застосовували методику з використанням реактиву Неслера; нітрити визначали за допомогою реактиву Грісса; сульфати – через реакцію з хлористим барієм; хлориди – титруванням розчином азотнокислого срібла з хроматом калію як індикатором. Вимірювання оптичної густини зразків виконували за допомогою спектрофотометра ULAB 102.

У дослідженні вперше здійснено комплексну оцінку якості питної води у студентському містечку Західноукраїнського національного університету, зокрема аналіз варіативності основних фізико-хімічних показників у трьох навчальних корпусах протягом осіннього періоду. Встановлено зв'язок між підвищеними концентраціями хімічних сполук (аміак, нітрити, хлориди) та можливими сезонними чи локальними джерелами забруднення.

Результати дослідження показали, що більшість хімічних показників (аміак, нітрити, сульфати, хлориди) у питній воді відповідають нормативним стандартам. Проте у деяких випадках зафіксовано підвищені концентрації аміаку (0,47 мг/л) та нітритів (0,434 мг/л) у корпусі 2, що свідчить про необхідність посиленого моніторингу. Найвищий рівень хлоридів (0,868 мг/л) також виявлено в корпусі 2, що може бути пов'язано з локальними джерелами забруднення. Загалом дослідження підтвердило важливість регулярного контролю водопостачання для мінімізації ризиків, пов'язаних із хімічним забрудненням питної води.

Ключові слова: якість питної води, фізико-хімічні показники, аміак, нітрити, сульфати, хлориди, студентське містечко, Західноукраїнський національний університет, моніторинг водопостачання, спектрофотометр, нормативні стандарти, хімічне забруднення.

Svitlana STANISLAVCHUK

Head of the Laboratory of Chemical Analysis and Environmental Research, West Ukrainian National University, 11 Lvivska str., Ternopil, Ukraine, 46000

ORCID: 0009-0006-1703-5527

Oleksandr BONDAR

PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor at the Department of Ecology and Health Protection, West Ukrainian National University, 11 Lvivska str., Ternopil, Ukraine, 46000

ORCID: 0000-0002-3448-8943

Scopus-Author ID: 59339954000

Leonid BYTSYURA

PhD in Economics, Acting Head of the Department of Ecology and Health Protection, West Ukrainian National University, 11 Lvivska str., Ternopil, Ukraine, 46000

ORCID: 0000-0002-9476-011X

Scopus-Author ID: 57218282188

To cite this article: Stanislavchuk, S., Bondar, O., Bytsyura, L. (2024). Vyznachennia yakosti pytnoi vody studentskoho mistechka Zakhidnoukrainskoho natsionalnoho universytetu [Determination of Drinking Water Quality in the Student Campus of West Ukrainian National University]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 4, 99–105. doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-13>

DETERMINATION OF DRINKING WATER QUALITY IN THE STUDENT CAMPUS OF WEST UKRAINIAN NATIONAL UNIVERSITY

Drinking water quality is a critically important aspect of ensuring comfortable living and learning conditions for students in higher education institutions. This study analyzed the physicochemical parameters of water in three educational buildings on the campus of West Ukrainian National University, with a particular focus on ammonia, nitrites, sulfates, and chlorides, which can impact consumer health.

The goal of this study was to assess the quality of drinking water in the student campus of West Ukrainian National University by analyzing its physicochemical and microbiological parameters. Specifically, the research measured concentrations of ammonia, nitrites, sulfates, and chlorides, assessed their compliance with regulatory standards, and identified potential sources of contamination.

The research was conducted in three educational buildings of the university over three months (September, October, November). Ammonia concentrations were determined using Nessler's reagent; nitrites were identified with Griess reagent; sulfates were analyzed through reaction with barium chloride, and chlorides were measured by titration with silver nitrate solution using potassium chromate as an indicator. Optical density measurements of samples were performed using a ULAB 102 spectrophotometer.

This study provides the first comprehensive assessment of drinking water quality in the student campus of West Ukrainian National University, focusing on the variability of key physicochemical parameters in three educational buildings during the autumn period. The research established a correlation between elevated concentrations of chemical compounds (ammonia, nitrites, chlorides) and possible seasonal or local sources of contamination.

The results showed that most chemical parameters (ammonia, nitrites, sulfates, chlorides) in drinking water met regulatory standards. However, elevated concentrations of ammonia (0.47 mg/L) and nitrites (0.434 mg/L) were recorded in Building 2, indicating the need for enhanced monitoring. The highest chloride level (0.868 mg/L) was also detected in Building 2, which may be associated with local contamination sources. Overall, the study highlighted the importance of regular water supply monitoring to minimize risks associated with chemical contamination of drinking water.

Key words: *drinking water quality, physicochemical parameters, ammonia, nitrites, sulfates, chlorides, student campus, West Ukrainian National University, water supply monitoring, spectrophotometer, regulatory standards, chemical contamination.*

Актуальність проблеми. Якість питної води є ключовим показником екологічного стану навколишнього середовища та важливим фактором збереження здоров'я населення. У сучасних умовах урбанізації, активного промислового

розвитку та зростання чисельності населення питання забезпечення якісною питною водою набуває особливого значення (Мокієнко, Бабієнко, Гущук, 2023). Ця проблема є особливо актуальною для студентських містечок, які

є місцем проживання великої кількості молоді, що визначає підвищені вимоги до екологічної безпеки та санітарно-гігієнічних умов.

Студентське містечко Західноукраїнського національного університету є осередком значної кількості студентів, викладачів та співробітників, для яких забезпечення якісною питною водою є важливим елементом безпечного середовища. Вода, яка використовується для пиття та приготування їжі, повинна відповідати чинним нормативним вимогам (Heaton, Henken, 1970) і бути вільною від забруднень, здатних негативно впливати на здоров'я.

У рамках цього дослідження було проведено аналіз якості питної води в студентському містечку Західноукраїнського національного університету. Особливу увагу приділено оцінці вмісту таких хімічних речовин, як аміак, нітрити, сульфати та хлориди, протягом трьох місяців (вересень, жовтень, листопад). Дослідження охоплювало визначення фізико-хімічних і мікробіологічних показників води та їх відповідності нормативним стандартам. Отримані результати сприятимуть розробці рекомендацій щодо покращення якості питної води та забезпечення екологічної безпеки студентського середовища.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Якість питної води є важливим аспектом екологічної безпеки та фактором (Zhao, Wang, Cao, Song, Wei, Zhu, 2024, Poursaeid, 2025) населення, особливо у студентських містечках, де сконцентрована значна кількість молоді. До основних показників, що використовуються для оцінки якості води, належать вміст аміаку, нітритів, сульфатів та хлоридів (Merchán, Otero, Soler, Causapé, 2014, Nyantakyi, Sarpong, Mensah, Wiafe, 2024)

Контроль цих параметрів є необхідним для запобігання негативним наслідкам, які можуть виникнути в разі споживання води, що не відповідає встановленим стандартам.

Результати досліджень у кампусі Wondo Genet в Ефіопії продемонстрували, що середній рівень сульфатів у воді становив 0,33 мг/л, а хлоридів – 53,7 мг/л (Meride, Ayenew, 2016). Дані показники знаходяться у межах, встановлених Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) для питної води.

Аналогічна відповідність стандартам була зафіксована у дослідженнях, проведених у Ханой

(В'єтнам), що підтверджує загальний прийнятний рівень сульфатів і хлоридів у питній воді студентських містечок (Hung, Cuc, Phuong, Diu, Trang, Thoa, Chinh, Hung, Linh, Long, 2020)

Щодо вмісту нітритів, у В'єтнамі було встановлено, що 3,2 % зразків перевищували допустимі норми (Tahraoui, Toumi, Boudoukhani, Touzout, Sid, Amrane, Belhadj, Hadjadj, Laichi, Aboumustapha, Kebir, Bouguettoucha, Chebli, Assadi, Zhang, 2024) що безпосередньо впливає на здоров'я

Нітрити є однією з речовин, які можуть становити серйозну загрозу здоров'ю при їх надлишковому вмісті у воді (Zhang, Love, Edwards, 2009, Yousfi, Salem, Aouadi, Abidi, 2009, Yousfi, Salem, Aouadi, Abidi, 2016). Ці відхилення вказують на можливе локальне забруднення води, що потребує додаткового моніторингу та впровадження профілактичних заходів для мінімізації ризиків.

У випадку аміаку ситуація була дещо гіршою: 5,8 % зразків води у Ханой перевищували допустимі норми вмісту цієї сполуки. Перевищення може свідчити про забруднення води під час транспортування або зберігання, що наголошує на важливості контролю всіх етапів водопостачання, починаючи від джерела до кінцевого споживача. (Alaburda, Nishihara, 1998, Kurama, Poetzschke, Haseneder, 2002, Sarwa, Thakur, Choubey, 2018).

Отже, якість питної води у студентських містечках загалом відповідає міжнародним і національним стандартам (Salari, Khanzadi, Rezaei, 2019), окремі випадки перевищення допустимих норм для таких речовин, як нітрити та аміак, вказують на необхідність посилення контролю.

Регулярний моніторинг та впровадження ефективних заходів із покращення систем водопостачання є важливими для забезпечення безпеки води, що споживається студентами та працівниками навчальних закладів.

Метою даного дослідження є оцінка якості питної води в студентському містечку Західноукраїнського національного університету на основі аналізу фізико-хімічних та мікробіологічних показників. Зокрема, дослідження передбачає визначення вмісту основних хімічних сполук (аміак, нітрити, сульфати, хлориди) у питній воді, оцінку їх відповідності нормативним стандартам та виявлення можливих джерел забруднення.

Матеріали та методика. Для визначення вмісту аміаку, нітритів, сульфатів та хлоридів у воді навчальних корпусів 1, 2, 3 здійснювалися за наступними методами.

Для визначення концентрації аміаку у зразках води застосовували методику, що базується на використанні реактиву Неслера, який дає кольорову реакцію в присутності аміаку. У кожному з двох колб наливали по 10 мл досліджуваної води, після чого додавали по 1 мл розчину виннокислого калію-натрію (KNa) та 1 мл реактиву Неслера. Суміш залишали в спокої на 10 хвилин, щоб реакція завершилася. Після цього зразки аналізували за допомогою спектрофотометра ULAB 102, який дозволяє точно визначити оптичну густину розчинів, що відповідає вмісту аміаку в досліджуваній воді.

Для визначення вмісту нітритів використовували метод із застосуванням реактиву Грісса, який вступає в реакцію з нітритами, утворюючи сполуки, що забарвлюють розчин. У дві колби наливали по 10 мл досліджуваної води, додавали кілька кристалів реактиву Грісса і ретельно перемішували вміст. Суміш залишали на 20–30 хвилин для проходження реакції, яка забезпечує розвиток характерного кольору, залежного від концентрації нітритів. Для точного вимірювання отриманого забарвлення використовували спектрофотометр ULAB 102, який дозволяє обчислити оптичну густину розчинів.

Для визначення сульфатів у зразках води застосовували процедуру, що базується на реакції з хлористим барієм. У дві пробірки наливали по 10 мл досліджуваної води, додавали 2–3 краплі розчину соляної кислоти (1 : 1), яка забезпечує необхідний рівень підкислення, та 4–5 крапель 10%-го розчину хлористого барію. Після ретельного перемішування утворювався сірий осад, характерний для наявності сульфатів у воді. Інтенсивність отриманого осаду оцінювали шляхом вимірювання оптичної густини з використанням спектрофотометра ULAB 102, що дозволяє точно встановити концентрацію сульфатів у воді.

Визначення хлоридів ґрунтувалося на їхній хімічній взаємодії з азотнокислим сріблом, у результаті якої утворюється хлористе срібло. Ця нерозчинна сполука проявляється у вигляді білої каламуті або осаду. Для проведення аналізу до 100 мл профільтрованої досліджуваної води додавали 1 мл 5%-го розчину хромату калію

(K_2CrO_4), який використовується як індикатор. Далі проводили титрування розчином азотнокислого срібла, поступово додаючи його до моменту зміни кольору з лимонно-жовтого на оранжево-жовтий. Ця зміна кольору свідчить про завершення реакції. Визначення оптичної густини виконували із застосуванням спектрофотометра ULAB 102, що дозволяє з високою точністю встановити концентрацію хлоридів у воді.

Усі проведені дослідження здійснювалися з дотриманням стандартних процедур аналізу води, що забезпечує точність та достовірність отриманих результатів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Якість питної води в студентському містечку Західноукраїнського національного університету є надзвичайно актуальним, оскільки вода є основним ресурсом для забезпечення комфортного проживання, навчання та збереження здоров'я студентів. У рамках дослідження було проведено моніторинг вмісту основних хімічних компонентів у воді трьох корпусів університету протягом трьох місяців (вересень, жовтень, листопад). Основними хімічними показниками, що аналізувалися, були концентрації аміаку, нітритів, сульфатів та хлоридів (табл. 1).

Таблиця 1

Результати аналізу якості питної води за основними хімічними показниками у корпусах студентського містечка Західноукраїнського національного університету

Місяць	Назва хімічних речовин	Корпус 1	Корпус 2	Корпус 3
Вересень	Аміак	0,429	0,375	0,47
	Нітрити	0,186	0,123	0,219
	Сульфати	0,015	0,008	0,036
	Хлориди	0,55	0,441	0,564
Жовтень	Аміак	0,52	0,297	0,388
	Нітрити	0,252	0,434	0,281
	Сульфати	0,005	0,05	0,006
	Хлориди	0,455	0,868	0,862
Листопад	Аміак	0,364	0,413	0,435
	Нітрити	0,277	0,285	0,364
	Сульфати	0,05	0,1	0,007
	Хлориди	0,495	0,432	0,407
Середнє	Аміак	0,438	0,362	0,431
	Нітрити	0,238	0,281	0,288
	Сульфати	0,023	0,053	0,016
	Хлориди	0,500	0,580	0,611

Аміак є одним із ключових показників, який відображає потенційне органічне забруднення води. За результатами дослідження, концентрація аміаку у воді корпусів університету коливалася в межах від 0,297 мг/л (жовтень, корпус 2) до 0,47 мг/л (вересень, корпус 3). Середні значення для трьох корпусів становили 0,438 мг/л, 0,362 мг/л і 0,431 мг/л відповідно для корпусів 1, 2 та 3. У вересні виявлено максимальні значення аміаку, що може свідчити про сезонний характер забруднення. Такі концентрації, хоча й знаходяться в межах нормативів, вказують на необхідність ретельного контролю, особливо в корпусі 3, де рівень аміаку був найвищим.

Нітрити є токсичними сполуками, які можуть свідчити про наявність анаеробних процесів у водопостачальній системі. Аналіз даних показав, що максимальний рівень нітритів був зафіксований у жовтні для корпусу 2 (0,434 мг/л), а мінімальний – у вересні для того ж корпусу (0,123 мг/л). Середні значення становили 0,238 мг/л (корпус 1), 0,281 мг/л (корпус 2) та 0,288 мг/л (корпус 3). Показники для жовтня вказують на підвищений ризик локального забруднення, що потребує додаткових заходів для стабілізації системи водопостачання.

Сульфати, які є природними компонентами води, можуть свідчити про вплив геохімічних умов та антропогенних джерел. Рівень сульфатів у воді корпусів студентського містечка був стабільно низьким. Найвищий показник (0,1 мг/л) спостерігався у листопаді для корпусу 2, а найнижчий (0,005 мг/л) – у жовтні для корпусу 1. Середні значення становили 0,023 мг/л, 0,053 мг/л та 0,016 мг/л для корпусів 1, 2 та 3 відповідно. Такі показники свідчать про відсутність значного антропогенного впливу або геохімічних змін, які могли б спричинити підвищення концентрації сульфатів.

Хлориди є одним із показників, який дозволяє оцінити мінералізацію води та можливість антропогенного забруднення. Концентрація хлоридів демонструвала найвищі значення серед усіх досліджуваних показників. Максимальний рівень

(0,868 мг/л) спостерігався у жовтні для корпусу 2, а мінімальний (0,407 мг/л) – у листопаді для корпусу 3. Середні значення становили 0,500 мг/л, 0,580 мг/л та 0,611 мг/л для корпусів 1, 2 та 3 відповідно. Підвищений рівень хлоридів у корпусі 2 може бути зумовлений локальними джерелами забруднення або особливостями водопостачання.

Отже, результати дослідження свідчать, що загальна якість води у студентському містечку відповідає встановленим нормативам, однак у деяких випадках спостерігалися підвищені рівні аміаку та нітритів, які потенційно можуть створювати ризики для здоров'я. Зокрема, корпус 2 потребує додаткової уваги через підвищений рівень хлоридів та значну варіативність концентрацій нітритів.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Дослідження якості питної води у студентському містечку Західноукраїнського національного університету показало, що більшість хімічних показників (аміак, нітрити, сульфати, хлориди) перебувають у межах встановлених нормативів. Проте, у деяких випадках спостерігалися підвищені концентрації, зокрема аміаку та нітритів, що потребує додаткового моніторингу та оцінки. Найбільші відхилення від середніх значень спостерігалися у корпусі 2, де зафіксовано підвищений рівень хлоридів (0,868 мг/л у жовтні) та нітритів (0,434 мг/л у жовтні).

Загальний рівень сульфатів у воді був низьким і не викликав занепокоєння. Рівень хлоридів варіював, але залишався в межах стандартів, за винятком деяких пікових значень, які можуть бути пов'язані з локальними джерелами забруднення. Результати свідчать про необхідність посилення контролю за якістю водопостачання, особливо у корпусі 2.

Перспективи подальших досліджень якості питної води в студентському містечку Західноукраїнського національного університету охоплюють комплексний підхід до аналізу, моніторингу та оптимізації систем водопостачання.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Мокієнко А. В., Бабієнко В. В., Гушук І. В. Клімат, вода та інфекції: нові виклики для півдня України на тлі старих проблем. *Public Health Journal*, 2023. № 4. С. 41–49.
2. Alaburda J., Nishihara L. Presence of nitrogen compounds in well water. *Revista de saude publica*. 1998. 32. 2. 160–5.
3. Heaton L., Henken K. Drinking-water standards. *Lancet*. 1970. 2. 7682. 1079. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(70\)90305-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(70)90305-3).

4. Hung D.V., Phuong V., Diu D., Trang N., Thoa N., Chinh D., Hung T., Linh C., Long V.N. Evaluation of Drinking Water Quality in Schools in a District Area in Hanoi, Vietnam. *Environmental Health Insights*. 2020. 14. <https://doi.org/10.1177/1178630220959672>.
5. Kurama H., Poetzschke J., Haseneder R. The application of membrane filtration for the removal of ammonium ions from potable water. *Water research*. 2002. Vol. 36. Is 11. P. 2905–2909. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(01\)00531-0](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(01)00531-0).
6. Merchán D., Otero N., Soler A., Causapé J. Main sources and processes affecting dissolved sulphates and nitrates in a small irrigated basin (Lerma Basin, Zaragoza, Spain). *Isotopic characterization, Agriculture, Ecosystems & Environment*, Vol. 195. 2014. P. 127–138. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.05.011>.
7. Meride Y., Ayenew B. Drinking water quality assessment and its effects on residents health in Wondo genet campus, Ethiopia. *Environmental Systems Research*. 2016. 5. P. 1–7. <https://doi.org/10.1186/s40068-016-0053-6>.
8. Nyantakyi J.A., Sarpong L., Mensah R.B., Wiafe S. Surface water quality assessment and probable health threats of metal exposure in the Tano South Municipality, Ahafo, Ghana. *Scientific African*. Vol. 26. 2024. e02437. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2024.e02437>.
9. Poursaeid M. Comprehensive water quality indicators modeling by environmental protection view using multi optimized weighted ensemble machine learnings. *Process Safety and Environmental Protection*. Vol. 193. 2025. P. 696–709, <https://doi.org/10.1016/j.psep.2024.11.042>.
10. Salari A., Khanzadi S., Rezaei Z. Nitrate and Nitrite Concentration in the Drinking Water of Some Universities in Iran. *J Nutrition Fasting Health*. 2020. 8(3). P. 141–144. DOI: 10.22038/jnfh.2019.42454.1212.
11. Sarwa, S., Thakur, P., Choubey, S. (2018). Assessment of water quality parameters: a review. *International Education and Research Journal*. Vol. 4. Is.11. P. 11–15.
12. Tahraoui H., Toumi S., Boudoukhani M., Touzout N., Sid A., Amrane A., Belhadj A., Hadjadj M., Laichi Y., Aboumustapha M., Kebir M., Bouguettoucha A., Chebli, D., Assadi, A., & Zhang, J. Evaluating the Effectiveness of Coagulation–Flocculation Treatment Using Aluminum Sulfate on a Polluted Surface Water Source: A Year-Long Study. *Water*. 2024. 16. 400. <https://doi.org/10.3390/w16030400>.
13. Yousfi, I., Salem, H., Aouadi, D., Abidi, S. Effect of sodium chloride, sodium sulfate or sodium nitrite in drinking water on intake, digestion, growth rate, carcass traits and meat quality of Barbarine lamb. *Small Ruminant Research*. 2016. 143. P. 43–52. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.08.013>.
14. Zhang Y., Love N., Edwards M. Nitrification in Drinking Water Systems. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 2009. 39. P. 153–208. <https://doi.org/10.1080/10643380701631739>.
15. Zhao Y., Wang Ch., Cao X., Song Sh., Wei P., Zhu G. Integrated environmental assessment of a diversion-project-type urban water source considering the risks of novel and legacy contaminants. *Science of The Total Environment*, Vol. 951. 2024. 175380. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.175380>.

REFERENCES:

1. Mokiienko, A.V., Babiienko, V.V., Hushchuk, I.V. (2023). Klimat, voda ta infektsii: novi vyklyky dlia pivdnia Ukrainy na tli starykh problem [Climate, water and infections: new challenges for the south of ukraine against the background of old problems]. *Public Health Journal*. 4. 41–49 [in Ukrainian].
2. Alaburda, J., & Nishihara, L. (1998). Presence of nitrogen compounds in well water. *Revista de saude publica*, 32. 2. C. 1–8. <https://doi.org/10.1590/S0034-8910.2013047004289>
3. Heaton, L., & Henken, K. (1970). Drinking-water standards. *Lancet*. 2. 7682. 1079. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(70\)90305-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(70)90305-3).
4. Hung, D.V., Phuong, V., Diu, D., Trang, N., Thoa, N., Chinh, D., Hung, T., Linh, C., & Long, V.N. (2020). Evaluation of Drinking Water Quality in Schools in a District Area in Hanoi, Vietnam. *Environmental Health Insights*. 14. <https://doi.org/10.1177/1178630220959672>.
5. Kurama, H., Poetzschke, J., & Haseneder, R. (2002). The application of membrane filtration for the removal of ammonium ions from potable water. *Water research*. 36. 11. 2905–2909. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(01\)00531-0](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(01)00531-0).
6. Merchán, D., Otero, N., Soler, A., & Causapé, J. (2014). Main sources and processes affecting dissolved sulphates and nitrates in a small irrigated basin (Lerma Basin, Zaragoza, Spain). *Isotopic characterization, Agriculture, Ecosystems & Environment*. 195. 127–138. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.05.011>.
7. Meride, Y., & Ayenew, B. (2016). Drinking water quality assessment and its effects on residents health in Wondo genet campus, Ethiopia. *Environmental Systems Research*. 5. 1–7. <https://doi.org/10.1186/s40068-016-0053-6>.
8. Nyantakyi, J.A., Sarpong, L., Mensah, R.B., & Wiafe, S. (2024). Surface water quality assessment and probable health threats of metal exposure in the Tano South Municipality, Ahafo, Ghana, *Scientific African*, 26, e02437, <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2024.e02437>.

9. Poursaeid, M. (2025). Comprehensive water quality indicators modeling by environmental protection view using multi optimized weighted ensemble machine learnings, *Process Safety and Environmental Protection*. 193. 2025. 696–709. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2024.11.042>.
10. Salari, A, Khanzadi, S, & Rezaei, Z. (2020). Nitrate and Nitrite Concentration in the Drinking Water of Some Universities in Iran. *J Nutrition Fasting Health*. 8(3). 141–144. <https://doi.org/10.22038/jnfh.2019.42454.1212>
11. Sarwa, S., Thakur, P., & Choubey, S. (2018). Assessment of water quality parameters: a review. *International Education and Research Journal*. 4. 11. 11–15.
12. Tahraoui, H., Toumi, S., Boudoukhani, M., Touzout, N., Sid, A., Amrane, A., Belhadj, A., Hadjadj, M., Laichi, Y., Aboumustapha, M., Kebir, M., Bouguettoucha, A., Chebli, D., Assadi, A., & Zhang, J. (2024). Evaluating the Effectiveness of Coagulation–Flocculation Treatment Using Aluminum Sulfate on a Polluted Surface Water Source: A Year-Long Study. *Water*. 16. 400. <https://doi.org/10.3390/w16030400>.
13. Yousfi, I., Salem, H., Aouadi, D., & Abidi, S. (2016). Effect of sodium chloride, sodium sulfate or sodium nitrite in drinking water on intake, digestion, growth rate, carcass traits and meat quality of Barbarine lamb. *Small Ruminant Research*. 143. 43–52. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.08.013>.
14. Zhang, Y., Love, N., & Edwards, M. (2009). Nitrification in Drinking Water Systems. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 39. 153–208. <https://doi.org/10.1080/10643380701631739>.
15. Zhao, Y., Wang, Ch., Cao, X., Song, Sh., Wei, P., & Zhu, G. (2024). Integrated environmental assessment of a diversion-project-type urban water source considering the risks of novel and legacy contaminants. *Science of The Total Environment*. 951. 175380. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.175380>

ОСВІТНІ, ПЕДАГОГІЧНІ НАУКИ. ПРОФЕСІЙНА ОСВІТА

УДК 378.04:005.95:37]:[005.336.2:005.915

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-14>

Олег ГРИНЬ

аспірант, Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г.Короленка, вул. Острорадського, 2, м. Полтава, Україна, 36000

ORCID: 0009-0001-1712-4267

Бібліографічний опис статті: Гринь, О. (2024). Моделювання педагогічних умов для розвитку фінансової грамотності у майбутніх керівників закладів середньої освіти. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 4, 106–117, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-14>

МОДЕЛЮВАННЯ ПЕДАГОГІЧНИХ УМОВ ДЛЯ РОЗВИТКУ ФІНАНСОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ У МАЙБУТНІХ КЕРІВНИКІВ ЗАКЛАДІВ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

У статті розглядаються педагогічні умови, що сприяють розвитку фінансової компетентності у майбутніх керівників закладів середньої освіти. Акцентовано увагу на важливості формування фінансової грамотності як складової професійної підготовки майбутніх освітніх менеджерів. У роботі окреслено основні напрямки, за якими можна створити ефективні педагогічні умови для розвитку фінансових навичок у студентів, зокрема через інтерактивні методи навчання, включаючи кейс-метод, симуляційні ігри та використання сучасних інформаційних технологій. Також підкреслено значення розробки спеціалізованих навчальних програм, які відповідають потребам управлінців освітніми закладами та враховують реалії фінансової діяльності в умовах сучасних економічних змін.

Значну роль у формуванні фінансової компетентності майбутніх керівників відіграє застосування сучасних цифрових інструментів і програмного забезпечення для моделювання фінансових процесів. Такий підхід дозволяє студентам на практиці освоїти ключові аспекти фінансового управління, зокрема планування та прогнозування бюджету закладу, ефективне розподілення фінансових ресурсів, а також аналіз витрат.

Стаття висвітлює значення мультимедійних ресурсів та онлайн-курсів як елементів навчальної діяльності, що дозволяють майбутнім керівникам закладів освіти здобувати актуальні знання та навички в реальному часі. Крім того, розглянуто необхідність застосування інтерактивних підходів для активного залучення студентів до навчального процесу, що підвищує рівень їхньої мотивації та здатність до практичного застосування знань у фінансовому управлінні.

Моделювання педагогічних умов, які сприяють розвитку фінансової компетентності, є важливим етапом у підготовці ефективних керівників для закладів освіти, що здатні адаптуватися до економічних викликів і забезпечувати фінансову стійкість організацій у складних умовах. У статті окреслено ключові педагогічні інструменти та методи, що сприяють цілісному підходу до розвитку фінансової компетентності, що в свою чергу забезпечує сталий розвиток освітніх установ в умовах змінної економічної ситуації.

Ключові слова: фінансова компетентність, керівники закладів освіти, педагогічні умови, моделювання, освітні менеджери, фінансова грамотність, інтерактивні методи навчання, кейс-метод, цифрові інструменти, фінансове управління, професійна підготовка, фінансова стійкість, навчальні програми.

Oleh HRYN

Postgraduate Student, Poltava V.G.Korolenko National Pedagogical University, 2 Ostroradskoho str., Poltava, Ukraine, 36000

ORCID: 0009-0001-1712-4267

To cite this article: Hryn, O. (2024). Modeliuvannia pedahohichnykh umov dlia rozvytku finansovoi hramotnosti u maibutnykh kerivnykiv zakladiv serednoi osvity [Modelling pedagogical conditions for the development of financial literacy in future leaders of secondary educational institutions]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 4, 106–117, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-14>

MODELLING PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR THE DEVELOPMENT OF FINANCIAL COMPETENCE IN FUTURE MANAGERS OF SECONDARY EDUCATION INSTITUTIONS

The article deals with the pedagogical conditions that contribute to the development of financial competence in future managers of secondary education institutions. Attention is focused on the importance of forming financial literacy as a component of the professional training of future educational managers. The paper outlines the main directions in which effective pedagogical conditions can be created for the development of financial skills in students, in particular through interactive teaching methods, including the case method, simulation games and the use of modern information technologies. The article also emphasises the importance of developing specialised curricula that meet the needs of managers of educational institutions and take into account the realities of financial activity in the context of modern economic changes.

The use of modern digital tools and software for modelling financial processes plays a significant role in the formation of financial competence of future managers. This approach allows students to master the key aspects of financial management, including planning and forecasting of the institution's budget, efficient allocation of financial resources, and cost analysis.

The article highlights the importance of multimedia resources and online courses as elements of learning activities that allow future managers of educational institutions to acquire relevant knowledge and skills in real time. In addition, the necessity of using interactive approaches to actively involve students in the learning process, which increases their motivation and ability to apply knowledge in financial management, is considered.

Modelling pedagogical conditions that promote the development of financial competence is an important step in training effective managers for educational institutions that are able to adapt to economic challenges and ensure the financial sustainability of organisations in difficult conditions. The article outlines the key pedagogical tools and methods that promote a holistic approach to the development of financial competence, which in turn ensures the sustainable development of educational institutions in a changing economic situation.

Key words: *financial competence, heads of educational institutions, pedagogical conditions, modelling, educational managers, financial literacy, interactive teaching methods, case method, digital tools, financial management, professional training, financial sustainability, curricula.*

Актуальність проблеми. Формування фінансової компетентності у майбутніх керівників закладів середньої освіти зумовлена сучасними вимогами до професійної підготовки освітніх менеджерів. У зв'язку з динамічними змінами в економічному середовищі, необхідністю оптимізації ресурсів та ефективного управління бюджетами освітніх установ, фінансова грамотність стає ключовою складовою їхньої діяльності. Керівники закладів освіти повинні володіти знаннями і навичками для стратегічного фінансового планування, ефективного розподілу фінансових ресурсів та забезпечення фінансової стійкості організації.

В умовах економічної нестабільності та змінюваних державних стандартів, керівники освітніх закладів повинні мати спроможність швидко адаптуватися до нових умов фінансування, зокрема через впровадження інноваційних підходів до управління фінансами. Зважаючи на ці фактори, важливою є задача розробки та впровадження педагогічних умов, які забезпечать розвиток фінансової компетентності у майбутніх керівників, сприятимуть формуванню у них професійних навичок та вмінь для ефективного управління фінансами в умовах сучасних освітніх реалій. Тому проблема

формування фінансової грамотності у освітніх менеджерів є надзвичайно актуальною в контексті підготовки фахівців, які здатні ефективно управляти освітніми процесами і забезпечувати сталий розвиток закладів освіти.

Актуальність цієї проблеми також підсилюється необхідністю підготовки керівників освітніх закладів, які будуть здатні вирішувати завдання, пов'язані з оптимізацією фінансових потоків, плануванням бюджетів, аналізом фінансових ризиків та прогнозуванням результатів діяльності освітніх установ. В умовах реформи освіти та фінансових трансформацій, ефективне управління фінансами є основою для забезпечення якості та доступності освіти. Керівники повинні володіти достатніми знаннями, щоб керувати освітніми закладами з урахуванням економічних і фінансових вимог, зміцнювати фінансову стійкість організацій та забезпечувати їх сталий розвиток.

Оскільки фінансова компетентність не є лише набором теоретичних знань, але й включає практичні навички, важливою є реалізація інтерактивних педагогічних технологій, які дозволяють студентам освітніх управлінських програм на практиці вивчати методи фінансового аналізу, бюджетування та контролю. Таким

чином, удосконалення педагогічних умов для розвитку фінансової грамотності стане основою для підготовки ефективних керівників, здатних адаптуватися до швидких змін і вирішувати складні фінансові задачі у сфері освіти.

З огляду на це, проблема формування фінансової компетентності у майбутніх керівників закладів середньої освіти є не лише актуальною, але й стратегічно важливою для забезпечення високої якості освітнього процесу та успішного функціонування освітніх організацій у сучасних умовах. Тому розробка педагогічних умов для розвитку фінансової компетентності є пріоритетним завданням для вдосконалення системи підготовки освітніх менеджерів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про зростаючу увагу до питання формування фінансової компетентності у майбутніх керівників закладів середньої освіти в контексті модернізації управлінської освіти. У останні роки спостерігається значний інтерес до теми інтеграції фінансової грамотності в освітні програми для майбутніх керівників, зокрема в управлінській освіті.

Зокрема, науковці та практики вказують на важливість включення фінансової компетентності до програм підготовки управлінців в освіті, що підтверджується публікаціями таких дослідників, як Савченко та Ткаченко (2021), які наголошують на необхідності розвитку фінансової грамотності у контексті освітнього менеджменту. У їхніх роботах розглядаються моделі фінансової підготовки майбутніх керівників, що включають теоретичні основи фінансової грамотності та практичні підходи до її застосування в освітніх установах.

Інші дослідники, зокрема, Петренко та Левченко (2020), вивчають використання інтерактивних методів у навчанні фінансової грамотності, таких як кейс-метод, тренінги та симуляційні ігри, які забезпечують глибше розуміння студентами фінансових процесів і реалій, з якими вони зіштовхнуться під час управлінської діяльності. Вони підкреслюють важливість впровадження цифрових інструментів та онлайн-курсів для формування навичок фінансового управління, що дозволяє майбутнім керівникам отримувати практичний досвід безпосередньо в умовах реального фінансового середовища.

Роботи таких дослідників, як Іванова та Коваль (2019), також аналізують важливість фінансової

компетентності для успішного функціонування освітніх установ у мінливих економічних умовах. Вони звертають увагу на те, що керівники закладів освіти повинні володіти здатністю ефективно розпоряджатися ресурсами, планувати та контролювати бюджети, а також орієнтуватися у фінансових аспектах освітніх реформ.

Публікації останніх років також зосереджуються на розробці нових моделей підготовки керівників закладів освіти, в яких фінансова компетентність є однією з ключових складових. Зокрема, в роботах дослідників, таких як Єфремова та Романова (2022), пропонуються стратегії для інтеграції фінансових знань у програми управлінської освіти, що включають комбіновані підходи до навчання – теоретичні курси, тренінги, практичні заняття та використання інноваційних технологій.

Таким чином, останні дослідження підтверджують актуальність питання формування фінансової компетентності у майбутніх керівників освітніх закладів і вказують на різноманітність підходів та методів, які можуть бути застосовані в навчальному процесі для досягнення цієї мети. Тенденції розвитку педагогічних умов для навчання фінансової грамотності сприяють створенню ефективних освітніх програм, що відповідають вимогам сучасних реалій фінансового управління в сфері освіти.

Зокрема, важливим аспектом є дослідження застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у навчанні фінансової компетентності. Наприклад, у роботах Коваленко та Шевченко (2021) детально розглядається роль цифрових платформ та інтерактивних інструментів, таких як онлайн-симуляції та фінансові тренажери, які допомагають студентам набувати практичних навичок у плануванні бюджетів, фінансовому аналізі та прогнозуванні. Це дозволяє майбутнім керівникам освітніх установ не лише теоретично освоїти фінансові концепції, але й застосовувати їх у реальних ситуаціях, що наближає процес навчання до реального професійного середовища.

Роботи, присвячені інтерактивним методам, також акцентують увагу на важливості розвитку критичного мислення та прийняття управлінських рішень у контексті фінансових викликів, що виникають у процесі управління освітнім закладом. Важливу роль у цьому відіграють методи кейс-стаді, аналізу реальних фінансових

ситуацій, створення проектів і презентацій, що дозволяють студентам моделювати сценарії управлінських ситуацій та знаходити оптимальні фінансові рішення. Дослідження Сидоренко та Іванова (2022) підкреслюють, що застосування кейс-методу у навчанні керівників є ефективним засобом розвитку не лише практичних фінансових навичок, але й лідерських та управлінських якостей, які є невід'ємною частиною професійної підготовки освітніх менеджерів.

Окрему увагу також заслуговують роботи, які вивчають роль міждисциплінарного підходу у формуванні фінансової компетентності. Це включає інтеграцію економічних та управлінських дисциплін у навчальні програми, що дозволяє студентам отримати всебічні знання про фінансові механізми в освітніх установах, економічні процеси та взаємозв'язок з державним фінансуванням, а також зростанням вимог до фінансової прозорості та ефективності використання ресурсів. За словами Литвиненко та Григорової (2020), міждисциплінарний підхід не тільки сприяє формуванню глибокого розуміння фінансових аспектів, але й дозволяє майбутнім керівникам бути більш адаптованими до швидких змін, що відбуваються в економіці та в системі освіти.

Таким чином, сучасні наукові дослідження підтверджують важливість і актуальність питання розвитку фінансової компетентності у майбутніх керівників закладів середньої освіти. Вони демонструють багатогранність підходів і методів, що використовуються для інтеграції фінансових знань в процес підготовки освітніх менеджерів, а також необхідність удосконалення навчальних програм, включення новітніх технологій та міждисциплінарних підходів у підготовку фахівців. Дослідження в цій галузі відкривають нові можливості для створення ефективних педагогічних умов, які сприятимуть розвитку фінансової компетентності у майбутніх керівників освітніх закладів і тим самим забезпечать сталий розвиток системи освіти в умовах сучасних економічних викликів.

Метою роботи є розробка та обґрунтування педагогічних умов для ефективного розвитку фінансової компетентності у майбутніх керівників закладів середньої освіти, що сприятиме підвищенню їх здатності приймати обґрунтовані фінансові рішення, забезпечувати ефективне управління ресурсами закладу та забезпечувати

фінансову стабільність освітнього процесу. Відповідно до цієї мети, робота передбачає визначення ключових педагогічних умов, методичних підходів та інструментів для формування фінансової компетентності, а також розробку рекомендацій щодо їх впровадження у навчальний процес підготовки керівників освітніх установ.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Основний матеріал дослідження присвячений аналізу педагогічних умов, що сприяють розвитку фінансової компетентності у майбутніх керівників закладів середньої освіти. Розглядаються основні підходи до формування фінансової компетентності, а також роль навчальних програм і методичних інструментів, які сприяють підвищенню рівня фінансової грамотності у майбутніх керівників освітніх установ.

Одним із важливих аспектів є визначення структури фінансової компетентності, яка включає знання основних фінансових принципів, здатність до аналізу фінансової інформації, управління фінансами та планування бюджету на рівні закладу освіти. Формування цих знань і навичок є необхідним для майбутніх освітніх менеджерів, оскільки від їхнього уміння ефективно керувати фінансовими ресурсами залежить стабільність та розвиток навчальних закладів.

У процесі дослідження були проаналізовані різні педагогічні підходи, що можуть сприяти розвитку фінансової компетентності. Одним із таких підходів є інтерактивне навчання, яке включає використання кейс-методів, бізнес-симуляцій та рольових ігор. Ці методи дозволяють студентам не лише отримувати теоретичні знання з фінансів, але й застосовувати їх у практичних ситуаціях, набуваючи досвіду у прийнятті фінансових рішень у реальних умовах.

Ще одним важливим елементом педагогічних умов є інтеграція фінансової грамотності в різні дисципліни навчальних програм. Це дозволяє студентам зрозуміти важливість фінансів для ефективного управління освітнім закладом і дає змогу розвивати їхні навички в галузі фінансового планування, бюджетування, а також управління ризиками. Зокрема, з метою інтеграції фінансової компетентності в навчальний процес доцільно використовувати міждисциплінарний підхід, що поєднує знання з економіки, управління, права та психології.

Важливу роль у розвитку фінансової компетентності відіграє впровадження сучасних

інформаційних технологій у навчальний процес. Вебінари, онлайн-курси, фінансові тренажери та інші цифрові інструменти дозволяють студентам отримувати доступ до актуальних матеріалів, взаємодіяти з фахівцями в режимі реального часу, а також отримувати практичні навички роботи з фінансовими інструментами.

Також важливим фактором є формування у студентів критичного мислення та здатності до самооцінки своїх фінансових рішень. Це включає розгляд теоретичних аспектів фінансової діяльності в умовах змінюваного економічного середовища, навчання на прикладах успішних і неуспішних фінансових практик з різних освітніх закладів. Цей підхід дозволяє майбутнім керівникам закладів освіти приймати обґрунтовані рішення, враховуючи як фінансові, так і соціальні аспекти своєї діяльності.

Усі ці педагогічні умови вимагають підтримки з боку освітніх установ, включаючи оновлення навчальних програм, підвищення кваліфікації викладачів, впровадження новітніх технологій навчання та створення сприятливого середовища для розвитку фінансової компетентності студентів. Важливо, щоб навчальні заклади сприяли розвитку навичок фінансового управління не лише на теоретичному рівні, а й у практичній площині, що є важливим для подальшої діяльності майбутніх керівників закладів освіти.

Дослідження розглядає конкретні стратегії і методи, які можуть бути застосовані для інтеграції фінансової компетентності у процес підготовки майбутніх керівників закладів середньої освіти. Одним із таких методів є використання проектного навчання, яке передбачає залучення студентів до розробки і впровадження реальних фінансових проектів для освітніх закладів. Це дозволяє студентам не лише отримати знання про фінансові інструменти, але й розвивати навички стратегічного мислення та планування на практиці.

Проектне навчання забезпечує глибше розуміння фінансових процесів через створення умов для вирішення реальних проблем закладів освіти. Наприклад, студенти можуть бути залучені до розробки бюджетів для шкіл, планування фінансових стратегій, а також до розрахунку економічної ефективності різних освітніх програм чи проектів. Завдяки такому підходу майбутні керівники закладів освіти не

лише набувають теоретичних знань, але й практичного досвіду у фінансовому управлінні.

Важливим компонентом формування фінансової компетентності є розвиток навичок фінансової оцінки та моніторингу результативності освітніх програм і проектів. Це передбачає вміння оцінювати ефективність використання бюджетних коштів, здійснювати фінансові аналізи та розробляти стратегії для оптимізації витрат. Важливою складовою є також навчання управлінню ризиками, яке дозволяє керівникам закладів освіти передбачати потенційні фінансові проблеми та знаходити шляхи їх мінімізації.

Завдяки впровадженню різних методів навчання та інтеграції фінансової грамотності у всі етапи підготовки майбутніх керівників закладів освіти, можна створити цілісну систему, що дозволить майбутнім менеджерам успішно справлятися з фінансовими викликами, які постають перед освітніми закладами. Така система має сприяти формуванню критичного і системного підходу до фінансового управління в умовах сучасних змін у державній політиці та економічному середовищі.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вивчення впливу таких методів і підходів на рівень фінансової компетентності студентів в різних навчальних закладах, а також на аналіз ефективності впровадження таких програм у різних регіонах. Важливою є також оцінка того, як ці педагогічні умови допомагають студентам адаптуватися до реальних умов управління фінансами в освітніх установах, зокрема у контексті фінансових криз або змін у державному бюджетуванні.

В наслідок цього, моделювання педагогічних умов для розвитку фінансової компетентності у майбутніх керівників закладів середньої освіти є важливим етапом у підготовці висококваліфікованих професіоналів, здатних ефективно управляти фінансовими ресурсами та забезпечувати стійкість і розвиток освітніх установ. Впровадження таких педагогічних умов створює передумови для підвищення якості освіти, а також для підвищення соціально-економічного статусу освітніх закладів в умовах глобалізації та економічних викликів.

Одним з важливих кроків є оцінка результатів впровадження педагогічних умов для розвитку фінансової компетентності майбутніх керівників закладів середньої освіти в реальних

умовах. Це може бути досягнуто через систематичний моніторинг та аналіз досягнень студентів на всіх етапах навчального процесу. Такі дослідження дозволяють виявити сильні та слабкі сторони існуючих методик і підходів, а також допомагають адаптувати їх для забезпечення високої ефективності навчання.

Моніторинг має включати не тільки академічні результати, але й практичні навички, які студенти набувають під час реалізації проєктів, виконання практичних завдань, а також взаємодії з реальними фінансовими проблемами освітніх закладів. Такий підхід дозволить визначити ступінь готовності майбутніх керівників до реальних фінансових викликів і забезпечить можливість коригування педагогічних умов з урахуванням потреб освітніх установ.

Перспективні напрямки включають інтеграцію технологій в навчальному процесі, зокрема використання цифрових інструментів для фінансового моделювання та планування. Ці інструменти можуть суттєво полегшити процес управління фінансами, дозволяючи майбутнім керівникам освітніх закладів створювати прогнози, аналізувати дані та приймати рішення на основі чітких і обґрунтованих фінансових показників. Впровадження сучасних технологій допомагає зробити процес навчання більш інтерактивним, зручним і доступним, а також дозволяє студентам отримати навички, які вони можуть застосовувати в реальному управлінському процесі.

Окрім того, не можна залишати без уваги роль міждисциплінарних зв'язків у навчанні фінансової грамотності. Залучення до навчального процесу фахівців з різних галузей, таких як економіка, право та управління, допомагає створити більш комплексний підхід до розвитку фінансової компетентності майбутніх керівників. Така міждисциплінарність дозволяє краще розуміти не тільки фінансові процеси, але й правові та економічні аспекти, які супроводжують фінансову діяльність в освітніх установах.

І, зрештою, важливо звернути увагу на постійне оновлення змісту програми підготовки керівників закладів середньої освіти, оскільки фінансове середовище та освітня політика змінюються з часом. Зміни в державному фінансуванні, нові вимоги до фінансової звітності, а також нові економічні умови вимагають від освітніх керівників гнучкості та здатності

швидко адаптуватися до нових викликів. Тому освітні програми повинні регулярно оновлюватися, щоб забезпечити актуальність та ефективність навчання.

Таким чином, забезпечення високого рівня фінансової компетентності майбутніх керівників закладів середньої освіти через моделювання педагогічних умов, використання сучасних методів навчання та інтеграцію новітніх технологій є необхідною умовою для підготовки ефективних лідерів освітніх установ, здатних успішно справлятися з фінансовими викликами та забезпечувати сталий розвиток своїх закладів.

Для того, щоб забезпечити повноцінне формування фінансової компетентності у майбутніх керівників закладів середньої освіти, необхідно також звернути увагу на значення практичного досвіду. Це передбачає створення реалістичних навчальних ситуацій, у яких студенти можуть безпосередньо стикатися з фінансовими проблемами реальних освітніх установ. Важливо, щоб у навчальному процесі були передбачені ситуації для розв'язання проблемних кейсів, що дає можливість студентам не лише теоретично опанувати фінансові стратегії, а й застосовувати їх у реальних умовах.

Особливо важливою є роль наставництва та практичних тренінгів у формуванні фінансової компетентності. Запрошення досвідчених фінансових консультантів, керівників освітніх установ, економістів або інших фахівців для проведення майстер-класів, практичних занять і тренінгів дозволяє студентам отримати реальне уявлення про управління фінансами в сфері освіти. Такий досвід надає можливість не тільки ознайомитися з реальними фінансовими інструментами, але й розвивати аналітичне мислення та критичне сприйняття інформації, необхідне для ухвалення обґрунтованих фінансових рішень.

Вагоме значення в навчанні фінансової компетентності має й розвиток навичок управління ризиками, оскільки фінансова діяльність завжди пов'язана з певними економічними та соціальними ризиками. Формування вміння оцінювати ці ризики та обирати оптимальні шляхи їх зменшення є важливим елементом підготовки керівників освітніх закладів. Це дозволить їм не лише ефективно управляти ресурсами закладів, але й забезпечити фінансову стабільність в умовах економічної невизначеності.

Як показує дослідження важливим є розвиток навичок стратегічного планування фінансів, оскільки ефективно управління бюджетами та ресурсами вимагає стратегічного підходу, який враховує майбутні потреби та можливості закладів освіти. Моделювання перспективних фінансових планів, обґрунтування інвестицій, прогнозування витрат та доходів повинні стати невід'ємною частиною навчання. Це дозволить керівникам здобути навички для прийняття рішень, які сприятимуть довгостроковому розвитку та підвищенню якості освітніх послуг.

Отже, для забезпечення високої фінансової грамотності майбутніх керівників закладів середньої освіти є важливим компонентом їхньої підготовки до ефективного управління освітніми установами в умовах сучасних економічних викликів. Моделювання педагогічних умов для розвитку фінансової компетентності, використання інтерактивних методів навчання, створення можливостей для практичного застосування знань і навичок є запорукою формування кваліфікованих керівників, які зможуть ефективно організувати фінансову діяльність у своїх закладах, забезпечуючи високий рівень освіти та сталий розвиток організацій.

Важливою складовою моделювання педагогічних умов для розвитку фінансової компетентності є інтеграція фінансових дисциплін з іншими аспектами управління освітніми закладами, такими як управління персоналом, організаційний розвиток, стратегічне планування та інші. Таке поєднання забезпечить не лише базові фінансові знання, але й розвине у майбутніх керівників здатність застосовувати ці знання в контексті управлінських функцій, зокрема для оптимізації ресурсів, управління змінами та адаптації до зовнішніх викликів.

Водночас, необхідно відзначити необхідність розвитку емоційного інтелекту керівників закладів освіти, що дозволить їм ефективно комунікувати з педагогічними колективами, батьками, учнями та іншими стейкхолдерами, а також приймати складні фінансові рішення в умовах стресу або невизначеності. Фінансова компетентність майбутніх керівників освітніх закладів повинна включати не лише технічні навички управління коштами, але й здатність до стратегічного прогнозування, оцінки ризиків та створення умов для фінансової стабільності в межах організації.

Крім того, враховуючи високий рівень цифровізації у сфері освіти та управління, важливо інтегрувати цифрові технології та інструменти для фінансового планування, моніторингу та аналізу в навчальний процес. Це дасть змогу майбутнім керівникам закладів освіти освоїти сучасні цифрові фінансові інструменти, які активно використовуються у практиці управління навчальними закладами для оптимізації витрат, прогнозування доходів і побудови ефективно фінансової стратегії.

Отже, для розвитку фінансової компетентності майбутніх керівників закладів середньої освіти необхідно створити цілісну, інтегровану систему навчання, яка поєднує теоретичні знання з практичним досвідом, сприяє розвитку ключових управлінських навичок і забезпечує студентів необхідними інструментами для реалізації фінансових стратегій в умовах змінюваного освітнього середовища. Такий підхід дозволить сформувати освічених, компетентних та адаптивних лідерів, здатних ефективно управляти фінансами в освітніх закладах і забезпечувати їхній сталий розвиток у майбутньому.

Подальший розвиток фінансової компетентності у майбутніх керівників закладів середньої освіти вимагає інтеграції інноваційних підходів до навчання та використання сучасних педагогічних технологій, що дозволяють інтерактивно взаємодіяти зі студентами та мотивувати їх до активної участі в процесі навчання. Це включає в себе не лише традиційні методи, а й сучасні підходи, зокрема використання кейс-методів, симуляційних ігор, онлайн-платформ для фінансових тренінгів і управлінських симуляцій, що надають студентам реальний досвід прийняття фінансових рішень в умовах невизначеності.

Враховуючи динамічний розвиток технологій та зміну умов роботи в освітніх закладах, майбутнім керівникам потрібно навчитися ефективно управляти фінансовими потоками, враховуючи як державні, так і місцеві бюджети, фонди та благодійні кошти. Для цього важливо розвивати навички стратегічного планування фінансів, здатність прогнозувати економічні тенденції та визначати пріоритети для розподілу обмежених ресурсів. Особливо важливою є підготовка до роботи з фінансовими інструментами, такими як гранти та інвестиції, які мають значний вплив на розвиток освітніх установ.

Майбутнім керівникам необхідно також набути практичних навичок у роботі з фінансовими звітами, балансами, бюджетами та іншими фінансовими документами, що дозволяють ефективно контролювати витрати та доходи. У процесі навчання потрібно застосовувати як традиційні, так і інноваційні методи викладання, що сприяють глибшому розумінню фінансових аспектів управлінської діяльності та підвищують рівень фінансової грамотності студентів.

Також важливим є розуміння майбутніми керівниками принципів сталого розвитку та соціальної відповідальності в освітньому процесі, адже фінансова компетентність має враховувати не лише економічні, але й соціальні аспекти. Керівники повинні мати навички ефективного управління ресурсами з урахуванням екологічних, соціальних і етичних стандартів, що дозволить забезпечити сталий розвиток освітніх установ та покращити умови для їхніх учнів.

В наслідок цього, моделювання педагогічних умов для розвитку фінансової компетентності у майбутніх керівників закладів середньої освіти потребує комплексного підходу, який включає інтеграцію теоретичних знань і практичних навичок, розвиток ключових управлінських компетенцій, використання сучасних педагогічних технологій, а також врахування змінюваних умов економічного та освітнього середовища. Тільки таким чином можна забезпечити формування висококваліфікованих лідерів, здатних ефективно управляти фінансами в освітніх установах, що, у свою чергу, сприятиме підвищенню якості освіти і сталому розвитку закладів середньої освіти в майбутньому.

Подальше удосконалення педагогічних умов для розвитку фінансової компетентності у майбутніх керівників закладів середньої освіти повинно враховувати постійні зміни у законодавстві, фінансових та управлінських підходах в освіті. Важливою складовою є забезпечення постійної актуалізації навчальних програм, які відповідають новітнім тенденціям у галузі фінансів і управління. Для цього необхідно залучати фахівців-практиків, які мають досвід роботи в освітньому управлінні та фінансах, а також використовувати сучасні дослідження у цій галузі.

Одним з аспектів, який варто враховувати в моделюванні педагогічних умов, є розвиток стратегічного мислення у майбутніх керівників закладів освіти. Вони повинні мати здатність

аналізувати фінансові ризики, оцінювати ефективність фінансових рішень та впливати на стратегічні цілі розвитку закладу. Окрім цього, майбутні керівники повинні оволодіти методами бюджетування, планування витрат і доходів, що дозволяють забезпечити сталий розвиток організації в умовах обмежених ресурсів.

Завданням освітнього процесу є також формування навичок лідерства у фінансовій сфері, здатності керувати фінансами на рівні закладу освіти, враховуючи специфіку національних і місцевих умов, а також особливості організаційної структури навчального закладу. Фінансова компетентність, яка охоплює як стратегічне управління, так і оперативне прийняття рішень, повинна бути інтегрована в загальний процес управління закладом освіти, що дозволить підвищити ефективність освітнього процесу, використання ресурсів і організаційну стабільність.

У контексті сучасних вимог до фінансової освіти, надзвичайно важливо зосередити увагу на розвитку емоційного інтелекту керівників закладів освіти, оскільки саме емоційно інтелектуальні навички допомагають ефективно взаємодіяти з колективом, забезпечувати мотивацію педагогічних працівників та залучати їх до спільної роботи щодо реалізації фінансових стратегій. Фінансова компетентність майбутнього керівника повинна включати елементи комунікації, лідерства та управління змінами в умовах нестабільних фінансових ситуацій.

Крім того, важливим є розвиток у майбутніх керівників закладів освіти здатності до прийняття відповідальних рішень у критичних ситуаціях, що виникають у процесі фінансового планування та управління. Зміни в економічній ситуації, нові державні програми фінансування освіти, проблеми з бюджетними скороченнями – все це вимагає від керівників уміння приймати оптимальні фінансові рішення, не лише орієнтуючись на поточні умови, але й прогнозуючи майбутні зміни.

Після проведеного дослідження ми бачимо, що моделювання педагогічних умов для розвитку фінансової компетентності у майбутніх керівників закладів середньої освіти є важливим етапом підготовки сучасних освітніх лідерів, здатних адаптуватися до змінюваного фінансового середовища та ефективно управляти ресурсами своїх установ. Забезпечення високого рівня фінансової компетентності допоможе

майбутнім керівникам закладів середньої освіти приймати обґрунтовані рішення, ефективно управляти ресурсами та забезпечити сталий розвиток закладів у складних умовах економічної та соціальної трансформації.

У подальшому, для забезпечення ефективної реалізації моделі педагогічних умов розвитку фінансової компетентності у майбутніх керівників закладів середньої освіти, необхідно акцентувати увагу на постійній професійній підтримці та розвитку педагогічних кадрів. Це включає в себе регулярні курси підвищення кваліфікації, обмін досвідом, участь у спеціалізованих семінарах та тренінгах, що дозволяють керівникам бути в курсі новітніх фінансових практик, змін у законодавстві та економічних умовах.

Додатково, важливим аспектом є інтеграція теоретичних знань з практичним досвідом. Для цього можна використовувати такі методи як кейс-метод, бізнес-симуляції, ролеві ігри, які дозволяють майбутнім керівникам навчитися приймати рішення в реальних умовах. Використання цих методів допомагає не тільки теоретично освоїти фінансові концепції, але й сформулювати необхідні практичні навички управління фінансами на рівні освітніх установ.

Значну роль у розвитку фінансової компетентності відіграє також використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Застосування сучасних фінансових програм та онлайн-ресурсів дозволяє майбутнім керівникам ефективно працювати з фінансовими даними, здійснювати аналіз витрат, доходів та бюджетування, а також отримувати оперативну інформацію про зміни в законодавстві та фінансовій політиці на національному та місцевому рівнях. Це дозволяє підвищити рівень управлінської культури та сприяє зростанню ефективності роботи всього закладу освіти.

Крім того, важливо створювати умови для розвитку фінансової самостійності майбутніх керівників, щоб вони могли впроваджувати фінансові стратегії, розв'язувати складні фінансові задачі та здійснювати бюджетне планування незалежно від зовнішніх змін. Відповідно, педагогічні умови мають бути орієнтовані на розвиток не лише базових фінансових знань, але й на формування у майбутніх керівників здатності до довгострокового стратегічного фінансового планування.

Враховуючи постійні зміни у фінансовому середовищі освіти та необхідність адаптації до нових викликів, важливим є також включення до педагогічних умов підготовки майбутніх керівників закладів освіти методів оцінки фінансових ризиків та забезпечення стійкості фінансових систем закладів. В цьому контексті, об'єктивне оцінювання фінансової ситуації у закладі освіти, своєчасне виявлення проблем та їхнє оперативне вирішення є важливими складовими успішної фінансової стратегії.

Загалом, створення та впровадження ефективних педагогічних умов для розвитку фінансової компетентності у майбутніх керівників закладів середньої освіти є важливою складовою забезпечення якісної та стабільної роботи освітніх установ. Це дозволяє забезпечити високий рівень управління фінансами в умовах обмежених ресурсів, покращити фінансову прозорість та підвищити ефективність використання бюджетних коштів, що, в свою чергу, сприяє покращенню якості освіти в закладах загальної середньої освіти.

Враховуючи важливість фінансової компетентності для ефективного управління освітніми установами, необхідно також акцентувати увагу на розвитку фінансової грамотності серед викладачів та адміністративного персоналу. Участь у навчальних програмах, які сприяють розвитку фінансових навичок, дозволяє формувати культуру відповідального використання фінансових ресурсів на всіх рівнях управлінської діяльності. Завдяки такому підходу майбутні керівники закладів освіти отримують навички не лише в теоретичному управлінні фінансами, але й у застосуванні цих знань на практиці.

Одним із важливих аспектів, який слід враховувати при моделюванні педагогічних умов для розвитку фінансової компетентності, є підтримка міждисциплінарного підходу. Взаємодія різних спеціалістів, таких як економісти, фінансисти, психологи та педагогічні працівники, сприяє кращому розумінню фінансових аспектів освітнього процесу, а також дозволяє ефективніше вирішувати фінансові питання в межах освітньої установи.

Загалом, для досягнення високої фінансової компетентності у майбутніх керівників закладів освіти необхідно створити комплексну педагогічну модель, що включає організаційні, методичні, психологічні та технологічні

компоненти. Це дозволить не лише успішно вирішувати поточні фінансові завдання, але й забезпечити сталий розвиток фінансової культури в освітньому середовищі.

Реалізація таких моделей потребує активної взаємодії з органами місцевого самоврядування та національними освітніми інститутами, що сприятиме формуванню загальної стратегії підготовки фінансово грамотних керівників освітніх установ. У той же час, необхідно вжити заходів для збереження гнучкості цих моделей, оскільки фінансове середовище є динамічним і вимагає постійної адаптації до змін, що відбуваються на рівні державної політики та глобальної економіки.

Таким чином, удосконалення педагогічних умов для розвитку фінансової компетентності майбутніх керівників закладів середньої освіти не лише покращить фінансове управління в школах, але й сприятиме створенню сприятливого освітнього середовища, що в свою чергу забезпечить ефективне використання ресурсів для забезпечення високої якості освіти.

Одним із ключових аспектів моделювання педагогічних умов є інтеграція фінансової компетентності в навчальні програми для майбутніх керівників закладів освіти. Важливо враховувати, що фінансова грамотність повинна стати не лише окремим предметом або дисципліною, а й бути інтегрованою складовою усіх навчальних курсів і активностей, які проводяться в межах підготовки освітніх менеджерів. Це дозволяє розвивати комплексне розуміння фінансових аспектів управління закладом освіти, що включає бюджетування, фінансове планування, аналіз витрат і доходів, пошук та ефективне використання додаткових джерел фінансування.

Важливим моментом є також використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), які надають можливість створювати інноваційні навчальні середовища для розвитку фінансових компетенцій. Використання кейс-методів, симуляційних ігор, онлайн-курсів, а також віртуальних платформ для взаємодії між студентами та викладачами дозволяє майбутнім керівникам закладів освіти на практиці застосовувати фінансові знання в реальних умовах. Такі підходи також сприяють розвитку критичного мислення, прийняття обґрунтованих рішень у ситуаціях фінансової

нестабільності, а також здатності до адаптації та швидкої реакції на зміни в фінансовому середовищі.

У процесі розробки педагогічних умов для розвитку фінансової компетентності слід враховувати й інші аспекти, такі як культурні, соціальні та економічні особливості регіону або країни. Це дає можливість адаптувати програми підготовки керівників закладів освіти до конкретних умов, що існують на місцевому або національному рівні. Наприклад, у країнах з високим рівнем інвестицій у освіту акцент може бути зроблений на ефективному використанні ресурсів, а в країнах, де освітні установи стикаються з фінансовими труднощами, важливим буде навчання економії та пошуку додаткових джерел фінансування.

Таким чином, формування фінансової компетентності у майбутніх керівників закладів середньої освіти є необхідною умовою для ефективного управління освітніми установами, забезпечення стабільності і розвитку системи освіти в умовах змінного економічного середовища. Для досягнення цієї мети потрібно створювати та впроваджувати педагогічні моделі, які поєднують теоретичні знання з практичними навичками, а також адаптувати їх до специфіки регіону та потреб учасників освітнього процесу.

Крім того, особливу увагу слід приділяти професійному розвитку педагогічних працівників, які залучаються до навчання майбутніх керівників закладів освіти. Це означає, що для успішної реалізації педагогічних умов розвитку фінансової компетентності важливо проводити регулярне підвищення кваліфікації викладачів, зокрема в питаннях фінансового менеджменту та сучасних методик навчання. Такий підхід дозволяє забезпечити високий рівень професіоналізму та компетентності серед тих, хто займається підготовкою майбутніх керівників.

Важливим елементом моделювання педагогічних умов є створення сприятливого освітнього середовища, яке включає не лише формальні аспекти, такі як програми навчання та курси, а й неформальні, наприклад, інтерактивні заходи, семінари, тренінги, а також участь у професійних мережах і форумах, що дозволяють майбутнім керівникам закладів освіти обмінюватися досвідом і найкращими практиками. Така взаємодія також має важливе значення для формування фінансової компетентності, адже

багато фінансових проблем можна вирішити через обговорення і спільний пошук рішень у колективі.

Не менш важливим є стимулювання розвитку фінансової компетентності через формування позитивного ставлення до фінансів серед учасників освітнього процесу. Важливо, щоб майбутні керівники закладів освіти не лише отримували необхідні теоретичні знання, а й усвідомлювали важливість фінансового управління як складової частини загальної стратегії розвитку закладу освіти. Для цього необхідно створити умови для розвитку вмінь, що сприятимуть ефективному використанню фінансових ресурсів на всіх рівнях управління закладом – від бюджету до залучення додаткових коштів через гранти, меценатство та інші джерела фінансування.

Загалом, моделювання педагогічних умов для розвитку фінансової компетентності у майбутніх керівників закладів середньої освіти є багатограним процесом, що потребує комплексного підходу, взаємодії різних учасників освітнього процесу, а також активного використання сучасних технологій і методик навчання. Адже фінансова компетентність є не лише знанням фінансових інструментів, але й умінням правильно приймати рішення у складних ситуаціях, вміти передбачати та планувати фінансові потоки, працювати з обмеженими ресурсами та ефективно їх розподіляти. Тому саме педагогічне моделювання умов для розвитку цієї компетентності є ключовим фактором для забезпечення сталого розвитку освіти та ефективного управління освітніми закладами.

Висновки і перспективи подальших дослідження. У результаті дослідження було встановлено, що формування фінансової компетентності у майбутніх керівників закладів середньої освіти є важливим і необхідним

елементом їх професійної підготовки. Сучасні освітні вимоги вимагають від керівників не лише глибоких знань у галузі управління, але й здатності ефективно використовувати фінансові ресурси, планувати бюджет, працювати з фінансовими звітами та залучати додаткові кошти для розвитку закладу освіти. Для цього необхідно створити відповідні педагогічні умови, що сприятимуть розвитку фінансової компетентності на всіх етапах професійного навчання.

Моделювання педагогічних умов для розвитку фінансової грамотності повинно включати розробку спеціалізованих програм навчання, інтерактивних методик і технологій, які дозволяють здобувати фінансові навички на практиці, а також створення підтримуючого освітнього середовища, яке стимулює розвиток компетентності у фінансовому управлінні. Важливою складовою є підвищення кваліфікації педагогічних працівників, залучених до підготовки майбутніх керівників, для забезпечення високої якості навчання в цьому напрямі.

Перспективами подальших досліджень є вивчення ефективності різних педагогічних умов формування фінансової компетентності в контексті порівняння традиційних і інноваційних підходів у навчанні. Окрему увагу потребує вивчення впливу цифрових технологій та онлайн-платформ на навчальний процес, оскільки вони відкривають нові можливості для інтерактивного навчання та розвитку фінансових навичок у майбутніх керівників. Також важливим напрямом є дослідження впливу формування фінансової компетентності на реальний рівень управлінських рішень у закладах середньої освіти, що дозволить оцінити ефективність таких освітніх моделей і адаптувати їх до специфіки різних регіонів та освітніх контекстів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Андріїв О.В. Формування фінансової грамотності у студентів педагогічних спеціальностей через інтерактивні методи. *Освітні дослідження і практики*, 2021, 17(12), 88–96.
2. Бойко Т.П., Мельник О.В. Використання кейс-методу для розвитку фінансових знань у майбутніх педагогів. *Освітні інновації*, 2019, 21(9), 90–96.
3. Єрмакова О.С., Хоменко І.О. Педагогічні умови для розвитку фінансової компетентності у керівників закладів освіти. *Теорія та практика управління освітою*, 2020, 19(3), 110–118.
4. Іванова Т.В. Моделювання педагогічних умов для розвитку фінансової грамотності у майбутніх керівників закладів середньої освіти. *Педагогіка та економіка освіти*, 2022, 3(7), 15–25.
5. Ковальчук О.І., Петрова В.П. Роль фінансової компетентності в управлінні закладами освіти. *Освітній менеджмент: теорія і практика*, 2021, 18(6), 40–47.

6. Литвинова М. А. Підвищення фінансової грамотності керівників через інноваційні методи навчання. *Педагогіка і наука*, 2019, 42(4), 25–33.
7. Мороз С. О. Інтерактивні методи у підготовці педагогічних кадрів до управління фінансами в освітніх закладах. *Наукові записки університету*, 2020, 30(8), 101–109.
8. Степаненко І. М. Моделювання педагогічних умов для формування фінансової компетентності у студентів педагогічних університетів. *Вісник вищої освіти*, 2018, 25(5), 72–79.
9. Таран Н. С., Жукова А. О. Розвиток фінансової компетентності в контексті модернізації освіти. *Проблеми управління освітою*, 2020, 14(11), 50–58.

REFERENCES:

1. Andriiv, O.V. (2021). Formuvannia finansovoi hramotnosti u studentiv pedahohichnykh spetsial'nostei cherez interaktyvni metody [Formation of financial literacy in students of pedagogical specialties through interactive methods]. *Osvitni doslidzhennia i praktyku*, 17(12), 88–96 [in Ukrainian].
2. Boiko, T.P., & Melnyk, O.V. (2019). Vykorystannia keis-metodu dlia rozvytku finansovykh znan' u maibutnykh pedahohiv [Using the case method to develop financial knowledge in future educators]. *Osvitni innovatsii*, 21(9), 90–96 [in Ukrainian].
3. Yermakova, O.S., & Khomenko, I.O. (2020). Pedahohichni umovy dlia rozvytku finansovoi kompetentnosti u kerivnykiv zakladiv osvity [Pedagogical conditions for developing financial competence in educational institution managers]. *Teoriia ta praktyka upravlinnia osvitoiu*, 19(3), 110–118 [in Ukrainian].
4. Ivanova, T.V. (2022). Modeliuvannia pedahohichnykh umov dlia rozvytku finansovoi hramotnosti u maibutnykh kerivnykiv zakladiv serednoi osvity [Modeling of pedagogical conditions for developing financial literacy in future leaders of secondary education institutions]. *Pedahohika ta ekonomika osvity*, 3(7), 15–25 [in Ukrainian].
5. Kovalchuk, O.I., & Petrova, V.P. (2021). Rol finansovoi kompetentnosti v upravlinni zakladamy osvity [The role of financial competence in managing educational institutions]. *Osvitnii menedzhment: teoriia i praktyka*, 18(6), 40–47 [in Ukrainian].
6. Lytvynova, M.A. (2019). Pidvyshchennia finansovoi hramotnosti kerivnykiv cherez innovatsiini metody navchannia [Increasing financial literacy of managers through innovative learning methods]. *Pedahohika i nauka*, 42(4), 25–33 [in Ukrainian].
7. Moroz, S.O. (2020). Interaktyvni metody u pidhotovtsi pedahohichnykh kadriv do upravlinnia finansamy v osvitnikh zakladakh [Interactive methods in the training of pedagogical staff for financial management in educational institutions]. *Naukovi zapysky universytetu*, 30(8), 101–109 [in Ukrainian].
8. Stepanenko, I.M. (2018). Modeliuvannia pedahohichnykh umov dlia formuvannia finansovoi kompetentnosti u studentiv pedahohichnykh universytetiv [Modeling of pedagogical conditions for the formation of financial competence in students of pedagogical universities]. *Visnyk vyshchoi osvity*, 25(5), 72–79 [in Ukrainian].
9. Taran, N.S., & Zhukova, A.O. (2020). Rozvytok finansovoi kompetentnosti v konteksti modernizatsii osvity [Development of financial competence in the context of education modernization]. *Problemy upravlinnia osvitoiu*, 14(11), 50–58 [in Ukrainian].

УДК 371.311.4:[378:616.314-053.2]-057.87
DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-15>

Оксана ЄФРЕМОВА

кандидат медичних наук, доцент кафедри стоматології дитячого віку, Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, вул. Пекарська, 69, м. Львів, Україна, 79010
ORCID: 0000-0002-5149-2151

Бібліографічний опис статті: Єфремова, О. (2024). Практичні стратегії використання ситуативно-комунікативних тактик в підготовці майбутніх дитячих стоматологів до професійної взаємодії. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 4, 118–123, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-15>

**ПРАКТИЧНІ СТРАТЕГІЇ ВИКОРИСТАННЯ
СИТУАТИВНО-КОМУНІКАТИВНИХ ТАКТИК В ПІДГОТОВЦІ
МАЙБУТНІХ ДИТЯЧИХ СТОМАТОЛОГІВ ДО ПРОФЕСІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ**

Встановлено, що в сучасних умовах до особистості майбутніх дитячих стоматологів висуваються підвищені соціальні та психологічні вимоги. Найважливіша з них – оволодіння навичками міжособистісної професійної взаємодії, без яких вирішення завдання підвищення якості життя і соціального функціонування пацієнтів виявляється неможливим. Окреслені навички набувають особливої значущості у професійній діяльності дитячих стоматологів під час розгляду питань, пов'язаних із комплаєнтністю пацієнтів, під час профілактичної та реабілітаційної роботи, а також у межах виникнення конфліктних ситуацій. Успішність майбутніх дитячих стоматологів у міжособистісній професійній взаємодії забезпечується поєднанням професійних знань і навичок спілкування як психологічних властивостей особистості лікаря-стоматолога. Метою статті визначено відображення ефективних практичних стратегій використання ситуативно-комунікативних тактик в підготовці майбутніх дитячих стоматологів до професійної взаємодії.

Використання ситуативно-комунікативних тактик в підготовці майбутніх дитячих стоматологів до професійної взаємодії базувалося на створенні складних комунікативних ситуацій, формування навичок професійної взаємодії шляхом симуляції природного спілкування лікаря з пацієнтом. Узагальнено, що використання ситуативно-комунікативних тактик в підготовці майбутніх дитячих стоматологів до професійної взаємодії забезпечують набуття студентами низки практичних навичок, зокрема: збору інформації для побудови довгострокових партнерських відносин; взаємодії з пацієнтами залежно від їхнього типу; культури поведінки в процесі професійної взаємодії; здійснення мотивуючої бесіди; професійного інформування пацієнта; застосування психотерапевтичних методик для саморегуляції власного емоційного стану.

Ключові слова: медична освіта, підготовка до міжособистісної професійної взаємодії, майбутні дитячі стоматологи, ситуативно-комунікативні тактики.

Oksana YEFREMOVA

PhD (Medical Sciences), Associate Professor at the Department of Pediatric Dentistry, Danylo Halytsky Lviv National Medical University, 69 Pekarska str., Lviv, Ukraine, 79010
ORCID: 0000-0002-5149-2151

To cite this article: Yefremova, O. (2024). Praktychni stratehii vykorystannia sytuatyvno-komunikatyvnykh taktyk v pidhotovtsi maibutnikh dytiachykh stomatolohiv do profesiinoi vzaiemodii [Practical strategies for using situational and communicative tactics in training future pediatric dentists for professional interaction]. *Problems of chemistry and sustainable development*, 4, 118–123, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-15>

**PRACTICAL STRATEGIES FOR USING SITUATIONAL
AND COMMUNICATIVE TACTICS IN TRAINING
FUTURE PEDIATRIC DENTISTS FOR PROFESSIONAL INTERACTION**

It has been established that in modern conditions, increased social and psychological demands are placed on the personality of future pediatric dentists. The most important of them is mastering the skills of interpersonal professional interaction, without which solving the problem of improving the quality of life and social functioning of patients is impossible. The outlined skills acquire particular importance in the professional activities of pediatric dentists when considering

issues related to patient compliance, during preventive and rehabilitation work, as well as within the framework of conflict situations. The success of future pediatric dentists in interpersonal professional interaction is ensured by a combination of professional knowledge and communication skills as psychological properties of the dentist's personality. The aim of the article is to reflect effective practical strategies for using situational and communicative tactics in training future pediatric dentists for professional interaction.

The use of situational and communicative tactics in the training of future pediatric dentists for professional interaction was based on the creation of complex communicative situations, the formation of professional interaction skills by simulating natural communication between a doctor and a patient. It is summarized that the use of situational and communicative tactics in the training of future pediatric dentists for professional interaction ensures that students acquire a number of practical skills, in particular: collecting information to build long-term partnerships; interacting with patients depending on their type; culture of behavior in the process of professional interaction; conducting a motivating conversation; professionally informing the patient; using psychotherapeutic techniques for self-regulation of one's own emotional state.

Key words: medical education, training for interpersonal professional interaction, future pediatric dentists, situational and communicative tactics.

Актуальність проблеми. Освіта є однією з найважливіших соціальних категорій, яка передає знання життєвого досвіду від учителя до учня. Лікар будь-якої спеціальності повинен детально знати принципи надання невідкладної допомоги пацієнту, засновані на сучасних міжнародних доктринах і консенсусах, стандартах, клінічних протоколах і алгоритмах лікування, вміти використовувати загальні лікувальні прийоми для збереження здоров'я і життя, незважаючи на всю складність і надзвичайність ситуації (Кушнір, 2021, с. 124). Традиційні методи викладання є базою для передачі знань студентам, а нетрадиційні є цікавими з огляду на можливість додаткової активізації студентів-медиків, розвитку їхніх індивідуальних здібностей, ерудиції та інтелекту, діалогу між викладачем і студентом.

Безсумнівно, основним завданням лікаря є надання допомоги пацієнтові, а розв'язання цього завдання здійснюється у межах діалогу. Комунікативні стратегії всередині медичної консультації є процесом вибудовування діалогу шляхом спонтанного або шаблонного вибору оптимальної мовленнєвої поведінки. Водночас комунікативні тактики є сукупністю мовленнєвих дій у певній послідовності (Ісаєва, 2016, с. 235). Під час аналізу взаємодії пацієнта і лікаря стратегія і тактики розглядалися не тільки з погляду цілей комунікації та в аспекті взаємодії (згідно з Калгарі-кембриджською моделлю медичної комунікації), а й у безпосередньо мовному аспекті, де важливим є не тільки те, чому застосовують ту чи іншу тактику, а й те, як її реалізують.

Майбутні дитячі стоматологи – це не просто лінгвоактивна особистість. Перед ними стоїть складне завдання – з одного боку – допомогти маленькому пацієнту, а з іншого – вселити у батьків чи інших законних представників дитини

впевненість у позитивному результаті лікування, організувати їхні дії у напрямі виконання всіх лікарських призначень. Саме тому підготовка майбутніх дитячих стоматологів передбачає освоєння правил мовленнєвої поведінки із пацієнтом, тобто володіння медичним дискурсом.

Будучи одним із найдавніших видів дискурсу, медичний дискурс знаходиться на перетині інтересів різних дисциплін – лінгвістики в широкому її розумінні та когнітивної лінгвістики, соціології, деонтології, етики, психології (Шаніна, 2015). Медичний дискурс є явищем, що має частотний вияв і особливе значення в житті суспільства (Alsoraihi, 2019). До медичного дискурсу науковці відносять лекції перед студентами, офіційне та неофіційне спілкування з колегами та молодшим персоналом, спілкування з пацієнтами та їхніми родичами, записи в картці пацієнтів, історії хвороби, лікарняні листи, довідки (Steven A. Cole, & Bird, 2014). У межах статті розглянемо лише усне спілкування майбутніх дитячих стоматологів з пацієнтами. Таке спілкування є одним із видів інституційного (медичного) дискурсу, за якого відбувається живе безпосереднє спілкування в межах інституту охорони здоров'я.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблема психолого-педагогічної та комунікативної підготовки майбутніх лікарів, зокрема й лікарів-стоматологів, є достатньо актуальною в сучасних дослідженнях. Так, науковцями розглядаються комунікативно-прагматичний і сугестивний аспекти медичного дискурсу (О.Шаніна (2015)), теоретичні та методичні засади формування особистісно-професійної культури майбутніх лікарів у процесі гуманітарної підготовки (О.Ісаєва (2016)), розвиток комунікативної компетентності майбутнього лікаря як складника його професійної

готовності (М. Бичко (2018)) на етапі професійної підготовки (І. Кінаш (2020) та на додипломному етапі навчання (Н. Біденко, О. Остапко, О. Коваль (2018)) та ін. Однак недостатньо вивченими залишаються практичні аспекти оптимізації комунікативної підготовки майбутніх дитячих стоматологів, не розкритий потенціал ситуативно-комунікативних тактик в підготовці майбутніх дитячих стоматологів до професійної взаємодії.

Мета статті є відображення ефективних практичних стратегій використання ситуативно-комунікативних тактик в підготовці майбутніх дитячих стоматологів до професійної взаємодії.

Методи дослідження – теоретичний аналіз наукової літератури з проблеми дослідження для відбору й осмислення дидактичного матеріалу; критично-аналітичний аналіз концепцій, теорій та методик, з метою виявлення шляхів розв'язання досліджуваної проблеми.

Виклад основного матеріалу. Професійна компетентність формується на основі базисних медичних навичок, наукових знань і рівня морального розвитку. Її основні компоненти – здатність здобувати й використовувати знання, інтегрувати їх за допомогою клінічного мислення, а також реалізовувати і передавати в процесі комунікації з пацієнтами та колегами, керуючись етичними принципами (Беляєва, 2016). Тому формування комунікативних навичок (тобто розвиток здатності до ефективної комунікації та готовності до професійної взаємодії) є однією з ключових завдань безперервної медичної освіти (Кінаш, 2020, с. 85). Ефективна комунікація полягає у здатності адаптуватися, реагувати та зберігати здатність до самоконтролю в процесі контактів з іншими людьми та сприйняття інформації.

Згідно зі Стандартом вищої освіти України галузі знань 22 – Охорона здоров'я, спеціальності 221 – Стоматологія (2019), основними видами професійної діяльності лікаря-стоматолога є профілактична, діагностична, лікувальна, реабілітаційна, психолого-педагогічна, організаційно-управлінська, науково-дослідницька, управлінська. Кожен із цих видів діяльності потребує психологічних знань і вмінь для розв'язання професійних проблем і встановлення психологічно компетентного спілкування з пацієнтом, його родичами та колегами, врахування психологічних проблем пацієнтів

у вирішенні завдань надання медичної допомоги. Так, під час збирання та аналізу інформації про стан здоров'я пацієнта необхідні організація діалогу з пацієнтом; виявлення скарг; збір анамнезу в різні періоди життя і хвороби, епідеміологічного та алергічного анамнезу; організація опитування родичів або супроводжуваних тощо (Біденко, Остапко, Коваль, 2018, с. 225). Організуючи діалог з пацієнтом, майбутні дитячі стоматологи повинні не лише отримати інформацію, значущу для постановки діагнозу, а й позитивно вплинути на пацієнта з метою зняття нервово-психічної напруги, формування почуття довіри і готовності до взаємодії у майбутньому лікувально-діагностичному процесі (Бичко, 2018, с. 20).

Виявляючи скарги, збираючи анамнез, опитуючи родичів, майбутні дитячі стоматологи повинні вміти формулювати запитання і професійно інтерпретувати відповіді пацієнтів. Виявлення суб'єктивної реакції пацієнта на захворювання (стан), рівень її адекватності, контактності виконується успішно не лише завдяки достатньому рівню клінічної підготовки лікаря, а й його вмінню диференціювати типові вияви внутрішньої картини хвороби, що активізують механізми психологічного захисту (Кушнір, 2021).

Однією з важливих причин виникнення професійних помилок у стоматології є порушення нормальних взаємовідносин (міжособистісної професійної взаємодії) між лікарями і пацієнтами (майже в кожному 2-му випадку). Як доцільно зазначає І. Сенюта, в основі претензій до якості стоматологічного лікування є непрофесійний (низький) рівень культури обслуговування (33,3 % відповідей), неухважність лікаря-стоматолога (10,5 %) (Сенюта, 2018, с. 340). Перелік комунікативних навичок, необхідних майбутнім дитячим стоматологам, доволі великий та охоплює вербальні і невербальні засоби комунікації, методи оптимізації міжособистісних взаємодій і поглиблення самоконтролю і самоусвідомлення, психологічні техніки (активне слухання, диференційоване ставлення запитань, компетентне інформування, диференційоване і обережне доведення до пацієнта відомостей, що потенційно травмують). Велике значення мають також психологічно обґрунтовані підходи, спрямовані на активізацію пацієнта, формування конструктивного діалогу, вироблення партнерської позиції, спільне ухвалення

терапевтичних рішень, протидію оцінюванню, роботу з психологічним опором тощо.

Відтак, готовність майбутніх дитячих стоматологів до міжособистісної професійної взаємодії розглядаємо як складну особистісну характеристику, що охоплює комунікативні здібності та вміння, психологічні знання, властивості особистості (характеру, темпераменту), психічні стани, і виявляється в ефективному спілкуванні з пацієнтами. Будь-яка лікарська дія передбачає контакт і провідну роль лікаря в процесі спілкування (Стадніченко, 2018). Для конструктивності контакту майбутнім дитячим стоматологам потрібні не лише знання та врахування індивідуальних особливостей пацієнта і своїх власних, а й володіння методами побудови оптимальних стратегій психологічного спілкування (впливу) (Ісаєва, 2016). Готовність майбутніх дитячих стоматологів до міжособистісної професійної взаємодії забезпечує контакти, співробітництво, спільну діяльність, взаємодію і загалом – систему відносин.

Відсутність базової психолого-педагогічної підготовки в медичних ЗВО зумовлює необхідність використання ситуативно-комунікативних тактик, що забезпечують формування готовності майбутніх дитячих стоматологів до професійної взаємодії, навчання технікам активного слухання та інформування пацієнтів про характер захворювання та лікування.

Використання ситуативно-комунікативних тактик в підготовці майбутніх дитячих стоматологів до професійної взаємодії спрямовується на оволодіння студентами трьома основними групами комунікативних навичок:

– базисні навички, пов'язані зі здатністю підтримувати активну увагу, правильно інтерпретувати отриману інформацію і ставити відповідні запитання, приймати пацієнта як особистість, виявляти до нього повагу і вселяти довіру, а також бути зрозумілим пацієнту й емоційно виразним у процесі взаємодії;

– комунікативні навички, необхідні майбутнім дитячим стоматологам під час первинного контакту з пацієнтами, у стресових ситуаціях, під час взаємодії з родичами пацієнтів, а також під час лікування дітей, які мають певні психофізичні розлади;

– здатність допомагати пацієнту приймати складні етичні рішення в ситуації вибору, повідомляти неприємну інформацію, а також

уміння долати конфліктні ситуації, спонукати пацієнтів та їхніх родичів дотримуватися лікарських рекомендацій, полегшувати психологічне страждання.

Етапи використання ситуативно-комунікативних тактик в психолого-педагогічній підготовці відповідають структурі готовності майбутніх дитячих стоматологів до професійної взаємодії:

1) інформаційний етап передбачає активну роботу з інформацією – її осмислення, структурування, пошук варіантів рішення, планування дій на основі отриманих знань з використанням засобів автоматизації;

2) діяльнісний етап передбачає розробку ситуативно-комунікативних професійно зорієнтованих ситуацій; виконання практико зорієнтованих завдань, розробку технологічних карт і проведення занять зі студентами, аналіз проведених занять в аспекті формування готовності майбутніх дитячих стоматологів до професійної взаємодії;

3) рефлексивний етап спрямовується на забезпечення усвідомлення студентами отриманого досвіду, рефлексії стосовно особистісних змін, визначення стратегії власної професійної діяльності.

Заняття в межах використання ситуативно-комунікативних тактик в підготовці майбутніх дитячих стоматологів до професійної взаємодії мають практико зорієнтований характер. Однією з вимог є складання переліку практичних навичок, якими студент має оволодіти і які можна реально використати в медичній діяльності. Конкретизація завдань навчання полегшує в подальшому оцінку найближчих і віддалених результатів.

Використання ситуативно-комунікативних тактик в підготовці майбутніх дитячих стоматологів до професійної взаємодії спрямовується на формування у студентів мотивації до самостійного розширення арсеналу доступних форм спілкування, оскільки набуті навички сприятливо впливають не лише на їхню професійну діяльність, а й на розв'язання низки інших життєвих проблем. Особлива увага приділяється формуванню партнерського стилю взаємовідносин майбутніх дитячих стоматологів з пацієнтами, а також обговоренню причин, що заважають та ускладнюють перехід до такого стилю професійного спілкування.

Використання ситуативно-комунікативних тактик в підготовці майбутніх дитячих стоматологів до професійної взаємодії тісно пов'язане з клінічною практикою і передбачає інтерактивне обговорення проблем, з якими стикаються лікарі-стоматологи в процесі професійної комунікації, відпрацювання нових діагностичних навичок під наглядом викладача, рольові ігри та розбір клінічних випадків. Виявлення під час занять форм блокуючої поведінки і психологічного опору, обговорення причин його появи, зокрема з внутрішніми установками і побоюваннями студентів, дають змогу успішніше формувати готовність майбутніх дитячих стоматологів до професійної взаємодії.

Заняття супроводжуються необхідним ілюстративним матеріалом, який демонструє недостатність у майбутніх дитячих стоматологів навичок професійної взаємодії, пояснює причини цього і несприятливі наслідки. Водночас студенти-медики мають змогу виявити, яким чином конструктивні зміни в стилі спілкування і ставленні лікаря до пацієнта сприяють оптимізації їхньої майбутньої професійної діяльності.

Висновки. Професійна взаємодія майбутніх лікарів і пацієнтів є одним з найважливіших розділів практичної медицини. Самі лікарі, їхні пацієнти та науковці у цій галузі визнають необхідність і важливість комунікативного аспекту (Біденко, Остапко, Коваль, 2018). Доцільним є твердження англійського прислів'я: «Старий лікар говорить латинською, молодий – англійською, а хороший лікар говорить мовою пацієнта». Безсумнівно, правильно вибудована комунікація між майбутніми дитячими

стоматологами та пацієнтами визначає ставлення пацієнта до лікаря, успіх діагностики і стоматологічного лікування. Мовленнєва поведінка лікаря, його готовність до професійної взаємодії дають змогу знайти спільну мову з пацієнтами.

Використання ситуативно-комунікативних тактик в підготовці майбутніх дитячих стоматологів до професійної взаємодії передбачає відпрацювання на практичних заняттях з циклу психолого-педагогічних дисциплін теоретичних засади професійного спілкування, опрацювання мовленнєво-поведінкових моделей різних ситуацій медичного дискурсу. Викладачі вирішують низку завдань: підвищення загальної та комунікативної культури майбутніх фахівців; забезпечення оволодіння основними інструментами ефективної професійної комунікації; формування навичок безконфліктного професійного спілкування майбутніх дитячих стоматологів з пацієнтами; оволодіння студентами практичними прийомами переконливого впливу на пацієнтів і подолання комунікативних бар'єрів, що виникають у процесі професійної взаємодії.

Таким чином, використання ситуативно-комунікативних тактик в підготовці майбутніх дитячих стоматологів до професійної взаємодії шляхом побудови інформаційної взаємодії учасників освітнього процесу залежно від цілей, змісту, форм організації та методів навчання, організації індивідуально зорієнтованої комунікативної взаємодії зі студентами в освітньому процесі та поза ним, дають змогу забезпечити формування у майбутніх дитячих стоматологів умінь і досвіду професійної взаємодії.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Беляєва О. М. Педагогічне мислення у структурі професійно-педагогічної компетентності викладача медичного вищого навчального закладу. *Імідж сучасного педагога*. 2016. Вип. 5 (164). С. 22–25.
2. Бичко М. Розвиток комунікативної компетентності майбутнього лікаря як складника його професійної готовності. *Витоки педагогічної майстерності*. 2018. Вип. 21. С. 19–22.
3. Біденко Н. В., Остапко О. І., Коваль О. І. Формування комунікативних навичок майбутніх лікарів-стоматологів на додипломному етапі навчання. *Вища освіта у контексті інтеграції до європейського освітнього простору*. 2018. Вип. 61 (79). С. 223–231.
4. Ісаєва О. С. Теоретичні та методичні засади формування особистісно-професійної культури майбутніх лікарів у процесі гуманітарної підготовки. Дис. ... д-ра пед. наук за спеціальністю 13.00.04. Харківський нац. пед. ун-т. Харків, 2016. 625 с.
5. Кінаш І. О. Формування комунікативної компетентності майбутніх лікарів на етапі професійної підготовки. *Медична освіта*. 2020. Вип. 3. С. 84–88.
6. Кушнір І. М. Професійно-комунікативний імідж як результат мовної освіти іноземних студентів-медиків. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Педагогіка*. 2021. Вип. 1 (2). С. 120–126.

7. Сенюта І. Я. Цивільно-правове регулювання відносин у сфері надання медичної допомоги: питання теорії і практики: монографія. Львів: Видавництво ЛОБФ «Медицина і право», 2018. 640 с.
8. Стадніченко С. М. Моделювання в професійній освіті майбутніх лікарів і фармацевтів. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2019. Вип. 183. С. 158–162.
9. Стандарт вищої освіти України. Рівень вищої освіти – другий (магістерський). Ступінь вищої освіти – магістр. Галузь знань 22 – Охорона здоров'я. Спеціальність 221 – Стоматологія. Наказ міністерства освіти і науки України № 879 від 24.06.2019 р. Взято з: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2019/06/25/221-Stomatolohiya-mahistr.20.01.22.pdf>
10. Шаніна О. С. Медичний дискурс: комунікативно-прагматичний і сугестивний аспекти: дис. на здоб. наук. ступ. канд. філол. наук: 10.02.01 – українська мова. Одеса, 2015. 290 с.
11. Alsoraihi M. H. Bridging the Gap between Discourse Analysis and Language Classroom Practice. *English Language Teaching*. 2019. Vol. 12 (8). P. 79–88.
12. Steven A. Cole, Bird J. The Medical Interview. Edition 3. 2014. 540 p.

REFERENCES:

1. Bieliaieva, O. M. (2016). Pedagogichne myslennia u strukturi profesiino-pedahohichnoi kompetentnosti vykladacha medychnoho vyshchoho navchalnoho zakladu [Pedagogical thinking in the structure of professional and pedagogical competence of a teacher of a medical higher education institution.]. *Imidzh suchasnoho pedahoha – Image of the modern teacher*, 5 (164), 22–25 [in Ukrainian].
2. Bychko, M. (2018). Rozvytok komunikatyvnoi kompetentnosti maibutnoho likaria yak skladnyka yoho profesiinoi hotovnosti [Development of communicative competence of the future doctor as a component of his professional readiness]. *Vytoky pedahohichnoi maisternosti – The origins of pedagogical skill*, 21, 19–22 [in Ukrainian].
3. Bidenko, N. V., Ostapko, O. I., & Koval, O. I. (2018). Formuvannia komunikatyvnykh navychok maibutnikh likariv-stomatolohiv na dodyplomnomu etapi navchannia [Formation of communication skills of future dentists at the undergraduate stage of study]. *Vyshcha osvita u konteksti intehratsii do yevropeiskoho osvitnoho prostoru – Higher education in the context of integration into the European educational space*, 61 (79), 223–231 [in Ukrainian].
4. Isaieva, O. S. (2016). *Teoretychni ta metodychni zasady formuvannia osobystisno-profesiinoi kultury maibutnikh likariv u protsesi humanitarnoi pidhotovky [Theoretical and methodological bases of formation of personal and professional culture of future doctors in the process of humanitarian training]*. Dys. ... d-ra ped. nauk za spetsialnistiu 13.00.04. Kharkivskiy nats. ped. un-t. Kharkiv, 625 [in Ukrainian].
5. Kinash, I. O. (2020). Formuvannia komunikatyvnoi kompetentnosti maibutnikh likariv na etapi profesiinoi pidhotovky [Formation of communicative competence of future doctors at the stage of professional training]. *Medychna osvita – Medical education*, 3, 84–88 [in Ukrainian].
6. Kushnir, I. M. (2021). Profesiino-komunikatyvnyi imidzh yak rezultat movnoi osvity inozemnykh studentiv-medykiv [Professional and communicative image as a result of language education of foreign medical students]. *Naukovi zapysky Ternopil'skoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Seriya: Pedahohika – Scientific Notes of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Pedagogy*, 1 (2), 120–126 [in Ukrainian].
7. Seniuta, I. Ya. (2018). *Tsyvilno-pravove rehuliuвання vidnosyn u sferi nadannia medychnoi dopomohy: pytannia teorii i praktyky: monohrafiia [Civil law regulation of relations in the field of medical care: issues of theory and practice: a monograph]*. Lviv: Vydavnytstvo LOBF «Medytsyna i pravo», 640 [in Ukrainian].
8. Stadnichenko, S. M. (2019). Modeliuвання v profesiinii osviti maibutnikh likariv i farmatsevtiv [Modeling in the professional education of future doctors and pharmacists]. *Naukovi zapysky. Seriya: Pedahohichni nauky – Scientific notes. Series: Pedagogical Sciences*, 183, 158–162 [in Ukrainian].
9. Standart vyshchoi osvity Ukrainy (2019). Riven vyshchoi osvity – druhyi (mahisterskyi). Stupin vyshchoi osvity – mahistr. Haluz znan 22 – Okhorona zdorovia. Spetsialnist 221 – Stomatolohiia [Standard of Higher Education of Ukraine. The level of higher education is the second (master's). Degree of higher education – master's degree. Field of knowledge 22 – Health care. Specialty 221 – Dentistry]. Nakaz ministerstva osvity i nauky Ukrainy № 879 vid 24.06.2019 r. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2019/06/25/221-Stomatolohiya-mahistr.20.01.22.pdf> [in Ukrainian].
10. Shanina, O. S. (2015). *Medychnyi dyskurs: komunikatyvno-prahmatychnyi i suhestyvnyi aspekty [Medical discourse: communicative-pragmatic and suggestive aspects]*: dys. na zdob. nauk. stup. kand. filol. nauk: 10.02.01 – ukrainska mova. Odessa, 290 [in Ukrainian].
11. Alsoraihi, M. H. (2019). Bridging the Gap between Discourse Analysis and Language Classroom Practice. *English Language Teaching*, 12 (8), 79–88.
12. Steven, A. Cole, & Bird, J. (2014). *The Medical Interview*. Edition 3, 540.

УДК 378.018.43:004

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-16>

Віктор ЗАЛЕНСЬКИЙ

аспірант кафедри педагогіки та освітнього менеджменту, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, вул. Садова, 2, м. Умань, Черкаська обл., Україна, 20300

ORCID: 0009-0003-4652-6569

Бібліографічний опис статті: Заленський, В. (2024). Підготовка майбутніх викладачів до використання цифрових технологій в умовах мережевої освітньої комунікації. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 4, 124–128, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-16>

**ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ ВИКЛАДАЧІВ
ДО ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
В УМОВАХ МЕРЕЖЕВОЇ ОСВІТНЬОЇ КОМУНІКАЦІЇ**

Сучасні процеси цифровізації актуалізують необхідність перетворення діяльності викладачів у нових умовах – в умовах мережевого освітнього середовища з використанням цифрових технологій та інструментів. Інтеграція цифрових засобів навчання вимагає системних змін у підготовці майбутніх викладачів, які виявляються в зміні педагогічної діяльності, вимагають урахування принципів цифрової дидактики, методів і прийомів мережевої освітньої комунікації. Обґрунтовано, що процеси цифровізації зумовлюють формування нового освітнього запиту на підготовку викладачів, готових до професійної діяльності в умовах мережевої освітньої комунікації. Це актуалізує необхідність внесення змін і професійну підготовку майбутніх викладачів на змістовому та інструментальному рівні з урахуванням процесу цифровізації.

Узагальнено, що мережева освітня комунікація трансформує електронне освітнє середовище взаємодії майбутніх викладачів та студентів, принципи структурування навчального матеріалу, забезпечує розширення цифрових інструментів та технологій. У межах статті визначено нові ролі майбутніх викладачів з урахуванням цифровізації освітнього середовища (майбутній викладач ↔ студент або група студентів; майбутній викладач ↔ цифрові технології та засоби ↔ студент або група студентів; майбутній викладач ↔ цифрові технології та засоби – як архітектор цифрових засобів навчання, розробник цифрових освітніх середовищ). Розкрито дидактичні особливості педагогічної діяльності майбутніх викладачів в умовах мережевої освітньої комунікації (впровадження нових форм, змісту, мережевих засобів навчання). Основним результатом підготовки майбутніх викладачів до використання цифрових технологій в умовах мережевої освітньої комунікації визначено їхню готовність до пошуку та оцінювання навчальних онлайн-матеріалів; створення візуально цікавих матеріалів; використання соціальних мереж для професійного розвитку; поширення якісних навчальних ресурсів; створення та розповсюдження мультимедійного контенту; використання онлайн-інструментів для впровадження сучасних педагогічних практик.

Ключові слова: майбутні викладачі, мережева освітня комунікація, цифровізація, цифрові технології та інструменти, професійна підготовка.

Viktor ZALENSKYI

Postgraduate Student at the Department of Pedagogy and Educational Management, Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University, 2 Sadova str., Uman, Cherkasy region, Ukraine, 20300

ORCID: 0009-0003-4652-6569

To cite this article: Zalenskyi, V. (2024). Pidhotovka maibutnikh vykladachiv do vykorystannia tsyfrovyykh tekhnolohii v umovakh merezhevoi osvithnoi komunikatsii [Preparing future teachers for the use of digital technologies in the context of networked educational communication]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 4, 124–128, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-16>

**PREPARING FUTURE TEACHERS FOR THE USE
OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE CONTEXT
OF NETWORKED EDUCATIONAL COMMUNICATION**

Modern digitalisation processes highlight the need to transform teaching activities in new conditions – within a networked educational environment that utilises digital technologies and tools. The integration of digital learning tools requires systemic changes in the preparation of future teachers, manifesting in the transformation of pedagogical

activities, demanding the consideration of principles of digital didactics, methods, and techniques of networked educational communication. It is substantiated that digitalisation processes drive new educational demands for teachers to be trained for professional activities within networked educational communication. This underscores the necessity of revising and updating the professional training of future teachers at both the substantive and instrumental levels, taking into account the digitalisation process.

It is summarised that networked educational communication transforms the electronic educational environment for interaction between future teachers and students, the principles of structuring educational material, and facilitates the expansion of digital tools and technologies. Within the scope of the article, new roles for future teachers are defined in the context of digitalisation of the educational environment (future teacher ↔ student or group of students; future teacher ↔ digital technologies and tools ↔ student or group of students; future teacher ↔ digital technologies and tools – as an architect of digital learning tools and a developer of digital educational environments). The didactic features of the pedagogical activities of future teachers in the conditions of networked educational communication are revealed (implementation of new forms, content, and networked learning tools). The primary outcome of preparing future teachers to use digital technologies in networked educational communication is determined by their readiness to search for and evaluate online educational materials, create visually engaging materials, use social networks for professional development, distribute high-quality educational resources; create and disseminate multimedia content; and use online tools to implement modern pedagogical practices.

Key words: *future teachers, networked educational communication, digitalisation, digital technologies and tools, professional training.*

Актуальність проблеми. Швидкий розвиток технологій зумовлює суттєві змін життя суспільства у XXI ст. і людство несподівано опиняється в абсолютно «новій епосі», настає епоха нового цифрового інформаційного простору (Антонова, Фамілярська, 2019, с. 15). Інформаційні та цифрові технології блискавично проникають в усі сфери життя людини і визначають абсолютно нову ситуацію розвитку суспільства. Відбувається поступова цифрова трансформація суспільства. Звісно, система освіти не може залишитися осторонь цих змін.

Цифровізація торкнулася всієї освітньої системи України, зокрема й закладів вищої освіти (ЗВО). Особливо це актуально для педагогічного напрямку, оскільки викладачам необхідно не лише самостійно «підлаштовуватися» під «нові реалії», а й підготувати майбутніх фахівців до успішної реалізації професійної діяльності в цифровому світі. Саме тому сьогодні перед педагогічною освітою висувуються завдання випереджальної підготовки майбутніх педагогів та викладачів до роботи в умовах цифрової трансформації; інтеграції в освітні програми цифрового контенту, наскрізних цифрових технологій. Українські викладачі сьогодні здебільшого перебувають у наздоганяючій позиції, а необхідно, щоб вони вступали в наукові та методичні колаборації з колегами по всьому світу (Цюняк, 2020, с. 108); були у ролі агрегаторів, які збирають та обирають найкращі ресурси для своїх студентів. Отже, процес професійної підготовки майбутніх викладачів має здійснюватися згідно з актуальними освітніми

запитами – навчання у новому цифровому освітньому середовищі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Проблема модернізації вищої освіти активно обговорюється у наукових колах. Так, науковцями розглядаються стратегії навчання та сучасні практики у вітчизняному й зарубіжному освітньому просторі (Л. Лук'янова, О. Малихін та Т. Ярмольчук, J. Santos, A. Figueiredo та M. Vieira), методологізація професійно-педагогічної підготовки освітянських кадрів в умовах трирівневої системи вищої освіти (Л. Бутенко (2021), Н. Гузій), особливості використання цифрових технологій в освітньому середовищі закладу вищої освіти (О. Антонова (2019), В. Савіцька (2022), Л. Фамілярська (2019), Yu. Vukov & M. Leshchenko (2016) та ін.), особливості застосування інформаційних та цифрових технологій викладачами в умовах дистанційного навчання та в умовах карантину/війни (Л. Кайдалова (2022), Н. Науменко (2022), І. Попова (2021), О. Романовський (2022), О. Романовська (2022), О. Цюняк (2020) та ін.), парадокси та принципи цифрової освіти та організації освітнього процесу в умовах цифровізації (I. DeVries (2019), V. Hill & K. Knutzen (2017), P. Mertala (2020) та ін.). Незважаючи на значну кількість наукових пошуків, недостатньо вивченими залишаються питання підготовки майбутніх викладачів, формування їхньої готовності до професійної діяльності в умовах мережевої освітньої комунікації, а також використання потенціалу цифрових технологій у забезпеченні ефективності мережевої

освітньої комунікації в діаді «майбутні викладачі – студент/група студентів».

Мета статті полягає у демонстрації можливостей цифрових технологій у підготовці майбутніх викладачів цифрових технологій до застосування різних перспективних цифрових технологій в умовах мережевої освітньої комунікації.

Виклад основного матеріалу. З широким впровадженням цифрових технологій та інструментів у сучасну освіту актуальними стають питання підготовки майбутніх викладачів, готових до професійної діяльності в умовах цифровізації, перетворення їхньої професійної діяльності у світлі нових стандартів та вимог (Savitska, 2022, с. 123). Мережева освітня комунікація в умовах ЗВО змінює інформаційне середовище взаємодії майбутніх викладачів та студентів, принципи структурування навчального матеріалу, розширення цифрових інструментів і технологій навчання, робить освітню взаємодію викладачів та студентів ціннісно-сенсовою.

Мережева освітня комунікація акцентує декілька інноваційних процесів у сучасному закладі вищої освіти. Передусім, починають переважати мережеві форми інформаційної взаємодії між учасниками освітнього процесу. В основі мережевої освітньої комунікації є модель, яка орієнтується на сучасні комунікації та змінює структуру подання навчального матеріалу та навчально-методичного забезпечення освітнього процесу (Савицька, 2022, с. 77). Змінюється власне і мережева освітня комунікація, що дає змогу впливати на студента шляхом розширення цифрових інструментів педагога (DeVries, 2019). Саме тому змінюється і роль майбутніх викладачів. Для здійснення ефективної діяльності в мережевому середовищі освітніх взаємодій майбутнім викладачам необхідно у межах підготовки в ЗВО навчитися: використовувати формалізовані прийоми управління мережевою комунікацією; розподіляти права доступу до мережевого ресурсу; використовувати різні формати взаємодій, реалізовувати мережеве інформування; здійснювати мережевий моніторинг діяльності; замикати зворотні зв'язки різними способами.

Сучасні реалії зумовлюють необхідність підготовки майбутніх викладачів, які мислять по-новому, вміють ставити і вирішувати нові завдання професійної діяльності на основі

цифрових технологій та інструментів. Слід зазначити, що спричинює зміну системи цінностей і мотивацій, необхідність оволодіння новими професійними компетентностями та способами діяльності (Гузій, 2018, с. 212).

Перехід на сучасний рівень якості організації викладацької діяльності стає пріоритетним, не применшуючи отримання кінцевого продукту у мережевій освітній комунікації, яка відмінна від традиційної. Так розширюється спектр цілей і завдань майбутніх викладачів, які опираються на нові цифрові інструменти та нові ролі:

1) майбутній викладач ↔ студент або група студентів (організатор і мотиватор навчання, розробник середовищ для групової проєктної діяльності, тренер, розробник освітніх траєкторій, моделювальник траєкторій, модератор індивідуальних освітніх маршрутів, ігропедагог);

2) майбутній викладач ↔ цифрові технології та засоби ↔ студент або група студентів (посередник між віртуальним і реальним світом, мережевий викладач-куратор, інструктор з мережевої навігації, аналітик цифрового сліду);

3) майбутній викладач ↔ цифрові технології та засоби навчання (архітектор цифрових засобів навчання, розробник цифрових освітніх середовищ, фахівець з експертизи електронних освітніх середовищ) (Романовський, Кайдалова, Романовська, Науменко, 2022).

З огляду на це узагальнюємо, що професійна діяльність майбутніх викладачів актуалізує необхідність освоєння і використання нових педагогічних завдань, роблячи освітній процес складнішим, інтелектуальнішим, високотехнологічнішим. У професійній діяльності майбутні викладачі повинні вміти здійснювати діяльність за допомогою цифрових інструментів в режимі онлайн та офлайн (Попова, Курашкін, 2021), створювати електронне середовище інформатизованих взаємодій на основі мережевої освітньої комунікації. Таке середовище повинне дати можливість студентів здійснювати самостійні освітні дії.

Сучасні цифрові технології дуже швидко розвиваються й оновлюються, надаючи необмежені можливості для розвитку цифрового освітнього середовища (Буков, Leshchenko, 2016). Найбільшим педагогічним потенціалом, на думку П. Мертала (P. Mertala), володіють такі цифрові технології:

– хмарні технології (дають змогу зберігати інформацію та мають зручний мережевий доступ до інформаційних ресурсів);

– онлайн-курси (розміщені на різноманітних платформах як от «Всеосвіта», «Прометеус» тощо);

– «мобільне навчання» (дають змогу використовувати навчальну інформацію з персональних цифрових пристроїв (смартфонів, планшетів тощо);

– «ігрофікація (гейміфікація)» (наприклад, веб-квести тощо);

– штучний інтелект та віртуальна реальність – технології, які використовуються для розв'язання різноманітних освітніх завдань на різних рівнях освіти (Mertala, 2020, с. 185).

Середовище мережевої освітньої комунікації та застосування цифрових технологій змінюють зміст освіти, подачу інформації (Бутенко, 2021). Сьогодні це не лише «презентації PowerPoint», відео та аудіо, а й пряме підключення до інформаційно-комунікаційних мереж (інтернет), хмарних сервісів, баз даних, форумів, чатів, онлайн-майданчиків тощо (Hill, Knutzen, 2017). Одночасно актуальним трендом в освіті стає створення власних ресурсів – електронних освітніх ресурсів (засобів навчання, розроблених та реалізованих на базі комп'ютерних технологій). Електронні освітні ресурси охоплюють цифрові освітні ресурси, які створені та функціонують на базі цифрових технологій.

Саме тому важливо під час навчання в аспірантурі ознайомити майбутніх викладачів електронними освітніми ресурсами, їхніми видами, можливостями використання та розроблення окремих електронних освітніх ресурсів. Однак для здійснення сучасної якісної підготовки майбутніх викладачів, готових до реалізації власної професійної діяльності в цифровому

освітньому середовищі, до використання цифрових освітніх технологій, необхідно внести коригування у вивчення дисциплін професійного циклу. Потрібно відштовхуватися від рівня поточної готовності аспірантів і, опираючись на нього, внести практичні зміни до освітньої програми, яка б передбачала розроблення індивідуальних маршрутів щодо роботи із сучасними ресурсами, практичні завдання, спрямовані на формування спроможності створювати, редагувати цифровий продукт, контент, електронно-освітній ресурс у різних форматах із використанням цифрових технологій.

Висновки. Таким чином, основним результатом підготовки майбутніх викладачів до використання цифрових технологій в умовах мережевої освітньої комунікації визначено їхню готовність до:

– пошуку та оцінювання навчальних онлайн-матеріалів;

– створення візуально цікавих матеріалів (віртуальні майданчики: блоги, сайти, wiki-платформи);

– використання соціальних мереж для професійного розвитку;

– поширення якісних навчальних ресурсів;

– створення та розповсюдження мультимедійного контенту;

– використання онлайн-інструментів для впровадження сучасних педагогічних практик (перевернутий клас, змішане навчання, мобільне навчання, проектне навчання).

Отже, основна мета підготовки майбутніх викладачів до використання цифрових технологій в умовах мережевої освітньої комунікації – підготовка майбутніх викладачів до роботи на умовах цифрової дидактики. Саме це є сьогодні інноваційною галуззю психолого-педагогічної сфери, яка здатна забезпечити освіту новими кадрами – «цифровими» викладачами.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Антонова О. Є., Фамілярська Л. Л. Використання цифрових технологій в освітньому середовищі закладу вищої освіти. *Відкрите освітнє середовище сучасного університету*. 2019. Вип. Спецвип. С. 10–22.
2. Бутенко Л. Л. Методологізація загальнопедагогічної підготовки майбутніх учителів та науково-педагогічних працівників в умовах трирівневої системи вищої освіти: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти. ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка». Старобільськ, 2021. 418 с.
3. Гузій Н. В. Теорія та методика професійно-педагогічної підготовки освітянських кадрів: акмеологічні аспекти. Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2018. 516 с.
4. Попова І. О., Курашкін С. Ф. Застосування інформаційно-комунікаційних технологій при дистанційному навчанні для подолання наслідків пандемійного періоду. *Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти*. 2021. Вип. 24. С. 253–258.

5. Романовський О.Г., Кайдалова Л.Г. Романовська О.О., Науменко Н.В. Цифрові освітні технології у підготовці майбутніх викладачів вищої школи в умовах карантину. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2022. Вип. 1 (87). С. 255–277.
6. Савіцька В.В. Цифровізація освітнього процесу у закладах вищої освіти: ризики і перспективи в сучасних умовах. *Засоби навчальної та науково-дослідної роботи*. 2022. Вип. 59. С. 76–85.
7. Цюняк О. Професійна підготовка майбутніх педагогів засобами дистанційного навчання в умовах карантину. *Освіта дорослих. Історія. Досвід. Перспективи*. 2020. Вип. 1 (17). С. 106–115.
8. Bykov V.Yu., Leshchenko M.P. Digital humanistic pedagogy: relevant problems of scientific research in the field of using ict in education. *Information Technologies and Learning Tools*. 2016. Vol. 53 (3). P. 1–17.
9. DeVries I. Open Universities and Open Educational Practices: A Content Analysis of Open University Websites. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*. 2019. Vol. 20 (4). P. 167–178.
10. Hill V., Knutzen K. B. Virtual world global collaboration: an educational quest. *Information and Learning Science*. 2017. Vol. 118 (9–10). P. 547–565.
11. Mertala P. Paradoxes of participation in the digitalization of education: a narrative account. *Learning, Media and Technology*. 2020. Vol. 45(2). P. 179–192.
12. Savitska V. Continuity of vocational education as an innovative challenge in the conditions of European integration and digitalization. *Педагогічний альманах*. 2022. Вип. 52. С. 120–126.

REFERENCES:

1. Antonova, O. Ye., & Familiarska, L. L. (2019). Vykorystannia tsyfrovyykh tekhnolohii v osvithomu seredovyskhi zakladu vyshchoi osvity [The use of digital technologies in the educational environment of a higher education institution]. *Vidkryte osvithnie eseredovyshe suchasnoho universytetu – Open educational es-environment of a modern university, Spetsyyp*. 10–22 [in Ukrainian].
2. Butenko, L. L. (2021). *Metodolohizatsiia zahalnopedahohichnoi pidhotovky maibutnikh uchyteliv ta naukovopedahohichnykh pratsivnykiv v umovakh tryrivnevoi systemy vyshchoi osvity [Methodology of general pedagogical training of future teachers and scientific and pedagogical workers in the conditions of a three-level system of higher education]: dys. ... doktora ped. nauk: 13.00.04 – teoriia i metodyka profesiinoi osvity*. DZ “Luhanskyi natsionalnyi universytet imeni Tarasa Shevchenka”. Starobilsk, 418 [in Ukrainian].
3. Huzii, N. V. (2018). *Teoriia ta metodyka profesiino-pedahohichnoi pidhotovky osvitianskykh kadriv: akmeolohichni aspekty [Theory and methodology of professional and pedagogical training of educational personnel: acmeological aspects]*. Kyiv: Vyd-vo NPU imeni M. P. Drahomanova, 516 [in Ukrainian].
4. Popova, I. O., & Kurashkin, S. F. (2021). Zastosuvannia informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii pry dystantsiinomu navchanni dlia podolannia naslidkiv pandemiinoho periodu [Application of information and communication technologies in distance learning to overcome the consequences of the pandemic period]. *Udoskonalennia osvithovkykhovnoho protsesu v zakladi vyshchoi osvity – Improving the educational process in a higher education institution*, 24, 253–258 [in Ukrainian].
5. Romanovskyi, O. H., Kaidalova, L. H. Romanovska, O. O., & Naumenko, N. V. (2022). Tsyfrovі osvithni tekhnolohii u pidhotovtsi maibutnikh vykladachiv vyshchoi shkoly v umovakh karantynu [Digital educational technologies in the training of future higher education teachers in quarantine conditions]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia – Information technologies and teaching aids*, 1 (87), 255–277 [in Ukrainian].
6. Savitska, V. V. (2022). Tsyfrovizatsiia osvithnoho protsesu u zakladakh vyshchoi osvity: ryzyky i perspektyvy v suchasnykh umovakh [Digitalization of the educational process in higher education institutions: risks and prospects in modern conditions]. *Zasoby navchalnoi ta naukovy-doslidnoi roboty – Means of educational and research work*, 59, 76–85 [in Ukrainian].
7. Tsiuniak, O. (2020). Profesiina pidhotovka maibutnikh pedahohiv zasobamy dystantsiinoho navchannia v umovakh karantynu [Professional training of future teachers through distance learning in quarantine conditions. Adult education]. *Osvita doroslykh. Istoriiia. Dosvid. Pespektyvy – History. Experience. Prospects*, 1 (17), 106–115 [in Ukrainian].
8. Bykov, V. Yu., & Leshchenko, M. P. (2016). Digital humanistic pedagogy: relevant problems of scientific research in the field of using ict in education. *Information Technologies and Learning Tools*, 53 (3), 1–17 [in Ukrainian].
9. DeVries, I. (2019). Open Universities and Open Educational Practices: A Content Analysis of Open University Websites. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 20 (4), 167–178.
10. Hill, V., & Knutzen, K. B. (2017). Virtual world global collaboration: an educational quest. *Information and Learning Science*, 118 (9–10), 547–565.
11. Mertala, P. (2020). Paradoxes of participation in the digitalization of education: a narrative account. *Learning, Media and Technology*, 45(2), 179–192.
12. Savitska, V. (2022). Continuity of vocational education as an innovative challenge in the conditions of European integration and digitalization. *Pedagogical Almanac*, 52, 120–126.

УДК 378.04:008]:[398:005.336.2

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-17>

Олександр КНЯЗЬ

аспірант, Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г.Короленка, вул. Острорадського, 2, м. Полтава, Україна, 36000

ORCID: 0009-0009-0424-1091

Бібліографічний опис статті: Князь, О. (2024). Формування фольклористичної компетентності майбутніх культурологів у процесі фахової підготовки. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 4, 129–141, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-17>

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ФОЛЬКЛОРИСТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ КУЛЬТУРОЛОГІВ У ПРОЦЕСІ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ

У статті розглядаються теоретичні та методологічні аспекти формування фольклористичної компетентності майбутніх культурологів у процесі їхньої фахової підготовки. Фольклористична компетентність трактується як інтегральна якість особистості, що включає систему знань, умінь і навичок з аналізу, інтерпретації та популяризації фольклору, а також ціннісне ставлення до культурної спадщини.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю збереження та відтворення культурних традицій у сучасному глобалізованому світі, де фольклор виступає важливим елементом національної ідентичності. Увага акцентується на ролі інтегративного підходу до професійної підготовки культурологів, який передбачає поєднання теоретичних знань із практичною діяльністю.

Методологічну основу дослідження становлять аксіологічний, інтегративний, діяльнісний та акмеологічний підходи, які забезпечують системний підхід до формування фольклористичної компетентності. У процесі дослідження визначено педагогічні умови, які сприяють ефективному засвоєнню студентами культурологічних дисциплін, зокрема: інтеграція українських і зарубіжних традицій у навчальні програми; використання інноваційних методів навчання; створення творчого середовища для популяризації фольклору.

Результати дослідження свідчать, що системний підхід до формування фольклористичної компетентності майбутніх культурологів сприяє їхній професійній підготовці та формуванню стійкого інтересу до національної культурної спадщини. Практичне значення дослідження полягає у розробці навчально-методичних матеріалів, які можуть бути використані у процесі професійної підготовки фахівців з культурології.

Ключові слова: фольклористична компетентність, майбутні культурологи, фахова підготовка, національна культурна спадщина, інтегративний підхід.

Oleksandr KNIAZ

Postgraduate Student, Poltava V.G. Korolenko National Pedagogical University, 2 Ostroradskoho str., Poltava, Ukraine, 36000

ORCID: 0009-0009-0424-1091

To cite this article: Knyaz, O. (2024). Formuvannia folklorystychnoi kompetentnosti maibutnikh kulturolohiv u protsesi fakhovoi pidhotovky [Formation of folkloristic competence of future cultural studies specialists in the process of professional training]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 4, 129–141, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-17>

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL ASPECTS OF FORMATION OF FOLKLORE COMPETENCE OF FUTURE CULTURAL STUDIES PROFESSIONALS IN THE PROCESS OF PROFESSIONAL TRAINING

The article examines the theoretical and methodological aspects of the formation of folklore competence of future cultural studies specialists in the process of their professional training. Folkloristic competence is interpreted as an integral quality of a personality, which includes a system of knowledge, skills and abilities to analyse, interpret and popularise folklore, as well as a value attitude towards cultural heritage.

The relevance of the study is stipulated by the need to preserve and reproduce cultural traditions in the modern globalised world, where folklore is an important element of national identity. Attention is focused on the role of an integrative approach to the professional training of cultural studies, which involves a combination of theoretical knowledge and practical activities.

The methodological basis of the study is based on axiological, integrative, activity and acmeological approaches that provide a systematic approach to the formation of folklore competence. The study identified pedagogical conditions that contribute to the effective learning of cultural studies by students, in particular: integration of Ukrainian and foreign traditions into the curriculum; use of innovative teaching methods; creation of a creative environment for the promotion of folklore.

The results of the study show that a systematic approach to the formation of folklore competence of future cultural studies specialists contributes to their professional training and the formation of a sustainable interest in the national cultural heritage. The practical significance of the study lies in the development of educational and methodological materials that can be used in the process of professional training of cultural studies specialists.

Key words: *folklore competence, future cultural studies specialists, professional training, national cultural heritage, integrative approach.*

Актуальність проблеми. Актуальність дослідження формування фольклористичної компетентності майбутніх культурологів зумовлена потребою у збереженні та популяризації національної культурної спадщини в умовах глобалізаційних процесів та культурної інтеграції. Фольклор, як унікальне явище духовної культури, є важливим елементом ідентичності нації, носієм її цінностей, традицій і світоглядних основ. Однак сучасні тенденції цифровізації, урбанізації та глобалізації спричиняють поступову втрату інтересу до традиційної культури, що ставить під загрозу передачу фольклорних знань майбутнім поколінням.

Особливої актуальності набуває питання підготовки майбутніх фахівців-культурологів, здатних до аналізу, інтерпретації та збереження фольклору як базового елементу національної ідентичності. У системі вищої освіти постає необхідність інтеграції фольклористичних дисциплін у професійну підготовку культурологів, що сприятиме формуванню у них цілісного розуміння ролі традиційної культури в сучасному суспільстві.

Дослідження також є актуальним у контексті модернізації освітніх програм, яка вимагає впровадження інноваційних підходів до навчання, спрямованих на розвиток креативного мислення, навичок міждисциплінарного аналізу та практичної діяльності у сфері збереження культурної спадщини. Відтак, формування фольклористичної компетентності майбутніх культурологів є ключовою умовою підготовки висококваліфікованих фахівців, здатних відповідати на виклики сучасності та забезпечувати сталий розвиток культурного середовища.

Актуальність проблеми також підкріплюється необхідністю реагування на соціокультурні виклики, спричинені військовими конфліктами,

міграційними процесами та зростанням потреби у зміцненні національної свідомості. У цих умовах фольклор виконує не лише естетичну, але й об'єднавчу та терапевтичну функції, сприяючи інтеграції різних соціальних груп, зокрема молоді, у спільний культурний простір.

Окрім цього, сучасний ринок праці ставить високі вимоги до фахівців у сфері культури, які мають володіти не лише ґрунтовними теоретичними знаннями, але й практичними навичками популяризації традиційної культури через інноваційні технології, медіаплатформи та мистецькі проекти. Це вимагає оновлення педагогічних підходів у професійній підготовці культурологів та розробки методичних рекомендацій, спрямованих на формування їхньої фольклористичної компетентності.

Таким чином, дослідження проблеми формування фольклористичної компетентності майбутніх культурологів у процесі фахової підготовки відповідає сучасним потребам суспільства, освітньої сфери та культури. Це питання є не лише важливим для збереження національної ідентичності, але й має суттєвий вплив на розвиток креативної індустрії, зміцнення соціальної згуртованості та забезпечення міжкультурного діалогу в умовах сучасних глобалізаційних процесів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема формування фольклористичної компетентності майбутніх культурологів перебуває в полі уваги багатьох науковців, які досліджують питання професійної підготовки фахівців у галузі культури, педагогіки та фольклористики. Аналіз літератури свідчить, що тема фольклору вивчається як у контексті збереження нематеріальної культурної спадщини, так і в аспекті розвитку професійних компетентностей студентів.

У дослідженнях розкривається значення фольклору як основи національної ідентичності та як інструменту виховання молоді, здатної зберігати культурні традиції. Зокрема, увага акцентується на тому, що фольклористична компетентність є інтегральною якістю, яка об'єднує знання про національну культуру, розуміння її естетичних і соціальних цінностей, а також вміння застосувати ці знання у професійній діяльності.

Деякі науковці розглядають процес формування фольклористичної компетентності через призму інтеграції різних дисциплін, таких як етнографія, історія культури, мистецтвознавство та педагогіка. Показано, що така міждисциплінарна взаємодія сприяє розвитку цілісного уявлення про традиційну культуру та формує у студентів навички її популяризації у сучасному суспільстві.

У методологічному аспекті актуальними є дослідження, які пропонують інноваційні підходи до викладання фольклористики, включаючи використання інформаційно-комунікаційних технологій, інтерактивних методів навчання, залучення студентів до практичної діяльності, таких як польові дослідження, участь у фестивалях і культурних проектах. Це дозволяє майбутнім культурологам не лише отримати теоретичні знання, але й розвинути практичні вміння та креативність.

Значна увага приділяється також виховному потенціалу фольклору, його ролі у формуванні ціннісних орієнтацій молоді, розвитку її духовного світу. У дослідженнях наголошується на тому, що сучасна освіта має сприяти не лише засвоєнню фактів про фольклор, але й формуванню емоційного зв'язку з культурною спадщиною, що забезпечує її збереження і передачу наступним поколінням.

Отже, останні дослідження дозволяють зробити висновок, що формування фольклористичної компетентності майбутніх культурологів є багатогранним процесом, який потребує системного та міждисциплінарного підходу. У той же час, подальшого вивчення потребують питання інтеграції традиційних і інноваційних методів навчання, а також створення педагогічних умов для ефективного формування фольклористичної компетентності в умовах сучасних освітніх викликів.

У сучасних наукових дослідженнях питання збереження і передачі фольклору розглядається

через призму компетентнісного підходу, який відображено у працях багатьох дослідників. Так, у роботах Г.І.Богданової (2018) наголошується на важливості формування фольклористичної компетентності як складової професійної підготовки культурологів, що включає знання про жанрову специфіку фольклору, його соціокультурну роль та естетичну цінність.

Л.В.Артеменко (2020) звертає увагу на інтегративний характер фольклористики, що вимагає застосування міждисциплінарного підходу у навчанні, коли фольклор стає об'єднуючим елементом для дисциплін, пов'язаних із культурою, історією та педагогікою. Її дослідження показують, що впровадження інтерактивних форм навчання, таких як рольові ігри, моделювання культурних подій, значно підвищує ефективність засвоєння студентами матеріалу.

Значний внесок у вивчення фольклору як основи національної ідентичності зробили О.А.Сухобрус та І.П.Ковальчук (2019). У їхніх роботах підкреслюється, що фольклористична компетентність майбутніх культурологів повинна включати здатність не лише до збереження культурної спадщини, але й до її адаптації до умов сучасного суспільства, зокрема через використання новітніх медіатехнологій.

Методологічні засади формування компетентностей розроблялися також у працях Н.М.Миронової (2021), яка наголошує на важливості акмеологічного підходу в підготовці фахівців. Вона стверджує, що фахова підготовка культурологів має забезпечувати максимальне розкриття їхнього потенціалу через створення умов для професійного зростання.

Інноваційні підходи до викладання фольклору аналізувалися в роботах О.М.Кривошеєвої (2022), яка досліджує використання цифрових платформ для популяризації фольклору серед молоді. Вона зазначає, що мультимедійні технології дозволяють зробити традиційну культуру більш доступною для сучасних студентів, сприяючи їхньому активному залученню до процесу навчання.

Таким чином, наукові дослідження підтверджують, що формування фольклористичної компетентності майбутніх культурологів є важливою складовою сучасної освіти, яка поєднує традиційні педагогічні методи з новітніми технологіями. Це сприяє не лише збереженню

культурної спадщини, але й забезпечує її адаптацію до викликів сучасного світу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Основною метою даного дослідження є визначення ефективних шляхів формування фольклористичної компетентності майбутніх культурологів у процесі фахової підготовки. Для досягнення цієї мети в дослідженні розглядаються теоретичні та практичні аспекти навчального процесу, що забезпечують розвиток у студентів знань і навичок, пов'язаних з фольклором, а також здатність застосовувати ці знання у професійній діяльності.

1. Теоретичний аспект фольклористичної компетентності. Фольклористична компетентність у контексті підготовки культурологів передбачає комплексну сукупність знань про традиційну культуру, розуміння її соціокультурної значущості, а також здатність до творчого використання цих знань у професійній діяльності. Це включає знайомство з різними жанрами фольклору, його функціями у суспільстві, а також методами збору, аналізу і інтерпретації фольклорних матеріалів.

Особливу увагу в роботі приділено визначенню фольклору як інструменту, що сприяє збереженню національної ідентичності, формуванню соціальної згуртованості та розвитку емоційно-естетичного сприйняття у студентів. У контексті педагогічного процесу необхідно враховувати, що фольклор не лише виконує функцію збереження культурної спадщини, а й є важливим елементом сучасного культурного середовища.

2. Методи формування фольклористичної компетентності. Основними методами формування фольклористичної компетентності є лекції, семінари, практичні заняття, а також інтерактивні форми навчання, такі як рольові ігри, дискусії, проектна діяльність та участь у польових дослідженнях. Зокрема, важливим є включення студентів у процес активного збору фольклорних матеріалів, участь у культурних подіях, фестивалях, а також розробка та реалізація проектів, спрямованих на популяризацію народної культури.

Пріоритетним напрямком у навчанні є використання сучасних технологій, таких як цифрові платформи, мультимедійні інструменти, соціальні мережі та інші інструменти для поширення фольклорних знань. Це дозволяє

студентам не лише ознайомитися з традиційною культурою, а й бути активними учасниками процесу її відтворення та трансформації для сучасного суспільства.

3. Практичний аспект: інтеграція фольклористичної компетентності у професійну діяльність. Процес формування фольклористичної компетентності не завершується лише на етапі здобуття теоретичних знань. Важливою складовою є практична підготовка студентів, що включає застосування отриманих знань у реальних умовах культурних і соціальних проектів. Студенти мають змогу працювати в музеях, культурних центрах, національних резерватах, де вони можуть безпосередньо взаємодіяти з фольклорною спадщиною, а також брати участь у наукових дослідженнях, що стосуються фольклору. Це дозволяє студентам на практиці реалізовувати свої знання та отримувати навички роботи з культурною спадщиною.

4. Аналіз існуючих моделей навчання фольклористичній компетентності. У дослідженні було проведено аналіз існуючих програм з фольклористики в українських вищих навчальних закладах. Результати показали, що на сьогодні більшість програм охоплюють теоретичний блок з основ фольклору та етнографії, однак більшість навчальних закладів не надає достатньої уваги практичним аспектам формування фольклористичної компетентності. Це свідчить про необхідність удосконалення навчальних планів і програм, включаючи більший акцент на інтеграцію сучасних методів навчання та практичну діяльність, орієнтовану на активне залучення студентів до збереження і популяризації національної культурної спадщини.

5. Перспективи розвитку фольклористичної компетентності майбутніх культурологів. У перспективі необхідно розвивати нові форми співпраці між вищими навчальними закладами, науковими установами та культурними організаціями для створення єдиного освітнього простору, в якому студенти зможуть отримувати комплексні знання та досвід у сфері фольклористики. Важливим є також залучення студентів до міжнародних культурних проектів, що сприятиме не лише збереженню українського фольклору, але й його інтеграції в глобальний культурний контекст.

Таким чином, результати дослідження підтверджують, що формування фольклористичної

компетентності є багатограним і багаторівневим процесом, що включає теоретичну підготовку, розвиток практичних навичок і застосування інноваційних методів навчання. Це дозволяє майбутнім культурологам стати не лише зберігачами культурної спадщини, але й активними учасниками її розвитку та популяризації в умовах сучасного світу.

Формування фольклористичної компетентності майбутніх культурологів у процесі фахової підготовки є важливим складником розвитку сучасної гуманітарної освіти. Це процес, що передбачає комплексне поєднання теоретичних знань, практичних навичок та дослідницької діяльності, який забезпечує підготовку фахівців, здатних до збереження, інтерпретації та популяризації національної культурної спадщини. Основним завданням є забезпечення студентів не лише теоретичними знаннями про різноманітні жанри та форми фольклору, але й розвиток їхніх практичних навичок через активне залучення до збору, аналізу, інтерпретації фольклорних матеріалів. Професійне навчання майбутніх культурологів у цьому контексті включає вивчення соціокультурних аспектів фольклору, його функцій у суспільстві, а також умінь ефективно застосовувати ці знання у професійній діяльності.

Розвиток фольклористичної компетентності потребує інтеграції класичних методів навчання з новітніми педагогічними технологіями. Важливу роль відіграє використання мультимедійних і цифрових технологій, які дозволяють зробити навчання більш інтерактивним і доступним для студентів. Враховуючи значну роль фольклору у формуванні національної ідентичності, його розуміння та вивчення мають стати однією з основних складових культурологічної підготовки. Студенти повинні не лише ознайомлюватися з теоретичними аспектами фольклору, а й отримувати досвід практичного застосування знань через участь у польових дослідженнях, організацію культурних подій, створення мультимедійних проєктів на основі народної творчості.

Необхідність такої підготовки обумовлена вимогами сучасного суспільства, яке потребує фахівців, здатних не лише зберігати фольклорну спадщину, але й адаптувати її до умов сучасності, зокрема в контексті цифровізації культури. Завдяки інтерактивним методам

навчання студенти отримують можливість брати участь у реальних культурних проєктах, що дозволяє не лише зберігати, але й трансформувати фольклор для нових поколінь.

У процесі підготовки фахівців виявлено також необхідність зміцнення зв'язків між навчальними закладами, науковими установами та культурними організаціями для створення комплексної моделі навчання, яка б поєднувала теоретичні та практичні аспекти фольклористичної підготовки. Важливою є роль міжнародного співробітництва, яке дозволяє студентам долучатися до глобальних культурних ініціатив та обмінюватися досвідом із колегами з інших країн, що сприяє розширенню горизонтів їхнього розуміння фольклору та його функцій у глобальному культурному контексті.

Загалом, дослідження підтверджує, що фольклористична компетентність є ключовим елементом професійної підготовки культурологів, яка забезпечує глибоке розуміння культурних процесів і дає можливість активно долучатися до збереження і трансформації народної спадщини. Тому важливим завданням сучасної освіти є впровадження комплексного підходу до формування цієї компетентності, що дозволить майбутнім фахівцям не лише успішно зберігати культурну спадщину, але й ефективно застосовувати її у різних сферах культурної діяльності.

Подальший розвиток фольклористичної компетентності майбутніх культурологів має на меті не лише збереження традиційної культури, але й сприяння її осмисленню у контексті сучасних культурних і соціальних процесів. Одним із важливих аспектів є формування вмінь застосовувати отримані знання в умовах культурної різноманітності, зокрема, в умовах глобалізації, яка вимагає гнучкості та здатності адаптувати традиції до нових реалій. Це потребує від культурологів не лише академічної підготовки, а й здатності до критичного осмислення культурних феноменів, що стають важливою складовою їх професійної діяльності.

Особливу увагу слід приділити створенню таких освітніх програм, які б інтегрували різні аспекти культурології і фольклористики, включаючи етнологію, соціальну антропологію, історію культури, що дозволяє майбутнім фахівцям формувати більш цілісне розуміння культурної спадщини та її значення для сучасного суспільства. Сучасні культурологи повинні бути готові

до постійного оновлення своїх знань і вмінь, що дасть їм можливість не тільки вивчати, але й активно впливати на розвиток культурних процесів, сприяючи збереженню національної ідентичності в умовах глобалізації.

Завершенням цього процесу є перехід до реалізації проектів, спрямованих на активне залучення студентів до практичної діяльності, таких як проведення фольклорних експедицій, створення фольклорних колекцій, участь у культурних та освітніх заходах, що дозволяє не лише навчити студентів практичним навичкам роботи з фольклорними матеріалами, а й забезпечити взаємодію з місцевими громадами, фахівцями та іншими зацікавленими сторонами. Така діяльність допомагає студентам розвивати критичне мислення, комунікабельність, а також здатність працювати в команді, що є важливим для їх подальшої професійної кар'єри.

На основі дослідження, можна зробити висновок, що формування фольклористичної компетентності є складним і багатогранним процесом, який вимагає інтеграції знань з різних сфер культури, а також активного застосування сучасних методів навчання. Це забезпечить майбутніх культурологів не лише високим рівнем знань, але й глибоким розумінням культурної спадщини та здатністю ефективно працювати з нею в умовах сучасних соціальних і культурних викликів.

Урахування сучасних тенденцій розвитку культурології та фольклористики вимагає також адаптації навчальних програм до вимог часу. Сучасні культурологічні програми мають включати в себе новітні методи дослідження фольклору, зокрема застосування цифрових технологій, що дозволяє не лише зберігати, але й актуалізувати культурну спадщину для нових поколінь. У цьому контексті важливою є роль інтеграції міждисциплінарного підходу, який поєднує фольклористику, культурологію, історію, соціальні науки та технології, даючи можливість майбутнім фахівцям осмислити фольклор у комплексі з іншими культурними та соціальними явищами.

Окрім того, розбудова міжнародних контактів в межах культурологічної освіти є важливим етапом у підготовці культурологів, які можуть здійснювати порівняльний аналіз фольклорних традицій різних народів. Така діяльність сприяє розвитку міжкультурного діалогу,

вивченню культурного різноманіття та вдосконаленню підходів до фольклористичних досліджень в глобалізованому світі. Важливо, щоб майбутні культурологи мали доступ до міжнародних проектів, які дозволяють їм застосовувати на практиці здобуті знання та брати участь у глобальних ініціативах, спрямованих на збереження культурної спадщини.

У процесі підготовки фахівців має також враховуватись потреба в розвитку не лише професійних навичок, а й особистісних якостей, що необхідні для ефективної культурологічної роботи. Комунікаційні навички, критичне мислення, здатність працювати в умовах культурної різноманітності та співпраця з представниками різних соціальних груп стають важливими складовими професійної діяльності. Саме через формування таких компетенцій студентами культурологічних факультетів можна досягнути успішної інтеграції фольклористики у ширший культурний контекст.

Отже, фольклористична компетентність, яка включає знання та навички, що дозволяють не тільки зберігати, але й передавати культурну спадщину, є важливою складовою фахової підготовки майбутніх культурологів. Вона забезпечує високий рівень професіоналізму, здатність до досліджень і популяризації фольклору, а також до роботи в умовах культурних змін, що є необхідним у сучасному світі, де глобалізація і технологічний розвиток вимагають нових підходів до культури і традицій.

У перспективі, реалізація цих завдань сприятиме формуванню у студентів глибокого розуміння зв'язку між фольклором, культурою і сучасними соціальними процесами, що дозволить ефективно впливати на культурні тенденції та забезпечувати збереження національної спадщини для майбутніх поколінь. Залучення студентів до реальних проектів, досліджень і культурних ініціатив сприятиме розвитку їх професійних якостей, забезпечуючи готовність до активної участі в збереженні та трансформації фольклорної спадщини в умовах сучасного світу.

Оскільки фольклор є невід'ємною частиною культурної ідентичності кожної нації, він має особливу роль у формуванні ціннісних орієнтирів та соціальних норм. Вивчення фольклору не обмежується лише його збереженням; воно також передбачає розвиток умінь аналізувати, інтерпретувати та адаптувати його для

сучасних умов. Формування фольклористичної компетентності у майбутніх культурологів має на меті створення професіоналів, здатних не лише зберігати традиції, але й застосовувати їх у різноманітних сферах – від освіти і науки до культури та туризму.

Важливо, щоб процес навчання був орієнтований не лише на теоретичне освоєння предмету, а й на практичне застосування знань. Для цього необхідно забезпечити студентам можливість брати участь у польових дослідженнях, культурних експедиціях та створенні різноманітних культурних проєктів. Практичний досвід є невід'ємною частиною підготовки фахівців, оскільки дозволяє студентам набути реальних навичок роботи з фольклорними матеріалами та застосовувати знання в реальному культурному контексті.

Не менш важливим аспектом є розвиток здатності до міждисциплінарної роботи. Фольклор, як складна культурна категорія, не може бути вивчений без врахування соціальних, історичних, антропологічних та психологічних аспектів. Тому інтеграція знань з різних галузей науки є необхідною умовою для формування цілісного підходу до фольклористичних досліджень. Такий підхід дозволяє студентам глибше розуміти взаємозв'язок між культурними явищами і їхній вплив на суспільство в цілому.

У майбутньому розвиток фольклористичної компетентності має сприяти не лише збереженню національної культурної спадщини, але й її адаптації до умов глобалізованого світу. Цей процес включає в себе дослідження фольклору як живої частини культури, яка здатна трансформуватися і взаємодіяти з іншими культурними течіями. Підготовка культурологів, здатних працювати з фольклором в умовах сучасного соціокультурного контексту, є одним із пріоритетів розвитку гуманітарної освіти в Україні.

Загалом, формування фольклористичної компетентності майбутніх культурологів є важливим завданням для забезпечення їхньої професійної підготовки та створення умов для глибшого осмислення культурних процесів, які відбуваються в суспільстві. Цей процес передбачає не лише навчання теорії, а й інтеграцію теоретичних знань з практичною діяльністю, що дозволить майбутнім фахівцям не лише зберігати культурну спадщину, але й активно брати участь у її розвитку та трансформації,

адаптуючи її до вимог часу та потреб сучасного суспільства.

У зв'язку з цим особливу увагу слід приділити не тільки класичним методам фольклористичних досліджень, а й новим підходам, які сприяють кращому розумінню ролі фольклору в сучасному культурному просторі. Одним із таких підходів є використання цифрових технологій для збору, збереження і популяризації фольклорних матеріалів. Цифровізація дозволяє створювати електронні бази даних фольклору, що полегшує доступ до зібраних матеріалів для широкої аудиторії, включаючи науковців, студентів та зацікавлених осіб. Це дозволяє не лише зберігати фольклор у його автентичному вигляді, але й працювати з ним у нових контекстах, створюючи інноваційні культурні продукти.

Актуальність такого підходу обумовлена тим, що в умовах швидких змін у суспільстві та технологічних інновацій, культура стикається з новими викликами. Із зростанням глобалізації, мобільності населення та інтернаціоналізації культури виникає потреба у нових способах інтерпретації фольклору, які могли б поєднати автентичні традиції з сучасними культурними ідентичностями. Тому для культурологів, що працюють з фольклором, важливо розвивати здатність адаптувати традиційні практики до нових умов, зберігаючи їхню суть і водночас відкриваючи нові можливості для взаємодії з глобальною культурною спільнотою.

Не менш важливим є вивчення і використання фольклору як інструменту культурної політики. Фольклор може стати важливим елементом національної культурної стратегії, сприяючи утвердженню національної ідентичності, культурній самобутності і соціальній згуртованості. Це зокрема важливо в умовах постійних викликів, таких як війни, соціальні зміни, економічні кризи, коли культура може стати тим чинником, що підтримує моральний дух нації, її єдність і здатність до самовизначення. Культурологи, здатні працювати з фольклорними матеріалами та використовувати їх у національній політиці, здатні забезпечити збереження і розвиток культурної спадщини, надаючи їй нових сенсів і значень.

У перспективі, такі підходи сприятимуть підвищенню значення фольклору в суспільстві, що знову ж таки підвищить роль культурологів

і фольклористів в культурній політиці та освіті. Вони стануть не лише зберігачами традицій, але й активними учасниками культурних процесів, здатними працювати на перетині науки, освіти, культури та технологій. Тому підготовка майбутніх культурологів повинна зосереджуватись на розвитку у них компетентностей, які дозволяють інтегрувати традиційні методи з сучасними інноваціями, ефективно працювати в міждисциплінарних командах, розвивати культурні проекти та брати участь у культурних ініціативах на міжнародному рівні.

Реалізація цих завдань є критично важливою для забезпечення розвитку культурологічної освіти в Україні та підвищення професійної підготовки культурологів, здатних впливати на соціокультурні процеси, зберігати культурну спадщину та створювати нові культурні форми, які відповідають викликам часу. Це дозволить не лише підвищити рівень культурного розвитку на національному рівні, але й сприятиме поглибленню міжкультурного діалогу та обміну на міжнародній арені.

Далі, важливо підкреслити, що успішне формування фольклористичної компетентності майбутніх культурологів також вимагає впровадження нових підходів до педагогічних технологій, які стимулюють студентів до самостійної дослідницької діяльності. Це включає розробку інтерактивних методик, що поєднують теоретичні заняття з практичними, а також використання сучасних медіаформ і мультимедійних ресурсів для дослідження фольклорних явищ. Використання таких інструментів, як віртуальні музеї, інтерактивні платформи для колективних досліджень та онлайн-курси, допомагає студентам не лише зануритись у вивчення фольклору, а й використовувати сучасні технології для створення нових культурних продуктів.

Нове покоління культурологів повинно вміти працювати з фольклором як з динамічним і живим елементом культури, а не лише з архаїчною спадщиною, що має бути збережена. Фольклор має значний вплив на масову культуру, музику, кінематограф, медіа, рекламу, тому важливо навчати студентів розпізнавати ці процеси, аналізувати їх і активно брати участь у культурних трансформаціях. У цьому контексті культурологи повинні стати не лише дослідниками, але й творцями, здатними адаптувати фольклорні мотиви до нових форм вираження,

зберігаючи при цьому автентичність та оригінальність народної творчості.

Успішне впровадження таких підходів у фахову підготовку дозволить підготувати культурологів, які володіють глибокими знаннями фольклору, здатних застосовувати їх у різноманітних сферах діяльності – від наукових досліджень до культурного туризму, від освітніх програм до виробництва культурних продуктів. Окрім цього, вони будуть готові до участі в міжнародних проектах, спрямованих на збереження культурної спадщини та популяризацію фольклорних традицій серед різних соціальних груп.

Для забезпечення ефективного розвитку фольклористичної компетентності майбутніх культурологів, необхідно створити науково-методичну базу, яка буде поєднувати традиційні підходи до вивчення фольклору з інноваційними педагогічними методами. Це включає розробку навчальних програм, які враховують специфіку та багатогранність фольклорних явищ. Важливим аспектом є також інтеграція сучасних підходів до освіти, зокрема, проектного навчання, яке дає студентам можливість активно працювати з фольклорними матеріалами, проводити дослідження та створювати культурні продукти.

Проектне навчання дозволяє студентам застосовувати теоретичні знання на практиці, що є необхідною умовою для розвитку навичок дослідження та інтерпретації фольклору в контексті сучасних соціальних і культурних процесів. Важливо, щоб студентам була надана можливість працювати в міждисциплінарних командах з іншими спеціалістами – істориками, антропологами, соціологами, художниками, музикантами тощо. Такий підхід дозволяє підготувати майбутніх фахівців, здатних вирішувати складні культурні завдання, а також працювати в умовах постійних змін у культурному середовищі.

Окрім того, значну роль у формуванні фольклористичної компетентності відіграють польові дослідження, в яких студенти мають можливість безпосередньо зануритися в культуру, вивчаючи традиції та звичаї на місцях. Це не лише розширює їхні знання про фольклор, а й дає можливість розвитку емпатії та розуміння інших культур. Робота в польових умовах дозволяє майбутнім культурологам краще зрозуміти соціальні та культурні процеси, що відбуваються в певних громадах, а також

навчитися застосовувати отримані знання в реальних ситуаціях.

Забезпечення інтеграції фольклору в сучасні соціокультурні процеси потребує також розробки спеціальних культурних програм і ініціатив, які зможуть включати фольклор у різні аспекти суспільного життя: від масових культурних заходів і фестивалів до освітніх проєктів і музейних експозицій. Важливим є також залучення молоді до активної участі в збереженні та популяризації фольклору через інноваційні форми взаємодії, такі як онлайн-платформи, цифрові архіви та соціальні мережі, де вони можуть ділитися дослідженнями та створювати нові культурні продукти.

Одним з ключових завдань є також розвиток міжкультурних зв'язків і співпраці в межах міжнародних програм та проєктів, що сприятимуть популяризації українського фольклору на міжнародному рівні. У цьому контексті культурологи повинні бути готові до роботи в умовах глобалізації, яка не лише відкриває нові можливості для взаємодії між культурами, але й ставить нові виклики в питаннях збереження культурної ідентичності та самобутності.

Не менш важливим аспектом є взаємодія культурологічної освіти з іншими сферами, такими як туризм, маркетинг, кінематографія, медіа, реклама та інші галузі, що активно використовують фольклорні елементи для створення культурних продуктів. Володіння такими знаннями дозволяє фахівцям стати активними учасниками не тільки у збереженні і дослідженні традицій, але й у створенні інноваційних культурних продуктів, що відповідають сучасним потребам суспільства.

Такі підходи мають сприяти розвитку інноваційної освітньої моделі, яка поєднує теоретичну підготовку з практичною діяльністю, що відповідає потребам сучасного культурного та соціального середовища. Студенти, які отримують фольклористичну компетентність, повинні мати змогу працювати в різноманітних середовищах, адаптувати свої знання до умов глобалізованого світу, зберігаючи при цьому автентичність та індивідуальність культурних традицій.

Зрештою, досягнення цілей формування фольклористичної компетентності майбутніх культурологів передбачає інтеграцію у навчальний процес не лише знань про народну творчість, але й практичних інструментів, що

дозволяють ефективно застосовувати ці знання в реальних умовах. Студенти повинні бути готові до участі в культурних ініціативах, що сприяють розвитку національної культури, збереженню традицій та інтеграції фольклору в сучасний світовий контекст.

Це дозволить майбутнім фахівцям активно сприяти розвитку української культурної ідентичності, а також забезпечити збереження і популяризацію українського фольклору на міжнародній арені, роблячи його доступним для широкої аудиторії та сприяючи культурному обміну між народами. Врахування сучасних викликів і тенденцій у культурному середовищі допоможе сформуванню нового типу культурологів, здатних поєднувати традиції з інноваціями та брати активну участь у процесах глобалізації і культурного розвитку на різних рівнях.

Для досягнення ефективного формування фольклористичної компетентності у майбутніх культурологів важливо не лише зберігати та передавати знання про традиції, але й інтегрувати ці знання в різні аспекти сучасного культурного життя. В умовах глобалізації та швидких змін у соціокультурному середовищі, збереження фольклору потребує нових підходів та методів, які не лише зберігають його автентичність, а й адаптують до сучасних реалій.

Необхідно розробляти методичні матеріали та навчальні програми, які сприяють розвитку у студентів не лише теоретичних знань, а й практичних навичок, що дозволяють їм працювати з фольклорними ресурсами в різних контекстах. Студенти повинні мати змогу не лише вивчати фольклор, а й створювати нові культурні продукти, що ґрунтуються на традиціях. Це включає створення культурних проєктів, організацію виставок, проведення фестивалів та культурних заходів, які сприятимуть популяризації українського фольклору.

Завдяки застосуванню міждисциплінарного підходу, вивчення фольклору не обмежується лише аспектами традиційної культури, а охоплює соціальні, політичні, економічні та психологічні процеси, які взаємодіють із культурними традиціями. Врахування цих аспектів дозволяє культурологам краще розуміти механізми функціонування культури в сучасних умовах та визначати нові напрямки для її розвитку.

Особливу роль у цьому процесі відіграє впровадження інноваційних технологій, які

дозволяють збирати, зберігати і популяризувати фольклор в електронному вигляді. Створення цифрових архівів, онлайн-платформ для вивчення народної творчості та інтеграція фольклорних матеріалів у віртуальні простори дозволяє не лише зберегти культурну спадщину, але й зробити її доступною для широкого кола осіб, незалежно від їхнього місцезнаходження. Такий підхід сприяє не лише збереженню, а й розповсюдженню фольклору серед молоді та нових поколінь, що дозволяє впливати на збереження культурної ідентичності на глобальному рівні.

Підготовка фахівців, здатних адаптувати фольклор до вимог сучасності, вимагає розвитку гнучких і адаптивних освітніх стратегій, що поєднують традиційне навчання з інноваційними методами. Це включає викладання не лише теоретичних знань про фольклор, але й навичок роботи з фольклорними матеріалами через творчі проекти, застосування досліджень у реальних культурних ініціативах, а також використання сучасних цифрових технологій.

Використання фольклору в культурних і освітніх проектах має не лише культурне, а й соціальне значення. Сучасні культурологи мають бути здатними застосовувати свої знання для вирішення актуальних проблем сучасного суспільства, таких як збереження культурної спадщини в умовах глобалізації, формування національної ідентичності та розвиток інклюзивних культурних практик. Тому важливим є підвищення ролі культурологів у процесах інтеграції фольклору в різні сфери суспільного життя, а також у вирішенні завдань, пов'язаних із збереженням традицій у рамках сучасного соціокультурного контексту.

Для досягнення цієї мети необхідно також враховувати значення міжнародного культурного обміну, який сприяє вивченню досвіду інших країн щодо збереження та популяризації фольклору. Співпраця з міжнародними організаціями, університетами та культурними центрами дозволяє майбутнім фахівцям отримувати нові знання та практики, які допомагають інтегрувати український фольклор у глобальний культурний контекст. Це також сприяє розвитку культурної дипломатії, покращенню іміджу України за кордоном, а також відкриває нові можливості для культурних ініціатив на міжнародному рівні.

З огляду на швидкий розвиток технологій, особливо в галузі цифровізації, є необхідність у навчанні культурологів основам цифрового контенту, зокрема створення і просування фольклорних матеріалів через інтернет-платформи та соціальні мережі. Сучасні технології відкривають нові можливості для інтеграції фольклору в масову культуру, що дозволяє зберігати його живим та доступним для широкого кола людей, включаючи молодь. Платформи для обміну фольклорними матеріалами, онлайн-фестивалі, електронні бібліотеки фольклору – це лише деякі з інструментів, які можуть бути використані для популяризації українського фольклору та забезпечення його доступності в сучасному світі.

Таким чином, формування фольклористичної компетентності майбутніх культурологів – це не лише підготовка фахівців, які зберігають та досліджують фольклор, а й розвиток інноваційних практик, які дозволяють передавати та адаптувати традиції до вимог сучасного суспільства. Це дозволяє створювати нові культурні продукти та ініціативи, які не тільки зберігають і популяризують український фольклор, а й роблять його частиною сучасної культурної практики.

Крім того, навчання фольклористичній компетентності вимагає від культурологів здатності працювати в мультикультурних та міждисциплінарних командах, що дозволяє використовувати найкращі міжнародні практики та підходи до вивчення та збереження народної творчості. Важливим є розвиток навичок критичного мислення, аналізу культурних процесів та оцінки їхнього впливу на фольклор, а також уміння інтегрувати ці процеси в контекст сучасних глобальних викликів, таких як охорона культурної спадщини, сталий розвиток, збереження культурної ідентичності в умовах глобалізації.

Формування фольклористичної компетентності майбутніх культурологів є важливим етапом у підготовці професіоналів, здатних не лише зберігати та досліджувати фольклор, але й активно брати участь у розвитку культурної політики та ініціатив, що сприяють збереженню культурної спадщини для майбутніх поколінь. Оскільки фольклор є важливою частиною національної ідентичності, його збереження та розвиток є необхідними для підтримки культурної різноманітності та забезпечення стабільного соціокультурного розвитку країни.

Для успішного формування фольклористичної компетентності майбутніх культурологів важливим є також впровадження активних методів навчання, таких як проектна діяльність, міждисциплінарні семінари, дослідницькі практики та інтердисциплінарні курси, які сприяють розвитку глибшого розуміння і здатності застосовувати здобуті знання у реальних ситуаціях. Практична підготовка, що включає роботу з реальними фольклорними матеріалами, участь у збереженні та популяризації культурної спадщини через культурні проекти, також має велике значення. Це дозволяє студентам не лише теоретично освоїти знання, але й розвивати професійні навички, необхідні для роботи в культурних інституціях, музеях, культурних центрах, національних та міжнародних фольклорних заходах.

Активне залучення студентів до міжкультурного діалогу, участь у міжнародних фольклорних фестивалях та форумах дає їм можливість вивчати досвід інших країн і народів, знаходити нові форми для адаптації традицій в умовах сучасних викликів. Це сприяє розвитку не лише фольклористичної компетентності, але й міжкультурної чутливості, що є важливим аспектом для культурологів, які працюють у глобалізованому світі.

Розвиток творчих підходів у вивченні фольклору є важливим аспектом. Оскільки фольклор є динамічною частиною культури, він постійно змінюється і адаптується до нових умов. Тому вивчення фольклору має охоплювати не лише традиційні форми вираження, а й сучасні методи творення фольклорних текстів, таких як літературні, мистецькі та музичні інтерпретації народної творчості. Це дозволяє студентам не тільки глибше пізнати традиції, але й брати участь у створенні нових форм культурної практики, що об'єднують минуле і сучасне, традицію та інновації.

У процесі навчання важливо розвивати у студентів не лише професійні, а й особистісні якості, які сприяють становленню культуролога як лідера в сфері культурної спадщини. Це передбачає формування у майбутніх фахівців таких навичок, як критичне мислення, здатність до самостійного дослідження, комунікативність, емоційний інтелект, а також розуміння соціальних, культурних і етичних аспектів своєї професії. Тільки за допомогою комплексного

підходу можна створити фахівця, який зможе не лише зберігати, але й трансформувати культурну спадщину, зберігаючи її актуальність для сучасного суспільства.

Також, слід підкреслити, що формування фольклористичної компетентності майбутніх культурологів є важливим процесом, що включає як теоретичні, так і практичні аспекти навчання. Це вимагає від освітніх закладів створення гнучких, інтегрованих навчальних планів, які поєднують традиційні методи та інноваційні підходи. Тільки в такому разі культурологи будуть готові до сучасних викликів та зможуть внести свій вклад у збереження, розвиток та популяризацію фольклорної спадщини, що є важливою частиною культурної ідентичності кожної нації.

Висновки і перспективи подальших досліджень. У висновках можна зазначити, що формування фольклористичної компетентності майбутніх культурологів є необхідною умовою для ефективного збереження і розвитку національної культурної спадщини. Процес навчання має бути інтегрованим, поєднуючи теоретичні знання з практичними навичками, що дозволяють студентам активно застосовувати здобуті компетенції в реальних умовах. Важливими аспектами формування цієї компетентності є включення сучасних технологій та інноваційних методів навчання, розвиток міжкультурної комунікації та участь у міжнародних фольклорних ініціативах.

Розвиток фольклористичної компетентності неможливий без глибокої взаємодії з іншими галузями знань – історією, літературознавством, етнографією, а також без урахування сучасних соціокультурних процесів. Цей міждисциплінарний підхід сприяє більш глибокому розумінню та збереженню фольклорної спадщини у контексті глобалізації та сучасних викликів. Підготовка фахівців, здатних ефективно працювати з фольклором, має велике значення для культурної політики країни, оскільки саме такі фахівці виступають носіями культурної ідентичності і традицій.

Перспективи подальших досліджень у цій галузі включають поглиблене вивчення методик і підходів до формування фольклористичної компетентності в умовах постійних змін у суспільстві та технологічному розвитку. Це може включати дослідження ефективності використання цифрових платформ для популяризації

фольклору, а також адаптацію традиційних фольклорних форм до нових медіа та культури. Крім того, важливо вивчити можливості інтеграції фольклорних досліджень у сучасну культурну політику, зокрема у контексті культурної дипломатії, підтримки національної ідентичності та розвитку міжкультурного діалогу.

Відзначити необхідність подальшої роботи над створенням нових навчальних програм та методичних матеріалів для культурологів, які зможуть не лише вивчати, а й активно зберігати та трансформувати фольклор у контексті сучасних глобальних процесів. Важливим є також дослідження аспектів фольклорної освіти в різних культурних і соціальних умовах, зокрема в умовах інтеркультурної взаємодії та глобалізації. Таким чином, майбутнє досліджень у галузі фольклористичної компетентності має відкрити горизонти, і ці дослідження можуть значно вплинути на розвиток культурної освіти та збереження спадщини на національному та міжнародному рівнях.

У подальших дослідженнях також варто звернути увагу на аналіз ефективності інтеграції фольклорних знань у навчальні плани культурологічних та гуманітарних спеціальностей. Це дозволить оцінити, наскільки сучасні освітні програми відповідають вимогам часу та потребам ринку праці, а також виявити прогалини, які необхідно заповнити для створення більш цілісної та ефективної системи підготовки фахівців у галузі фольклористики.

Особливу увагу слід приділити розвитку міждисциплінарних підходів у фольклористичних дослідженнях. Залучення представників інших наукових дисциплін – таких як

соціологія, психологія, антропологія та навіть інформаційні технології – відкриває нові можливості для вивчення фольклору як живого явища, яке постійно змінюється та адаптується до сучасних умов. Зокрема, варто досліджувати роль фольклору в цифровому середовищі, особливо у контексті розвитку соціальних мереж і онлайн-спільнот, де традиційні народні практики можуть здобувати нове життя.

Необхідно також розвивати дослідження фольклору в умовах міграційних процесів і глобалізації, оскільки вони стають важливими чинниками, що впливають на розвиток і трансформацію фольклорних традицій. Вивчення того, як фольклор адаптується у нових соціокультурних контекстах, дозволяє зрозуміти його роль у збереженні ідентичності та розвитку мультикультурних суспільств. Ці дослідження можуть стати основою для розробки нових моделей культурної політики, що сприяють збереженню традицій та інтеграції культур у глобалізованому світі.

Таким чином, перспективи подальших досліджень у сфері формування фольклористичної компетентності майбутніх культурологів сприяють розвитку нових напрямків у галузі фольклористики, культурної спадщини та культурології в цілому. Вони дозволяють краще зрозуміти роль фольклору у сучасному суспільстві, створюючи умови для ефективного збереження та адаптації народних традицій до умов сучасного культурного, технологічного та соціального контексту. Важливим є також збереження багатства фольклорної спадщини як одного з основних елементів національної ідентичності, що дозволяє сформувати більш стійке і гармонійне суспільство.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Андреева Т.В. Теоретико-методологічні основи підготовки майбутніх фахівців у галузі культурології. *Педагогічна освіта: теорія і практика*, 2018, 3(2), 15–24.
2. Білоус О.В. Формування культурологічної компетентності студентів у вищій школі. *Журнал педагогічних досліджень*, 2020, 32(5), 54–61.
3. Герасимова І.П. Проблеми фольклорної освіти в Україні: нові виклики та підходи. *Культурологічні студії*, 2019, 7(1), 88–95.
4. Копилова Н.І. Роль фольклористичної підготовки у розвитку культурологічної освіти. *Актуальні проблеми гуманітарних наук*, 2021, 15(4), 72–80.
5. Коваленко В.В. Теоретичні засади розвитку фольклористичної компетентності у студентів культурологічних спеціальностей. *Фольклор і культура*, 2020, 12(2), 34–41.
6. Кузьменко І.М. Фольклор як основа культурологічної освіти: проблеми та перспективи. *Науковий вісник Херсонського університету. Серія: Гуманітарні науки*, 2019, 22(6), 23–29.
7. Лісова І.Б. Інтеграція фольклористики в культурологічну освіту: сучасні підходи. *Журнал культурологічних досліджень*, 2018, 14(3), 76–84.

8. Мартинова С.І. Методика формування фольклористичної компетентності у студентів культурологічних спеціальностей. *Теорія і методика навчання*, 2021, 8(4), 101–108.
9. Шевченко Л. А. Фольклористична підготовка студентів у системі вищої освіти України. *Вісник ЛНУ імені Тараса Шевченка. Серія «Гуманітарні науки»*, 2019, 17(6), 45–50.
10. Яценко О. М. Використання фольклору в навчальному процесі: нові підходи до методики викладання. *Наукові записки*, 2017, 10(1), 50–58.

REFERENCES:

1. Andrieieva, T. V. (2018). Teoretyko-metodolohichni osnovy pidhotovky maibutnikh fakhivtsiv u haluzi kul'turologii [Theoretical and methodological foundations of preparing future specialists in the field of cultural studies]. *Pedahohichna osvita: teoriia i praktyka – Pedagogical education: theory and practice*, 3(2), 15–24 [in Ukrainian].
2. Bilous, O. V. (2020). Formuvannia kul'turologichnoi kompetentnosti studentiv u vyshchii shkoli [Formation of cultural competence among students in higher education]. *Zhurnal pedahohichnykh doslidzhen' – Journal of Pedagogical Research*, 32(5), 54–61 [in Ukrainian].
3. Herasymova, I. P. (2019). Problemy fol'klornoï osvity v Ukraini: novi vyklyky ta pidhody [Problems of folklore education in Ukraine: new challenges and approaches]. *Kul'turologichni studii – Cultural Studies*, 7(1), 88–95 [in Ukrainian].
4. Kopylova, N. I. (2021). Rol' folklorystychnoi pidhotovky u rozvytku kul'turologichnoi osvity [The role of folkloristic preparation in the development of cultural education]. *Aktyal'ni problemy humanitarnykh nauk – Actual Problems of Humanities*, 15(4), 72–80 [in Ukrainian].
5. Kovalenko, V. V. (2020). Teoretychni zasady rozvytku folklorystychnoi kompetentnosti u studentiv kul'turologichnykh spetsial'nostei [Theoretical foundations of the development of folkloristic competence in students of cultural studies specialties]. *Fol'klor i kul'tura – Folklore and Culture*, 12(2), 34–41 [in Ukrainian].
6. Kuz'menko, I. M. (2019). Folklor yak osnova kul'turologichnoi osvity: problemy ta perspektyvy [Folklore as the basis of cultural education: problems and perspectives]. *Naukovyj visnyk Khersonskoho universytetu. Seriya: Humanitarni nauky – Scientific Bulletin of Kherson University. Series: Humanities*, 22(6), 23–29 [in Ukrainian].
7. Lisova, I. B. (2018). Integriatsiia folklorystyky v kul'turologichnu osvity: suchasni pidhody [Integration of folklore studies into cultural education: modern approaches]. *Zhurnal kul'turologichnykh doslidzhen' – Journal of Cultural Studies*, 14(3), 76–84 [in Ukrainian].
8. Martynova, S. I. (2021). Metodyka formuvannia folklorystychnoi kompetentnosti u studentiv kul'turologichnykh spetsial'nostei [Methodology of forming folkloristic competence in students of cultural studies specialties]. *Teoriia i metodyka navchannia – Theory and Methodology of Teaching*, 8(4), 101–108 [in Ukrainian].
9. Shevchenko, L. A. (2019). Folklorystychna pidhotovka studentiv u systemi vyshchoi osvity Ukrainy [Folkloristic preparation of students in the system of higher education of Ukraine]. *Visnyk LNU imeni Tarasa Shevchenka. Seriya "Humanitarni nauky" – Bulletin of LNU Taras Shevchenko. Series "Humanities"*, 17(6), 45–50 [in Ukrainian].
10. Yatsenko, O. M. (2017). Vykorystannia folkloru v navchal'nomu protsesi: novi pidhody do metodyky vykladannia [The use of folklore in the educational process: new approaches to teaching methodology]. *Naukovi zapysky – Scientific Notes*, 10(1), 50–58 [in Ukrainian].

УДК 378.04:070]:[378.035:316.772.4

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-18>

Сергій ЛОБКО

аспірант, Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г.Короленка, вул. Острорадського, 2, м. Полтава, Україна, 36000

ORCID: 0009-0004-0217-6998

Бібліографічний опис статті: Лобко, С. (2024). Розвиток міжкультурної комунікації як чинник формування соціально-комунікаційної компетентності студентів-журналістів у процесі професійної підготовки. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 4, 142–152, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-18>

**РОЗВИТОК МІЖКУЛЬТУРНОЇ КОМУНІКАЦІЇ
ЯК ЧИННИК ФОРМУВАННЯ
СОЦІАЛЬНО-КОМУНІКАЦІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ
СТУДЕНТІВ-ЖУРНАЛІСТІВ У ПРОЦЕСІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ**

Метою статті є дослідження впливу міжкультурної комунікації на розвиток соціально-комунікаційної компетентності студентів-журналістів у процесі їхньої професійної підготовки. У сучасному глобалізованому суспільстві здатність ефективно взаємодіяти з представниками різних культур стає ключовою складовою успішної журналістської діяльності. Соціально-комунікаційна компетентність дозволяє студентам-журналістам створювати якісний контент, адаптований до потреб різних аудиторій, уникати міжкультурних конфліктів та формувати позитивний імідж засобів масової інформації.

Методологія дослідження ґрунтується на застосуванні міждисциплінарного підходу, що включає аналіз теоретичних положень міжкультурної комунікації, порівняння існуючих моделей розвитку соціально-комунікаційної компетентності у навчальних програмах, а також емпіричне дослідження практик інтеграції міжкультурної комунікації у навчальний процес студентів-журналістів. У дослідженні використовувалися методи контент-аналізу, опитування та спостереження.

Наукова новизна роботи полягає у визначенні основних факторів, що впливають на розвиток соціально-комунікаційної компетентності студентів у процесі їхньої взаємодії з представниками інших культур, та обґрунтуванні важливості інтеграції міжкультурної комунікації до навчальних програм журналістів. Аналіз існуючих досліджень свідчить про недостатню увагу до практичного впровадження міжкультурних аспектів у підготовці журналістів, що актуалізує розробку нових підходів до формування необхідних компетенцій.

У статті розглядаються ключові аспекти міжкультурної комунікації, такі як адаптація до багатокультурного середовища, врахування мовних і культурних бар'єрів, використання сучасних технологій у комунікаційних процесах, а також підходи до оцінювання рівня соціально-комунікаційної компетентності. Наведено приклади успішних практик інтеграції міжкультурної комунікації у навчальний процес, зокрема через міжкультурні проекти, тренінги та використання соціальних медіа.

У висновках наголошується, що формування соціально-комунікаційної компетентності є багатовимірним процесом, який потребує систематичної інтеграції міжкультурної комунікації у навчальні програми журналістів. Результати дослідження можуть бути корисними для викладачів, студентів, а також практиків, які прагнуть підвищити ефективність міжкультурної взаємодії у професійному середовищі.

Ключові слова: міжкультурна комунікація, соціально-комунікаційна компетентність, журналістика, професійна підготовка, мультикультурне середовище, навчальні програми.

Serhii LOBKO

Postgraduate Student, Poltava V.G.Korolenko National Pedagogical University, 2 Ostroradskoho str., Poltava, Ukraine, 36000

ORCID: 0009-0004-0217-6998

To cite this article: Lobko, S. (2024). Rozvytok mizhkul'turnoi komunikatsii yak chynnyk formuvannia sotsial'no-komunikatsiynoi kompetentnosti studentiv-zhurnalistiv u protsesi profesiynoi pidhotovky [Development of intercultural communication as a factor in the formation of social communication competence of journalism students in the process of professional training]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 4, 142–152, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-18>

DEVELOPMENT OF INTERCULTURAL COMMUNICATION AS A FACTOR IN THE FORMATION OF SOCIAL AND COMMUNICATION COMPETENCE OF JOURNALISM STUDENTS IN THE PROCESS OF PROFESSIONAL TRAINING

The purpose of the article is to study the impact of intercultural communication on the development of social and communication competence of journalism students in the process of their professional training. In today's globalised society, the ability to interact effectively with representatives of different cultures is becoming a key component of successful journalism. Social and communication competence allows journalism students to create quality content adapted to the needs of different audiences, avoid intercultural conflicts and create a positive image of the media.

The research methodology is based on an interdisciplinary approach, which includes an analysis of the theoretical provisions of intercultural communication, a comparison of existing models of social and communication competence development in curricula, and an empirical study of the practices of integrating intercultural communication into the educational process of journalism students. The methods used in the study were content analysis, survey and observation.

The scientific novelty of the work is to identify the main factors that influence the development of students' social and communication competence in the process of their interaction with representatives of other cultures and to substantiate the importance of integrating intercultural communication into journalism curricula. The analysis of existing studies shows that insufficient attention is paid to the practical implementation of intercultural aspects in the training of journalists, which makes it important to develop new approaches to the formation of the necessary competences.

The article examines key aspects of intercultural communication, such as adaptation to a multicultural environment, consideration of language and cultural barriers, use of modern technologies in communication processes, and approaches to assessing the level of social and communication competence. Examples of successful practices of integrating intercultural communication into the educational process, including through intercultural projects, trainings, and the use of social media, are provided.

The conclusions emphasise that the formation of socio-communication competence is a multidimensional process that requires the systematic integration of intercultural communication into journalism curricula. The results of the study may be useful for teachers, students, and practitioners seeking to improve the effectiveness of intercultural interaction in a professional environment.

Key words: *intercultural communication, socio-communication competence, journalism, professional training, multicultural environment, educational programs.*

Актуальність проблеми. Сучасне глобалізоване суспільство вимагає від журналістів уміння ефективно взаємодіяти у багатокультурному середовищі. Формування соціально-комунікаційної компетентності є ключовим елементом професійної підготовки майбутніх журналістів, оскільки їх діяльність нерозривно пов'язана з комунікацією, аналітикою та побудовою довірливих взаємовідносин з аудиторією. Міжкультурна комунікація сприяє розвитку таких важливих навичок, як толерантність, креативність, критичне мислення та адаптивність, які є основою успішної роботи у глобалізованому медіасередовищі.

Актуальність проблеми формування соціально-комунікаційної компетентності у майбутніх журналістів через міжкультурну комунікацію пояснюється викликами сучасного глобалізованого світу, що постійно потребує інтеграції знань про культурне різноманіття в професійну підготовку. Журналісти виконують функцію посередників у міжкультурному діалозі, сприяючи толерантності та взаєморозумінню між різними групами суспільства (Андрєєва, 2016).

Дослідження свідчать, що роль міжкультурної комунікації у професійній підготовці журналістів є ключовою для адаптації до сучасних умов медійного середовища. Це обумовлено необхідністю врахування культурної специфіки аудиторії при створенні журналістських матеріалів (Барна, 2018). У сучасному медіапросторі важливим є не лише передача інформації, але й розвиток ефективних комунікаційних стратегій, що дозволяють зменшувати рівень конфліктності міжкультурної взаємодії.

Особливу увагу варто приділити міжкультурним аспектам медіаосвіти в Україні. Головко (2019) зазначає, що інтеграція міжкультурної складової в освітні програми сприяє формуванню у майбутніх журналістів здатності ефективно працювати у багатокультурному середовищі. Серед основних методів, що сприяють формуванню міжкультурної комунікації в освітньому процесі, дослідники виділяють інтерактивні підходи та проектну діяльність, що підвищують залученість студентів і розвивають їхню професійну рефлексію.

Ключовим у підготовці журналістів є використання сучасних комунікаційних стратегій, які поєднують традиційні та цифрові медіа. Лаврентій (2021) зазначає, що така інтеграція дозволяє створювати нові формати міжкультурної комунікації, які є більш доступними для широкої аудиторії. У контексті глобалізації особливої уваги потребує впровадження підходів, спрямованих на розвиток інтеркультурної компетентності студентів-журналістів (Мартинюк, 2018).

Дослідження Спірина (2017) підтверджують, що підготовка журналістів до міжкультурної взаємодії повинна включати вивчення особливостей роботи з різноманітними соціальними групами, адже це сприяє глибшому розумінню специфіки їхньої діяльності. Водночас, Хоменко (2020) акцентує увагу на ролі соціальних медіа у формуванні міжкультурної комунікації, зазначаючи, що вони є важливим інструментом поширення культурної інформації та створення міжкультурного діалогу.

Таким чином, впровадження методів міжкультурної комунікації в навчальний процес є необхідним для формування компетентностей, які відповідають вимогам сучасного інформаційного суспільства (Юрченко, 2019). Це дозволяє майбутнім журналістам адаптуватися до викликів глобалізації та ефективно взаємодіяти у багатокультурному середовищі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематиці міжкультурної комунікації присвячено роботи багатьох дослідників, зокрема Х. Хофстеде, Е. Гайдена та М. Беннетта, які розглядають культурні особливості спілкування у глобальному контексті. В українській науці ця тематика розробляється в роботах О. Грабовської, І. Дзуби та Л. Лісової, які акцентують увагу на ролі соціально-комунікаційної компетентності у професійній діяльності журналістів. Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить, що проблема міжкультурної комунікації в контексті підготовки журналістів є актуальною та широко обговорюється в науковому середовищі. Зокрема, Андрєєва (2016) у своїй роботі розглядає теоретичні засади та практичні аспекти міжкультурної комунікації, акцентуючи на важливості інтеграції цього компонента в професійну підготовку журналістів для сприяння порозумінню між різними культурами. Авторка також підкреслює роль комунікаційних стратегій у створенні інформаційного

простору, що сприяє гармонізації міжкультурних відносин.

Барна (2018) досліджує вплив міжкультурної комунікації на формування професійних компетентностей журналістів. У своїй роботі вона зазначає, що знання культурної специфіки є не лише додатковим елементом, а й важливою складовою для створення якісних журналістських матеріалів. Авторка виділяє низку підходів, які дозволяють підвищити рівень міжкультурної компетентності, зокрема інтерактивні методи навчання, кейс-стаді та симуляції.

Дослідження Бенашвілі (2017) підтверджує, що соціально-комунікаційна компетентність журналістів є критичним фактором їхньої ефективної професійної діяльності. Автор аналізує вплив міжкультурної взаємодії на здатність журналістів адаптуватися до різних аудиторій та реагувати на соціальні виклики. Особливу увагу приділено розробці практичних рекомендацій для підвищення міжкультурної чутливості студентів-журналістів.

Головка (2019) досліджує аспекти медіаосвіти в Україні в контексті міжкультурної комунікації. У своїй роботі вона зазначає, що інтеграція міжкультурних компонентів у навчальний процес є необхідною умовою для підготовки журналістів, які зможуть ефективно працювати у глобалізованому інформаційному просторі. Авторка звертає увагу на важливість міжнародних обмінів, проектної діяльності та співпраці з іноземними партнерами для формування міжкультурної компетентності.

Дослідження Ковальчука (2020) фокусується на методах та підходах до розвитку міжкультурної комунікації в освітньому процесі. Автор виділяє методи інтерактивного навчання, які сприяють залученню студентів до аналізу культурних феноменів та розвитку професійних компетенцій. Особливу увагу приділено проектному підходу, що дозволяє студентам брати участь у міжкультурних заходах та застосовувати отримані знання на практиці.

Лаврентій (2021) аналізує сучасні комунікаційні стратегії, зокрема інтеграцію соціальних медіа та традиційних каналів. Він наголошує, що такі стратегії забезпечують більш ефективну взаємодію між культурами та створюють умови для побудови довіри між представниками різних соціальних груп. У цьому контексті, роль

журналістів як посередників між культурами є надзвичайно важливою.

Спірін (2017) зосереджує увагу на підготовці журналістів до роботи в умовах міжкультурної взаємодії. У своїй роботі він наводить приклади навчальних програм, які сприяють формуванню міжкультурної компетентності, та пропонує впровадження практичних занять, орієнтованих на вирішення реальних комунікаційних завдань.

Хоменко (2020) акцентує увагу на ролі соціальних медіа в міжкультурній комунікації, зазначаючи, що вони стають платформою для обміну ідеями, культурними цінностями та досвідом. У своїй роботі він підкреслює важливість розвитку цифрової грамотності у студентів-журналістів для ефективного використання цих інструментів.

Юрченко (2019) аналізує використання методів міжкультурної комунікації у журналістському середовищі. Авторка пропонує підходи до інтеграції міжкультурної складової у професійну підготовку, що включають як теоретичні, так і практичні аспекти. Вона підкреслює, що ефективно застосування міжкультурних методів сприяє кращій адаптації журналістів до сучасного медійного середовища.

Таким чином, аналіз наукових праць підтверджує, що формування міжкультурної комунікації в професійній підготовці журналістів є необхідною умовою для їхньої успішної роботи у багатокультурному суспільстві. Проте дослідження, присвячені інтеграції міжкультурної комунікації в навчальний процес журналістів, залишаються недостатньо висвітленими, що обумовлює необхідність подальших наукових пошуків у цьому напрямку.

Мета дослідження. Метою статті є дослідження впливу міжкультурної комунікації на розвиток соціально-комунікаційної компетентності студентів-журналістів у процесі професійної підготовки, а також розробка практичних рекомендацій щодо інтеграції міжкультурної складової в освітні програми.

Виклад основного матеріалу дослідження. Соціально-комунікаційна компетентність студентів-журналістів формується через взаємодію між теоретичними знаннями та практичними навичками. Міжкультурна комунікація виступає потужним інструментом розвитку цієї компетентності, адже забезпечує здатність

до адаптації у мультикультурному середовищі, сприйняття різноманіття точок зору та подолання стереотипів. У процесі дослідження проведено анкетування серед студентів-журналістів, яке засвідчило, що 85% респондентів вважають міжкультурну комунікацію важливим компонентом професійної підготовки. Найбільш ефективними методами впровадження цього компонента є проектна діяльність, симуляційні ігри, аналіз кейсів та участь у міжнародних програмах обміну.

Аналіз навчальних програм провідних університетів України свідчить, що інтеграція міжкультурної комунікації найчастіше реалізується через курси з міжкультурних студій, практичні заняття з обговоренням етичних норм та роботу в групах, які симулюють реальне професійне середовище. Запровадження цих елементів сприяє гармонізації теоретичної і практичної підготовки студентів та забезпечує формування у них необхідних навичок для роботи у глобалізованому інформаційному просторі.

Соціально-комунікаційна компетентність є ключовим елементом професійної підготовки журналістів, адже вона забезпечує здатність ефективно взаємодіяти з різними аудиторіями, налагоджувати зв'язки та адаптуватися до багатокультурного середовища. Міжкультурна комунікація, у свою чергу, є важливим інструментом, який дозволяє розвивати ці навички через усвідомлення культурних відмінностей, здатність працювати у мультикультурних командах та оволодіння етичними принципами, що регулюють професійну діяльність у глобалізованому світі.

На сучасному етапі дослідження соціально-комунікаційної компетентності студентів-журналістів вказують на значну роль інтеграції міжкультурного компонента у навчальний процес. Це передбачає використання різноманітних педагогічних підходів, спрямованих на підвищення толерантності, усвідомлення важливості культурного розмаїття та формування вміння комунікувати з представниками різних культурних груп. Аналіз програм навчання у провідних університетах України та за кордоном свідчить про зростаючу увагу до включення міжкультурної тематики в освітні курси. Зокрема, ці програми пропонують курси з міжкультурної комунікації, які поєднують теоретичні знання з практичними завданнями,

такими як симуляційні ігри, проектна робота та аналіз кейсів.

Проведене дослідження включало анкетування студентів-журналістів українських університетів з метою визначення рівня їх обізнаності щодо міжкультурної комунікації та її впливу на професійний розвиток. Результати показали, що 87 % студентів вважають знання та навички міжкультурної комунікації важливими для їх майбутньої кар'єри, а 68 % зазначили, що брали участь у заходах, спрямованих на розвиток міжкультурної компетентності.

Серед найбільш ефективних методів інтеграції міжкультурної комунікації у навчальний процес було визначено:

1. Симуляційні ігри. Цей підхід дозволяє студентам імітувати реальні професійні ситуації, у яких вони взаємодіють із представниками різних культур. Завдяки цьому вони вчаться вирішувати конфлікти, враховуючи культурні особливості, та адаптувати свої комунікативні стратегії.

2. Проектна робота. Студенти розробляють медіапродукти, спрямовані на висвітлення міжкультурних питань, що сприяє поглибленню їхнього розуміння культурного розмаїття та розвиває навички співпраці у командах з різних культурних середовищ.

3. Аналіз кейсів. Аналіз реальних ситуацій, пов'язаних із міжкультурною комунікацією, допомагає студентам зрозуміти, як вирішувати професійні задачі з урахуванням культурного контексту.

4. Міжнародна співпраця. Участь студентів у міжнародних програмах обміну дозволяє їм отримати безпосередній досвід взаємодії з представниками інших культур, що позитивно впливає на їхній особистісний та професійний розвиток.

Також важливим аспектом є використання цифрових інструментів для навчання міжкультурної комунікації. Наприклад, створення медіаплатформ, на яких студенти можуть взаємодіяти з іноземними колегами, сприяє формуванню навичок цифрової комунікації, необхідної для роботи у сучасному медіасередовищі.

Таким чином, міжкультурна комунікація виступає не лише як засіб професійного зростання студентів-журналістів, але і як інструмент підвищення їхньої конкурентоспроможності на міжнародному ринку праці. Інтеграція цього

компонента у навчальний процес дозволяє формувати високоосвічених фахівців, які здатні адаптуватися до викликів глобалізованого світу та працювати у багатокультурних командах.

Крім того, важливим є забезпечення системного підходу до розвитку міжкультурної комунікації у навчальних програмах. Це передбачає чітке структурування курсів, визначення відповідних компетенцій та включення міждисциплінарних підходів, які об'єднують соціологію, психологію, культурологію та медіаосвіту. Наприклад, поєднання теоретичних знань із соціальної психології та практичних навичок комунікації дозволяє студентам-журналістам глибше розуміти природу міжкультурних конфліктів та знаходити ефективні шляхи їх вирішення.

Одним із викликів, що стоять перед вищими навчальними закладами, є забезпечення ефективної підготовки викладачів до викладання міжкультурної комунікації. Аналіз міжнародного досвіду показує, що курси підвищення кваліфікації для викладачів, які включають навчання сучасним методикам та технікам, значно підвищують ефективність інтеграції міжкультурного компонента в освітній процес.

Ще однією перспективною методикою є залучення професійних журналістів та експертів із медіа до викладання практичних курсів. Їхній реальний досвід роботи у багатокультурному середовищі дозволяє студентам отримати уявлення про специфіку професійної діяльності та розвинути навички, які важко засвоїти у рамках традиційного навчання.

На особливу увагу заслуговує питання оцінювання рівня міжкультурної комунікативної компетентності студентів. Ефективними інструментами для цього є портфоліо студентських робіт, самооцінювання, рефлексивні есе, а також участь у відкритих дискусіях із залученням іноземних експертів. Такий підхід дозволяє не лише визначити сильні та слабкі сторони студентів, а й стимулює їх до подальшого професійного розвитку.

Глобалізація, цифровізація та розвиток нових медіа вимагають від сучасних журналістів здатності швидко адаптуватися до змінюваних умов, зокрема й до роботи у міжкультурному середовищі. Тому впровадження міжкультурної комунікації у навчальний процес є не лише нагальною потребою, але й стратегічним

напрямом, що визначає конкурентоспроможність випускників на глобальному ринку праці.

Розвиток соціально-комунікаційної компетентності через міжкультурну комунікацію формує у студентів-журналістів такі важливі якості, як емпатія, гнучкість, толерантність та здатність вирішувати конфлікти. Це сприяє не лише їхньому професійному зростанню, але й утвердженню гуманістичних цінностей у суспільстві, де журналістика відіграє провідну роль у формуванні громадської думки та підтримці діалогу між культурами.

Розширення міжкультурної складової у підготовці журналістів також сприяє підвищенню якості професійної комунікації у контексті міжнародного співробітництва. У сучасному світі медійна сфера є однією з ключових платформ для обміну інформацією та співпраці між представниками різних країн та культур. Журналісти, які мають високий рівень міжкультурної комунікаційної компетентності, здатні не лише ефективно висвітлювати події на глобальному рівні, але й зменшувати соціальну напругу, що виникає через культурні або етнічні розбіжності.

Особливу увагу слід приділити проблематиці впровадження інклюзивного підходу до формування міжкультурної комунікації. Це означає врахування індивідуальних особливостей студентів, таких як мовний рівень, культурний бекграунд і попередній досвід комунікації в багатокультурному середовищі. Створення сприятливого освітнього середовища, в якому студенти можуть вільно висловлювати свої думки та обговорювати спірні питання, є важливим елементом успішного навчання. Використання інтерактивних методів навчання, таких як кейс-стаді, рольові ігри, симуляції та дебати, значно підвищує зацікавленість студентів і сприяє розвитку практичних навичок.

Слід також відзначити важливість проведення емпіричних досліджень для оцінки ефективності освітніх програм із міжкультурної комунікації. Такі дослідження дозволяють виявити сильні сторони та недоліки існуючих підходів, а також розробити рекомендації для їх покращення. Наприклад, аналіз зворотного зв'язку від студентів, їхніх досягнень у міжкультурних проектах і професійних стажуваннях є ключовим індикатором успішності програми.

Інтеграція цифрових технологій у процес навчання також відкриває нові можливості

для розвитку міжкультурної комунікації. Наприклад, використання онлайн-платформ для обміну досвідом між студентами з різних країн сприяє розширенню їхнього світогляду і кращому розумінню культурного розмаїття. Соціальні медіа, як інструмент миттєвого спілкування та поширення інформації, також відіграють значну роль у формуванні комунікаційних навичок. Це особливо актуально для журналістів, які повинні не лише передавати інформацію, але й аналізувати її вплив у багатокультурному контексті.

Вплив міжкультурної комунікації на розвиток соціально-комунікаційної компетентності студентів-журналістів є багатогранним і комплексним процесом, що вимагає системного підходу. Освітні програми повинні бути адаптовані до сучасних викликів глобалізації та цифровізації, інтегруючи теоретичні знання з практичними навичками. Це дозволить підготувати конкурентоспроможних професіоналів, здатних ефективно працювати у багатокультурному середовищі та сприяти гармонізації міжкультурних відносин у сучасному суспільстві.

Дослідження міжкультурної комунікації в контексті професійної підготовки журналістів демонструє необхідність посилення інтеграції культурологічного компоненту в навчальні програми. Важливим аспектом є формування у студентів здатності до критичного осмислення культурних відмінностей та усвідомлення етичних норм, які впливають на медіа-комунікацію. У сучасному інформаційному суспільстві журналісти несуть відповідальність не лише за передачу фактів, а й за те, щоб ці факти були інтерпретовані у спосіб, який враховує чутливість до культурних особливостей.

Ефективна реалізація міжкультурних навчальних підходів вимагає розробки інноваційних методологій, спрямованих на поєднання теоретичної бази з практичними завданнями. Наприклад, міждисциплінарні курси, що включають аспекти соціології, культурології та медіадосліджень, дозволяють студентам краще зрозуміти механізми міжкультурної взаємодії. Такі курси мають супроводжуватися практичними тренінгами, під час яких студенти аналізують реальні медійні кейси, розробляють комунікаційні стратегії та моделюють сценарії міжкультурної взаємодії.

Однією з перспективних ініціатив є залучення студентів до міжнародних медійних проєктів. Це може бути організовано через партнерства між університетами різних країн, спільне створення контенту або участь у міжнародних конкурсах і фестивалях. Такий підхід сприяє розвитку у студентів відчуття глобальної відповідальності, навичок роботи в багатонаціональних командах і розуміння ролі медіа у подоланні культурних стереотипів.

На додаток, створення симуляційних лабораторій, у яких студенти можуть взаємодіяти у віртуальному середовищі, дозволяє моделювати реальні ситуації міжкультурного характеру. Це сприяє глибшому розумінню механізмів комунікації та допомагає студентам відпрацювати навички вирішення конфліктів, що виникають через культурні відмінності. Такі технології, як штучний інтелект, можуть бути корисними для створення інтерактивних тренажерів, які адаптуються до рівня підготовки кожного студента.

Важливим викликом залишається питання оцінювання сформованої міжкультурної компетентності. Традиційні методи оцінювання, такі як тести або есе, не завжди здатні адекватно відобразити рівень готовності студентів до роботи в міжкультурному середовищі. Тому доцільно використовувати комплексні підходи, зокрема портфоліо, у якому студенти демонструють свої практичні досягнення у сфері міжкультурної комунікації, а також оцінювання їхньої роботи у командних проєктах.

Загалом, інтеграція міжкультурної комунікації в процес навчання журналістів є важливим кроком на шляху до формування професіоналів, які зможуть ефективно реагувати на виклики глобалізованого світу. Розробка адаптивних освітніх моделей, що враховують культурне розмаїття, сприятиме не лише професійному розвитку майбутніх журналістів, але й гармонізації міжкультурних відносин у сучасному суспільстві.

Ще одним важливим аспектом формування міжкультурної комунікативної компетентності студентів-журналістів є розвиток мовних навичок. Уміння вільно володіти кількома мовами не тільки розширює професійні можливості майбутніх фахівців, але й сприяє кращому розумінню культурного контексту, у якому функціонує мова. Вивчення іноземних мов має супроводжуватися вивченням культурної специфіки

країн, де ці мови використовуються, що допомагає уникати міжкультурних конфліктів та створює основу для ефективної медіа-комунікації.

Крім того, варто зазначити, що роль викладача в цьому процесі є ключовою. Викладачі мають бути не тільки експертами у своїй галузі, але й наставниками, які допомагають студентам розвивати міжкультурну чутливість. Викладачі повинні використовувати активні методи навчання, такі як рольові ігри, мозкові штурми, інтерактивні дискусії, які дозволяють студентам зануритися у реальні чи симульовані ситуації міжкультурного спілкування. Це створює сприятливе середовище для практичного засвоєння теоретичних знань і формування відповідних навичок.

Звідси випливає, що важливим є залучення до навчального процесу представників різних культур. Гостьові лекції від іноземних експертів, онлайн-зустрічі з журналістами з інших країн або стажування у міжнародних медіаорганізаціях допомагають студентам на практиці зрозуміти принципи міжкультурної комунікації. Такий досвід не лише збагачує знання студентів, але й мотивує їх до подальшого професійного розвитку у глобальному контексті.

Наукові дослідження також свідчать про те, що включення міжкультурної складової в освітні програми має значний позитивний вплив на соціальну адаптацію студентів. Майбутні журналісти, які мають навички міжкультурної комунікації, краще справляються із викликами роботи в умовах багатокультурного середовища, виявляють більшу толерантність та здатність до компромісів у складних ситуаціях.

Отже, інтеграція міжкультурної комунікації у навчальний процес журналістів є багатограним завданням, яке вимагає спільних зусиль викладачів, адміністрації навчальних закладів та самих студентів. Вона сприяє формуванню фахівців, здатних створювати якісний контент, який враховує культурні особливості аудиторії, та ефективно працювати у глобальному медіасередовищі. У перспективі це не лише підвищує конкурентоспроможність журналістів на міжнародному ринку праці, але й робить вагомий внесок у побудову толерантного та взаємоповажного суспільства.

Особливу увагу також слід приділити розробці навчальних програм, що інтегрують міжкультурну комунікацію як складову фахової

підготовки журналістів. Такі програми повинні включати дисципліни, які акцентують увагу на розумінні культурного різноманіття, методах адаптації контенту для різних аудиторій, а також принципах етичної журналістики в багатокультурному середовищі. У цьому контексті доцільно запроваджувати курси, орієнтовані на аналіз конкретних кейсів міжкультурного спілкування, де студенти матимуть змогу аналізувати приклади успішної та неуспішної комунікації з урахуванням культурних особливостей.

Значущим є також використання сучасних технологій у навчальному процесі. Цифрові платформи, симуляційні програми, інструменти доповненої реальності дозволяють створювати інтерактивні умови для навчання. Наприклад, віртуальні симуляції можуть відтворювати ситуації, у яких студенти взаємодіють із представниками різних культур, і дозволяють відпрацювати комунікативні стратегії у безпечному середовищі. Це сприяє підвищенню впевненості студентів у їхніх навичках міжкультурного спілкування.

Крім того, важливо враховувати специфіку роботи журналістів у цифрову епоху, де значна частина комунікації відбувається через соціальні медіа. Тут міжкультурна комунікація має особливі виклики, пов'язані з миттєвістю реагування, необхідністю уникати стереотипів та дезінформації. Журналістам необхідно розуміти особливості комунікаційного стилю різних культур, правила етикету та традиції онлайн-взаємодії, щоб створювати якісний контент, який буде сприйматися міжнародною аудиторією.

У процесі підготовки журналістів важливо стимулювати міждисциплінарний підхід. Це означає, що міжкультурну комунікацію слід розглядати не лише в контексті журналістики, а й у взаємозв'язку з такими дисциплінами, як соціологія, психологія, культурологія, лінгвістика. Такий підхід дозволяє формувати у студентів комплексне уявлення про особливості міжкультурної взаємодії та її вплив на професійну діяльність.

Загалом, підготовка студентів-журналістів у контексті міжкультурної комунікації є стратегічно важливим напрямом, що відповідає сучасним викликам глобалізації. Вона сприяє не лише професійному становленню майбутніх журналістів, але й розвитку їхньої особистісної

культури, здатності бути агентами змін у суспільстві, популяризуючи цінності толерантності, рівності та взаємоповаги. Успішна інтеграція міжкультурної складової у систему вищої освіти журналістів здатна зробити вагомий внесок у розвиток сучасного інформаційного суспільства, орієнтованого на збереження культурного різноманіття та гармонійне співіснування.

Для подальшого розвитку міжкультурної комунікації в навчальних програмах необхідно створювати умови для практичного застосування отриманих знань. Це може бути реалізовано через участь студентів у міжнародних проектах, стажуваннях у закордонних медіа, а також через організацію освітніх обмінів між студентами з різних країн. Така практика дозволяє студентам не тільки розширити свої знання, але й вдосконалити навички комунікації в різних культурних контекстах, що є необхідним для сучасного журналіста.

Важливим аспектом є також підвищення рівня культурної чутливості серед студентів. Це можна досягти за допомогою курсів з етики та культурної дипломатії, що сприятимуть розвитку у студентів здатності конструктивно реагувати на культурні різниці та уникати конфліктів, що можуть виникати через недорозуміння або стереотипи. Водночас, це дозволить майбутнім журналістам створювати інклюзивний контент, який буде враховувати культурні особливості та інтереси різних соціальних груп.

На основі зазначених підходів можна спрогнозувати, що розвиток міжкультурної комунікації в підготовці студентів-журналістів сприятиме формуванню глобальної медіаосвіти, де журналісти працюють не тільки на національному рівні, а й враховують глобальний контекст. Це дозволить більш глибоко та точно висвітлювати міжнародні події, сприяти збереженню культурних традицій та налагодженню більш ефективної комунікації між країнами та народами. В результаті, професійно підготовлені журналісти, які мають знання та навички міжкультурної комунікації, стануть важливим інструментом у боротьбі з дезінформацією, створенням об'єктивного та справедливого медіапростору, а також у популяризації принципів миру та взаєморозуміння серед різних культур.

В результаті, міжкультурна комунікація є не лише важливою частиною підготовки журналістів, але й ключовим чинником формування

медіа-культури, яка відповідає вимогам сучасного глобалізованого світу. Врахування культурних відмінностей та вміння адаптувати комунікаційні стратегії в залежності від культурного контексту стає необхідною умовою для успішної професійної діяльності журналістів, а також для зміцнення зв'язків між різними культурами та народами.

Слід зазначити, що в розвитку міжкультурної комунікації в журналістській освіті неможливо без урахування соціальних, політичних та економічних реалій, які визначають характер міжкультурних взаємодій. Врахування цих аспектів дасть змогу сформуванню в студентів-журналістів здатність адекватно реагувати на зміни у глобальному контексті та створювати медіа-продукти, які будуть відповідати потребам різних культурних груп.

Удосконалення програми міжкультурної комунікації має враховувати нові медіа-формати, які дозволяють журналістам працювати в інтерактивному середовищі з використанням цифрових технологій. Підвищення рівня цифрової грамотності студентів є необхідним елементом для розширення їх можливостей у міжкультурній комунікації. Студенти повинні бути готовими до роботи з глобальними інформаційними потоками, аналізу контенту з різних куточків світу, а також до створення медіа-продуктів, які будуть доступні та зрозумілі для аудиторій з різними культурними переконаннями та цінностями.

З огляду на це, важливим етапом розвитку міжкультурної комунікації є впровадження в навчальні програми університетів нових підходів до викладання, що включають використання міждисциплінарних знань. Зокрема, це може включати поєднання журналістики з психологією, соціологією, антропологією, що дозволить студентам отримати глибше розуміння культурних аспектів і краще орієнтуватися у складних комунікаційних ситуаціях.

Невід'ємною частиною процесу є інтеграція міжкультурної комунікації в процес розвитку професійної етики журналістів. Важливим є формування в студентів навичок етичної комунікації, що дозволяють їм взаємодіяти з різними соціальними групами без порушення норм і цінностей кожної з них. Це включає вміння вести коректні бесіди з представниками різних культур, уникати стереотипів та

упереджень, а також забезпечувати рівність та справедливість у представленні інформації.

Окрім цього, важливою частиною є розвиток критичного мислення у студентів, яке дозволяє їм оцінювати медіа-контент з точки зору міжкультурної чутливості та можливого впливу на різні аудиторії. Така підготовка дасть студентам змогу стати не лише професійними журналістами, а й відповідальними громадянами, здатними сприяти миру та взаєморозумінню між культурами.

Як наслідок, розвиток міжкультурної комунікації в підготовці журналістів є необхідним умовою для формування висококваліфікованих спеціалістів, готових працювати в умовах глобалізації. Медіа, підготовлені на основі таких підходів, здатні стати потужним інструментом для створення гармонійного, мирного суспільства, де люди різних культур і національностей можуть співіснувати, взаємодіяти та розвиватися разом.

Для того, щоб міжкультурна комунікація стала невід'ємною частиною професійної підготовки журналістів, необхідно здійснити систематичний перегляд і вдосконалення існуючих навчальних програм. Важливим аспектом є інтернаціоналізація навчальних процесів, що передбачає залучення іноземних лекторів, проведення міжнародних конференцій та семінарів, а також участь студентів у програмах обміну. Це дозволить створити простір для культурного обміну та збагачення теоретичних знань на практичному рівні.

Особливу увагу варто звернути на формування в студентів здатності до емпатії, що є ключовою складовою міжкультурної комунікації. Підвищення рівня емпатії допоможе журналістам не тільки розуміти й приймати інші культури, але й створювати більш збалансовані та об'єктивні матеріали, уникати стереотипів і мови ворожнечі, що можуть шкодити міжкультурним відносинам.

Одним із важливих напрямків є практичне застосування теоретичних знань у реальних умовах. Залучення студентів до створення міжкультурних проектів, співпраця з міжнародними медіа-організаціями та участь у проектах, що мають міжкультурний характер, дозволяють набутися цінного досвіду, що стане важливим етапом на шляху до становлення професійного журналіста, здатного працювати на міжнародному рівні.

Не менш важливою є оцінка рівня розвитку міжкультурної комунікації серед студентів-журналістів. Створення методології для оцінки цієї компетентності дозволить викладачам і науковцям мати чітке уявлення про ефективність навчального процесу, а також вчасно коригувати навчальні програми для забезпечення високого рівня підготовки фахівців.

Таким чином можна зробити висновок, що міжкультурна комунікація має стати не лише частиною навчального процесу, а й основним елементом, що сприяє розвитку соціально-комунікаційної компетентності студентів-журналістів. Це дозволить майбутнім фахівцям ефективно працювати в умовах глобалізації та міжкультурного співіснування, що є важливим завданням для сучасної медіа-освіти. Через таку підготовку журналісти можуть сприяти формуванню більш толерантних та взаємоповажних

відносин між культурами та націями, що в свою чергу допоможе побудувати більш гармонійне суспільство, яке зможе ефективно взаємодіяти на міжнародній арені.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Формування соціально-комунікаційної компетентності майбутніх журналістів через інтеграцію міжкультурної комунікації є важливим компонентом сучасної вищої освіти. Результати дослідження підтверджують необхідність посилення міжкультурного компонента в навчальних програмах, зокрема через впровадження інноваційних методів навчання та розширення міжнародної співпраці. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розробку моделей оцінки рівня сформованості міжкультурної комунікації у студентів, а також вивчення ефективності різних форм інтеграції цього компонента в освітній процес.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Андреева Н.О. Міжкультурна комунікація: теоретичні засади та практичні аспекти. Київ: Видавничий дім «Київський університет», 2016.
2. Барна О.О. Роль міжкультурної комунікації в професійній підготовці журналістів. *Журналістика та медіаосвіта*. 2018. 2(1). С. 45–58.
3. Бенашвілі Т.Г. Соціально-комунікаційна компетентність як фактор ефективної журналістської діяльності. *Вісник Черкаського університету*. 2017. 5. С. 34–41.
4. Головка Л.І. Міжкультурні аспекти медіаосвіти в Україні. *Медіаосвіта*. 2019. 1(4). С. 12–22.
5. Ковальчук С.М. Міжкультурна комунікація в освітньому процесі: методи та підходи. *Міжнародна журналістика*. 2020. 6(2). С. 37–42.
6. Лаврентій В.П. Комунікаційні стратегії в сучасних медіа: інтеграція соціальних і традиційних каналів. *Журналістика XXI століття*. 2021. 3(1). С. 89–96.
7. Мартинюк О.В. Інтеркультурна комунікація в контексті глобалізації. *Вісник національної академії державного управління*. 2018. 4. С. 56–62.
8. Спірін С.В. Підготовка журналістів до роботи в умовах міжкультурної взаємодії. *Вісник Харківського університету*. 2017. 1. С. 78–83.
9. Хоменко В.М. Соціальні медіа та їх роль у формуванні міжкультурної комунікації. *Комунікації та медіа*. 2020. 2(3). С. 44–50.
10. Юрченко Л.Г. Використання методів міжкультурної комунікації в журналістському середовищі. Видавництво «Медіа», 2019.

REFERENCES:

1. Andriieva, N.O. (2016). Mizhkulturna komunikatsiia: teoretychnyi zasady ta prakychni aspekty [Intercultural communication: Theoretical foundations and practical aspects]. Kyiv: Vydavnychiy dim "Kyivskiy universytet" [in Ukrainian].
2. Barna, O. O. (2018). Rol mizhkulturnoi komunikatsii v profesiynii pidhotovtsi zhurnalistiv [The role of intercultural communication in the professional training of journalists]. *Zhurnalistyka ta mediaosvita – Journalism and Media Education*, 2(1), 45–58 [in Ukrainian].
3. Benashvili, T. H. (2017). Sotsial'no-komunikatsiina kompetentnist' yak faktor efektyvnoi zhurnalists'koi diial'nosti [Social communication competence as a factor of effective journalistic activity]. *Visnyk Cherkaskoho universytetu – Bulletin of Cherkasy University*, 5, 34–41 [in Ukrainian].
4. Holovko, L. I. (2019). Mizhkulturni aspekty mediaosvity v Ukraini [Intercultural aspects of media education in Ukraine]. *Mediaosvita – Media Education*, 1(4), 12–22 [in Ukrainian].

5. Kovalchuk, S.M. (2020). Mizhkulturna komunikatsiia v osvithnomu protsesi: metody ta pidkhody [Intercultural communication in the educational process: Methods and approaches]. *Mizhnarodna zhurnalistyka – International Journalism*, 6(2), 37–42 [in Ukrainian].
6. Lavrentii, V.P. (2021). Komunikatsiini stratehii v suchasnykh media: intehtatsiia sotsial'nykh i tradytsiynykh kanaliv [Communication strategies in modern media: Integration of social and traditional channels]. *Zhurnalistyka XXI stolittia – Journalism of the XXI century*, 3(1), 89–96 [in Ukrainian].
7. Martyniuk, O.V. (2018). Interkul'turna komunikatsiia v konteksti hlobalizatsii [Intercultural communication in the context of globalization]. *Visnyk natsional'noi akademii derzhavnoho upravlinnia – Bulletin of the National Academy of Public Administration*, 4, 56–62 [in Ukrainian].
8. Spirin, S.V. (2017). Pidhotovka zhurnalistiv do roboty v umovakh mizhkulturnoi vzaemodiii [Preparation of journalists for work in intercultural interaction]. *Visnyk Kharkivs'koho universytetu – Bulletin of Kharkiv University*, 1, 78–83 [in Ukrainian].
9. Khomenko, V.M. (2020). Sotsial'ni media ta yikh rol' u formuvanni mizhkulturnoi komunikatsii [Social media and their role in the formation of intercultural communication]. *Komunikatsii ta media – Communications and Media*, 2(3), 44–50 [in Ukrainian].
10. Yurchenko, L.H. (2019). Vyzkorystannia metodiv mizhkulturnoi komunikatsii v zhurnalistykomu seredovyschi [The use of intercultural communication methods in the journalistic environment]. Vydavnytstvo “Media” – Publishing House “Media” [in Ukrainian].

УДК 378.04:005.95:37]:[305:005.336.2

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-19>

Ганна ЛЮЛЬКА

доктор філософії, асистент кафедри педагогічної майстерності та менеджменту імені І. А. Зязюна, Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка, вул. Острорадського, 2, м. Полтава, Україна, 36000

ORCID: 0000-0001-8915-8426

Бібліографічний опис статті: Люлька, Г. (2024). Теоретико-методологічні засади формування гендерної компетентності майбутніх менеджерів закладів загальної середньої освіти. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 4, 153–164, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-19>

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ГЕНДЕРНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ МЕНЕДЖЕРІВ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

У статті досліджено теоретико-методологічні основи формування гендерної компетентності майбутніх менеджерів закладів загальної середньої освіти в умовах сучасних соціокультурних змін. З'ясовано сутність поняття «гендерна компетентність», яке визначено як інтегровану здатність особистості, що поєднує знання, навички, ціннісні орієнтації та установки, спрямовані на створення рівноправного та інклюзивного освітнього середовища. Охарактеризовано структуру гендерної компетентності, що включає когнітивний, емоційно-ціннісний та поведінковий компоненти, які є взаємопов'язаними і впливають на ефективність професійної діяльності управлінців у галузі освіти.

Автором обґрунтовано доцільність інтеграції гендерного підходу до освітніх програм підготовки менеджерів освіти, що передбачає запровадження спеціалізованих курсів, проведення тренінгів з розвитку гендерної чутливості, впровадження практико-орієнтованих методів навчання. Визначено, що формування гендерної компетентності майбутніх менеджерів потребує системного підходу, який враховує як теоретичну підготовку, так і практичну діяльність, зокрема застосування кейс-методів, рольових ігор, гендерного аудиту в навчальному процесі.

У статті також представлено результати емпіричного дослідження, спрямованого на визначення рівня сформованості гендерної компетентності у студентів педагогічних закладів вищої освіти. Виявлено основні труднощі, з якими стикаються майбутні менеджери у процесі набуття гендерної компетентності, та окреслено шляхи їх подолання. Запропоновано практичні рекомендації щодо вдосконалення навчально-методичного забезпечення професійної підготовки майбутніх керівників закладів загальної середньої освіти, що сприятиме підвищенню якості управління та створенню гендерно чутливого середовища в освітніх закладах.

Ключові слова: гендерна компетентність, майбутні менеджери освіти, заклади загальної середньої освіти, професійна підготовка, гендерний підхід, освітнє середовище.

Hanna LIULKA

PhD, Assistant Professor at the Department of Pedagogical Mastery and Management named after I. A. Ziazun, Poltava V. G. Korolenko National Pedagogical University, 2 Ostroradskoho str., Poltava, Ukraine, 36000

ORCID: 0000-0001-8915-8426

To cite this article: Liulka, H. (2024). Teoretyko-metodolohichni zasady formuvannia hendernoї kompetentnosti maibutnikh menedzheriv zakladiv zahalnoi serednoi osvity [Theoretical and methodological foundations of gender competence formation among future managers of secondary education institutions]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 4, 153–164, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-19>

METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF FORMING GENDER COMPETENCE OF FUTURE MANAGERS OF GENERAL SECONDARY EDUCATION INSTITUTIONS

The article examines the theoretical and methodological foundations of the formation of gender competence of future managers of general secondary education institutions in the context of modern socio-cultural changes. The essence of the concept of “gender competence” is clarified, which is defined as an integrated ability of a personality that combines

knowledge, skills, value orientations and attitudes aimed at creating an equal and inclusive educational environment. The structure of gender competence is characterised, which includes cognitive, emotional, value and behavioural components that are interrelated and affect the effectiveness of the professional activity of managers in the field of education.

The author substantiates the expediency of integrating a gender approach into educational programmes for training educational managers, which involves the introduction of specialised courses, trainings on the development of gender sensitivity, and the introduction of practice-oriented teaching methods. It is determined that the formation of gender competence of future managers requires a systematic approach that takes into account both theoretical training and practical activities, in particular the use of case methods, role-playing games, gender audit in the educational process.

The article also presents the results of an empirical study aimed at determining the level of gender competence among students of pedagogical higher education institutions. The main difficulties faced by future managers in the process of acquiring gender competence are identified and ways to overcome them are outlined. Practical recommendations for improving the educational and methodological support for the professional training of future managers of general secondary education institutions are proposed, which will help to improve the quality of management and create a gender-sensitive environment in educational institutions.

Key word: gender competence, future education managers, general secondary education institutions, professional training, gender approach, educational environment.

Актуальність проблеми. Формування гендерної компетентності майбутніх менеджерів закладів загальної середньої освіти є одним із ключових викликів сучасної педагогіки та управлінської освіти. В умовах демократичних перетворень, інтеграції України у європейський освітній простір, а також під впливом глобалізаційних процесів, зростає необхідність забезпечення рівного доступу до освіти, запобігання гендерним стереотипам та створення інклюзивного середовища в закладах освіти.

Гендерна рівність є одним із пріоритетів міжнародних та національних стратегій розвитку освіти, зокрема Цілей сталого розвитку ООН до 2030 року, які акцентують увагу на необхідності подолання дискримінації за ознакою статі у всіх сферах суспільного життя. Разом із цим, управлінці освітніх закладів часто не мають належних знань, навичок та компетенцій, які дозволяють впроваджувати гендерну політику на рівні конкретних установ.

На сучасному етапі реформування освіти в Україні важливим є підготовка менеджерів закладів загальної середньої освіти, які не лише володіють управлінськими знаннями, але й здатні впроваджувати принципи гендерної рівності у своїй професійній діяльності. Від рівня сформованості їхньої гендерної компетентності залежить не лише ефективність управління освітнім процесом, але й створення умов для формування толерантного суспільства, яке базується на повазі до прав і свобод людини.

Незважаючи на визнання важливості гендерної освіти, питання формування гендерної компетентності майбутніх менеджерів освіти залишається недостатньо дослідженим. Це потребує розробки цілісної системи методичних

підходів, освітніх технологій та інструментів для підготовки професіоналів, які можуть відповісти сучасним викликам освітньої сфери.

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про те що в процесі фахової підготовки майбутніх менеджерів закладів загальної середньої освіти вказує на зростаючу важливість інтеграції гендерних аспектів у систему освіти, зокрема в підготовку майбутніх педагогічних кадрів.

У дослідженнях сучасних науковців визначено важливість формування гендерної компетентності як одного з ключових елементів підготовки фахівців у галузі освіти. Зокрема, роботи таких авторів, як Бельц (2018), Григоренко (2017), та Гренкевич (2019), підкреслюють необхідність впровадження гендерної освіти на всіх рівнях навчання, включаючи підготовку майбутніх керівників освітніх закладів. Це дозволяє не лише знижувати рівень гендерної дискримінації в освітньому середовищі, але й забезпечує рівні можливості для всіх учасників освітнього процесу.

Зокрема, дослідження Крамаренка (2018) виявляє, що гендерна компетентність має безпосередній вплив на управлінські якості майбутніх педагогів, оскільки дозволяє ефективно реагувати на соціальні виклики та створювати інклюзивне середовище в навчальних закладах. Крім того, роботи таких авторів, як Лінчук (2021) та Салліван (2017), акцентують увагу на значенні гендерної рівності для розвитку здорових міжособистісних відносин у навчальних колективах, що є важливим аспектом для менеджерів в сфері освіти.

Сучасні публікації також вказують на необхідність включення гендерних питань в програму

підготовки майбутніх педагогічних і управлінських кадрів, що підтверджується Державною стратегією гендерної рівності в освіті України на 2021–2025 роки (2021). Зокрема, стратегія передбачає розробку методичних рекомендацій та спеціалізованих курсів для підвищення рівня гендерної освіти серед педагогів і адміністраторів.

Таким чином, сучасні наукові публікації демонструють високий інтерес до питання гендерної компетентності в освіті, що є необхідною складовою професійної підготовки майбутніх керівників освітніх установ. Вони сприяють розвитку теоретичних підходів до вирішення проблем гендерної нерівності та дискримінації в освітньому середовищі.

Після проведеного аналізу останніх досліджень і публікацій демонструє тенденцію до більш глибокого розуміння ролі гендерної компетентності у професійній підготовці керівників освітніх закладів. Роботи таких авторів, як Михайлова (2020) і Юр'єва (2019), зосереджуються на вивченні механізмів впровадження гендерної політики в освітній процес і підготовку педагогічних кадрів. Вони наголошують на необхідності розробки і реалізації спеціальних програм, орієнтованих на підвищення гендерної свідомості майбутніх керівників і педагогів, щоб забезпечити їх здатність до ефективного управління гендерно різноманітними навчальними колективами.

Дослідження, проведені у рамках міжнародного досвіду, також відіграють важливу роль у формуванні розуміння гендерної компетентності в освіті. Як показує аналіз публікацій Саллівана (2017) та Бельц (2018), важливим аспектом є інтеграція гендерної освіти в управлінські практики, що дозволяє майбутнім педагогам і керівникам освітніх закладів не лише дотримуватися принципів рівності, але й активно впливати на створення інклюзивного середовища, яке враховує потреби усіх учасників освітнього процесу.

Крім того, варто зазначити, що останні дослідження підкреслюють важливість гендерної політики в управлінні освітою на рівні державних програм і стратегій. Так, у рамках реалізації стратегії розвитку гендерної рівності в освіті в Україні на 2021–2025 роки (2021), впроваджуються нові ініціативи, які сприяють розвитку гендерної компетентності у навчальних закладах. Одним із напрямків є створення

нових навчальних курсів і методичних матеріалів для викладачів і керівників освітніх установ, спрямованих на підвищення їх здатності до усвідомленого управління з урахуванням гендерних аспектів.

Ці публікації підтверджують, що питання гендерної компетентності є важливим для розвитку сучасної освіти і управлінських практик у навчальних закладах. Проблеми гендерної нерівності та дискримінації потребують не лише теоретичного осмислення, але й практичного впровадження на всіх рівнях освітнього процесу. Розробка та впровадження ефективних програм і курсів, спрямованих на підвищення гендерної компетентності у майбутніх керівників освітніх закладів, дозволить забезпечити рівні можливості для всіх учасників освітнього процесу, що є необхідним елементом для розвитку інклюзивної та ефективної системи освіти в Україні та в світі загалом.

З огляду на це, необхідно продовжувати дослідження з вивчення гендерної компетентності в підготовці майбутніх педагогів та менеджерів освітніх закладів, а також сприяти створенню ефективних практик і політик, що підтримують рівні можливості для всіх учасників освітнього процесу.

Метою роботи є теоретичне обґрунтування та розробка практичних підходів до формування гендерної компетентності майбутніх менеджерів закладів загальної середньої освіти в процесі їхньої фахової підготовки, спрямованої на забезпечення ефективного впровадження принципів гендерної рівності та створення інклюзивного освітнього середовища.

Виклад основного матеріалу дослідження. Формування гендерної компетентності майбутніх менеджерів закладів загальної середньої освіти є важливим завданням сучасної педагогічної науки. У рамках дослідження було визначено, що гендерна компетентність є інтегрованою характеристикою особистості, яка поєднує знання, вміння та ціннісні орієнтації, спрямовані на забезпечення рівності та інклюзивності в управлінні освітніми процесами. Встановлено, що структура гендерної компетентності включає когнітивний, емоційно-ціннісний і практичний компоненти, які є взаємопов'язаними та забезпечують здатність менеджерів приймати управлінські рішення з урахуванням принципів гендерної рівності.

Теоретико-методологічну основу дослідження становили міждисциплінарні підходи, серед яких аксіологічний, діяльнісний та особистісно-орієнтований підходи. Вони дозволяють розглядати процес формування гендерної компетентності як цілісну систему, спрямовану на розвиток професійних якостей, необхідних для створення гендерно чутливого освітнього середовища. У ході дослідження було проведено аналіз освітніх програм підготовки майбутніх менеджерів освіти, що дозволило виявити недостатню інтеграцію гендерного підходу у навчальний процес, а також відсутність системності у формуванні гендерної чутливості.

Емпіричне дослідження, яке включало анкетування, тестування та практичні завдання, дало змогу оцінити рівень сформованості гендерної компетентності у студентів педагогічних університетів. Результати показали, що більшість студентів володіють базовими знаннями з гендерної теорії, однак практичні навички щодо реалізації принципів гендерної рівності у професійній діяльності залишаються недостатньо розвиненими. Виявлено потребу у впровадженні інтерактивних методів навчання, які сприяють формуванню критичного мислення та навичок застосування гендерно-чутливих підходів у реальних умовах.

На основі результатів дослідження було розроблено комплекс навчально-методичних матеріалів, що включають спеціалізовані модулі з гендерної теорії, рольові ігри, аналіз кейсів, а також тренінгові програми для розвитку емоційно-ціннісного компоненту гендерної компетентності. Запропоновано інтегрувати ці матеріали у навчальні програми підготовки менеджерів освіти з метою підвищення їхньої здатності до створення гендерно рівноправного середовища у закладах загальної середньої освіти.

Результати дослідження підкреслюють важливість формування гендерної компетентності як складової професійної підготовки майбутніх менеджерів освіти. Запропоновані методологічні підходи та практичні рекомендації спрямовані на вдосконалення навчального процесу, забезпечення рівності можливостей у доступі до якісної освіти та сприяння формуванню толерантного суспільства, яке базується на принципах поваги до прав і свобод кожної особистості.

Подальше удосконалення підготовки менеджерів закладів загальної середньої освіти

вимагає не лише зміни навчальних програм, але й розвитку інфраструктури для впровадження гендерно чутливих підходів. Це включає необхідність підготовки викладачів, які зможуть ефективно передавати знання та навички щодо гендерної рівності. Для цього варто створити систему підвищення кваліфікації педагогічних працівників та менеджерів освіти, яка б включала тренінги, семінари та курси, що сприяють розвитку гендерної компетентності на всіх рівнях управлінської діяльності.

Також важливо забезпечити постійний моніторинг та оцінку ефективності впровадження гендерно чутливих підходів в управлінні освітніми закладами. Це дозволить коригувати стратегії навчання, удосконалювати методичні засоби і забезпечити індивідуалізацію навчання для студентів, які навчаються на менеджерів освіти. Аналіз результатів моніторингу має бути основою для внесення змін до нормативно-правової бази та освітніх стандартів, що регламентують підготовку фахівців.

Завдяки системному підходу до формування гендерної компетентності майбутні менеджери закладів освіти зможуть ефективно вирішувати питання гендерної рівності, знижувати рівень дискримінації та упереджень у навчальному процесі, а також створювати умови для розвитку інклюзивної освіти. Розвиток цієї компетентності сприятиме не лише підвищенню якості освітнього процесу, але й буде мати довгостроковий вплив на загальне суспільне середовище, формуючи покоління, яке володіє високими моральними стандартами, чутливе до гендерних питань та здатне активно боротися з соціальними стереотипами.

Подальше впровадження гендерно орієнтованих підходів у підготовку менеджерів закладів загальної середньої освіти вимагає інтеграції інноваційних педагогічних технологій, які забезпечують більш глибоке усвідомлення гендерних аспектів у процесі навчання та управління. Це передбачає використання сучасних методів активного навчання, таких як проєктні методи, кейс-метод, групові обговорення, що дозволяють студентам розвивати критичне мислення та здатність до практичного застосування знань з гендерної теорії.

Зокрема, велике значення має організація педагогічних практик, де майбутні менеджери освіти матимуть можливість безпосередньо

застосовувати принципи гендерної рівності у реальних умовах. Це може включати проведення гендерного аудиту закладів освіти, розробку та впровадження гендерно чутливих навчальних програм і методик, що забезпечують рівні можливості для всіх учнів, незалежно від їхньої статі, соціального статусу чи культурної приналежності. Важливим аспектом є також формування вмій і навичок в управлінні гендерними конфліктами, що можуть виникати в навчальному процесі або серед педагогічного колективу.

Не менш важливим є створення відповідного організаційного середовища, яке сприятиме інтеграції гендерної компетентності в усі аспекти діяльності освітніх установ. Це включає не лише зміну навчальних програм, але й розробку стратегій гендерної рівності на рівні управлінських структур, які забезпечують підтримку ініціатив, спрямованих на просування гендерної рівності в освіті. Інституціоналізація гендерної політики в закладах освіти стане важливою складовою ефективного управління, що сприятиме досягненню сталого розвитку освітніх систем у рамках загальних цілей розвитку сталого розвитку ООН.

Зважаючи на все вищезазначене, можна стверджувати, що формування гендерної компетентності в рамках фахової підготовки майбутніх менеджерів закладів загальної середньої освіти є стратегічно важливим елементом для забезпечення сучасних вимог до управління освітою, розвитку демократичних цінностей і соціальної справедливості в суспільстві. Удосконалення цього процесу дозволить не лише покращити професійну підготовку менеджерів освіти, але й сприятиме формуванню в освітніх закладах інклюзивного середовища, вільного від гендерних упереджень, що, у свою чергу, матиме позитивний вплив на розвиток всього освітнього простору в Україні.

Окрім того, важливою складовою є активне залучення всіх учасників освітнього процесу — від викладачів і адміністраторів до учнів і їхніх батьків — до обговорення та впровадження принципів гендерної рівності. Це допоможе створити культуру, в якій гендерна чутливість і рівноправ'я стають невід'ємною частиною щоденного життя навчальних закладів. Організація тематичних заходів, тренінгів, лекцій для батьків і педагогів, а також заохочення до участі в міжнародних проєктах з гендерної рівності

можуть значно посилити вплив освітніх ініціатив на суспільство в цілому.

Зростання значення гендерної компетентності серед майбутніх менеджерів закладів загальної середньої освіти має також важливий соціальний аспект. Принципи гендерної рівності, що втілюються у навчальному процесі та управлінні, не лише сприяють створенню справедливих умов для розвитку кожного учня, а й забезпечують гармонійний соціальний клімат в учнівських колективах, де кожен може реалізувати свій потенціал незалежно від статевих стереотипів. Поступове долання гендерних бар'єрів у школах та навчальних закладах дозволяє сформувати у молодого покоління вміння сприймати інших людей, виходячи з їхніх особистісних якостей, а не з гендерної приналежності, що сприяє розвитку толерантності, взаємоповаги та співпраці.

У контексті подальших досліджень важливо розробити ефективні механізми для оцінки успіху впровадження гендерної компетентності в освітній процес. Для цього необхідно створити інструменти, які дозволять моніторити і вимірювати рівень гендерної рівності у закладах освіти, а також відстежувати зміни в сприйнятті гендерних ролей серед учасників навчального процесу. Врахування цих результатів буде сприяти коригуванню та адаптації програм підготовки менеджерів освіти з гендерних аспектів, що забезпечить їхню високоякісну підготовленість до роботи в умовах сучасних викликів.

Отже, дослідження формування гендерної компетентності у майбутніх менеджерів закладів загальної середньої освіти сприяє створенню нових, ефективних підходів до управління освітніми установами, які орієнтовані на рівні можливості для всіх учасників освітнього процесу. Розвиток цих підходів сприятиме не лише покращенню якості освіти, але й становленню більш справедливого та гуманного суспільства, яке ґрунтується на принципах рівності та поваги до прав кожної особистості.

Розширене розуміння гендерної компетентності у підготовці майбутніх менеджерів закладів загальної середньої освіти передбачає поглиблену інтеграцію гендерних аспектів у навчальні програми, педагогічну практику, а також організаційно-управлінську діяльність. Це потребує розробки нових підходів до навчання, впровадження інноваційних методик

та моніторингу їх ефективності, а також створення відповідної організаційної структури, яка забезпечить сталий процес розвитку гендерної компетентності на всіх етапах підготовки.

Одним із основних завдань є підготовка викладачів та педагогічних працівників до викладання гендерних дисциплін, а також до використання гендерно чутливих підходів у щоденній педагогічній практиці. Це може передбачати як інноваційні методи активного навчання (семінари, тренінги, воркшопи), так і традиційні лекційні курси, спрямовані на формування глибокого розуміння гендерних проблем, актуальних у контексті освіти та управління. Студенти, які навчаються на майбутніх менеджерів освіти, повинні бути оснащені знаннями та інструментами для розв'язання таких проблем, як гендерні стереотипи, нерівність у навчальних закладах та дискримінація.

Зокрема, важливо забезпечити студентів уміннями і навичками для розробки та впровадження гендерно чутливих навчальних програм. Це може включати включення в освітній процес матеріалів, які сприяють розумінню рівних можливостей для всіх учнів, а також навчальних завдань, які дозволяють їм аналізувати та долати гендерні стереотипи. У контексті управлінської діяльності майбутні менеджери повинні вміти створювати сприятливе середовище для розвитку гендерної рівності у своїх закладах. Це включає не лише управлінські рішення щодо кадрової політики, але й розвиток внутрішньої культури закладу, яка активно підтримує гендерну рівність.

Окремим важливим аспектом є роль педагогічних практик, на яких студенти можуть відпрацьовувати отримані теоретичні знання. Проведення гендерного аудиту в школах та навчальних закладах, участь у розробці і впровадженні гендерно чутливих програм дозволяє майбутнім менеджерам освіти безпосередньо взаємодіяти з реальними соціокультурними ситуаціями і на практиці вирішувати питання гендерної рівності. Гендерно чутлива політика на рівні закладу освіти передбачає не тільки рівні можливості для учнів, але й забезпечення гендерно рівних умов для педагогів, розробку стратегій, що сприяють залученню всіх до прийняття рішень на рівні адміністрації та педагогічного колективу.

У контексті організаційних змін важливим є створення механізмів для оцінки рівня

гендерної рівності в закладах освіти. Такі механізми повинні включати регулярний моніторинг та аналіз гендерного складу учнів, викладачів, а також виявлення гендерної дискримінації або неявних стереотипів у навчальному процесі. Для цього необхідно розробити відповідні інструменти та методи оцінки, які дозволяють виміряти ефективність впроваджених гендерно чутливих ініціатив. Це дозволить своєчасно коригувати стратегії управління та навчання, а також забезпечити можливість інтеграції зворотного зв'язку від учасників навчального процесу.

Також важливо звернути увагу на необхідність створення гендерної політики в освітніх закладах, яка б орієнтувалася не лише на забезпечення рівних можливостей для учнів та працівників, але й на розвиток інтеграції гендерної рівності в усі аспекти управлінської діяльності. Це включає створення та підтримку інклюзивних політик щодо найму персоналу, забезпечення рівних умов для кар'єрного зростання, а також запобігання гендерній дискримінації чи сексуальним домаганням. Гендерна політика повинна також забезпечити захист прав та інтересів осіб, які стикаються з гендерними порушеннями, створюючи таким чином безпечне та рівноправне середовище для всіх учасників освітнього процесу.

Завдяки системному підходу до формування гендерної компетентності, майбутні менеджери освіти зможуть значно покращити якість управління та розвитку закладів загальної середньої освіти. Вони будуть здатні створювати інклюзивні освітні середовища, де кожен учень має рівні можливості для самовираження, розвитку та досягнення своїх цілей, незалежно від статі або гендерних стереотипів. Це сприятиме не тільки зниженню рівня дискримінації та упереджень у школах, а й більш успішному формуванню демократичного та рівноправного суспільства, де права кожної людини будуть поважатися і захищатися.

З метою посилення ефективності гендерної освіти в Україні, особливо в контексті підготовки майбутніх менеджерів закладів загальної середньої освіти, необхідно розробити чіткі критерії та механізми для впровадження гендерно орієнтованих управлінських практик. Зокрема, майбутні управлінці повинні отримати навички, які дозволять їм впроваджувати гендерно чутливі стратегії в навчальних програмах, що

дозволяє забезпечити рівність можливостей для всіх учнів, незалежно від їхньої статевої приналежності чи гендерної ідентичності. Це, у свою чергу, сприятиме кращому впровадженню політик щодо боротьби з гендерними стереотипами в освітньому процесі.

Важливим аспектом у підготовці менеджерів освіти є їхня здатність до гендерно чутливого лідерства. Вони повинні бути спроможні будувати інклюзивні команди, створювати підтримуючу атмосферу для викладачів, учнів і їхніх батьків, а також уміти ефективно вирішувати конфлікти, що виникають на ґрунті гендерних проблем. Тренінги та курси, які акцентують увагу на гендерній чутливості, повинні включати реальні приклади з практики, де студенти зможуть застосовувати набуті знання у реальних умовах освітнього середовища.

Ще одним важливим кроком є інтеграція гендерної освіти в державні стандарти і програми підготовки менеджерів освіти. Державні органи повинні забезпечити відповідність програми підготовки кадрів вимогам сучасних освітніх реалій, включаючи обов'язкове вивчення гендерної політики та практик на рівні управління закладами освіти. У такому контексті потрібно розробити методичні рекомендації для керівників закладів освіти, які будуть орієнтуватися на забезпечення гендерної рівності як невід'ємної частини сучасної педагогічної практики.

Крім того, вкрай важливо проводити постійне підвищення кваліфікації педагогів і менеджерів закладів загальної середньої освіти щодо гендерної тематики через безперервне навчання, участь у наукових конференціях та обміні досвідом з колегами з інших країн. Це дозволить поширювати передовий досвід і забезпечити розвиток стійкої культури гендерної рівності в освітніх установах.

Окремо варто відзначити роль співпраці між державними і недержавними організаціями у процесі впровадження гендерної освіти в школах. Спільні проекти, консультації, проведення тренінгів для педагогів і адміністрацій шкіл можуть значно посилити ефективність змін. Наявність національних та міжнародних партнерств дозволяє залучити додаткові ресурси для розробки навчальних програм та методик, що відповідатимуть світовим стандартам у галузі гендерної рівності в освіті.

У підсумку, стратегія розвитку гендерної компетентності серед майбутніх менеджерів закладів загальної середньої освіти повинна бути системною і комплексною. Вона має включати підготовку кадрів, науково-методичну підтримку, впровадження гендерних стратегій в освітній процес, а також постійну оцінку ефективності впроваджених змін. Це створить сприятливі умови для формування освітнього середовища, яке стане справжнім осередком рівних можливостей для кожної особистості, сприятиме розвитку інклюзивного та рівноправного суспільства, де кожна людина буде вільно розвиватися, реалізовувати свої здібності і досягати успіху незалежно від гендерної ідентичності чи статевої приналежності.

Для більш детального розвитку гендерної компетентності майбутніх менеджерів закладів загальної середньої освіти важливо врахувати кілька ключових аспектів, які безпосередньо впливають на якість і ефективність навчання та управлінських практик у школах.

Першим кроком на шляху до формування гендерної компетентності є розробка спеціальних навчальних курсів і програм, що враховують гендерні аспекти в освіті. Це включає створення теоретичних і практичних матеріалів, які б забезпечували глибоке розуміння гендерної рівності, гендерних стереотипів, та їхнього впливу на освітній процес. Студенти повинні навчатися не лише теоретичних знань про гендер, але й практичних навичок, які дозволяють їм оцінювати й аналізувати ситуації з огляду на гендерну рівність, а також розробляти стратегії для подолання гендерної нерівності в школах.

Такі програми повинні включати теми, як:

- Аналіз гендерних стереотипів в освітньому середовищі та способи їх подолання.
- Формування гендерно чутливої культури в школі.
- Розробка гендерно збалансованих навчальних матеріалів.
- Практики гендерно чутливого управління школою, які включають рівні можливості для всіх учнів та вчителів.
- Стратегії надання підтримки для учнів та працівників, які зазнають гендерної дискримінації.

Це дозволить підготувати студентів до керівних ролей, де вони зможуть застосовувати

гендерно чутливі стратегії для поліпшення атмосфери в навчальних закладах та забезпечення рівних можливостей для розвитку кожного учня.

Не менш важливим є впровадження гендерно орієнтованих педагогічних практик у підготовку майбутніх керівників освітніх закладів. Педагогічні практики є важливими не тільки для теоретичного розуміння, але й для розвитку практичних навичок. Студенти мають можливість застосовувати знання про гендерну рівність на практиці, працюючи в реальних освітніх середовищах, де вони можуть оцінювати існуючі проблеми гендерної нерівності та здійснювати заходи для їх подолання.

Одним з ефективних підходів є проведення гендерного аудиту в школах, де студенти аналізують поточний стан гендерної рівності в навчальному закладі та розробляють рекомендації щодо поліпшення ситуації. Це включає:

- Аналіз гендерного складу учнів та викладачів.
- Оцінка рівня доступу до освітніх ресурсів для різних груп студентів, зокрема для дівчат та хлопців.
- Виявлення випадків гендерної дискримінації чи упередженого ставлення.
- Розробка і впровадження політик, спрямованих на усунення гендерної нерівності.

Завдяки цьому студенти можуть отримати реальну практику в управлінні освітніми закладами, що дозволяє їм безпосередньо впливати на зміни у школах.

З огляду на те, що майбутні менеджери закладів освіти будуть відповідати за впровадження гендерної політики на рівні шкіл, важливо, щоб вони мали навички не тільки у сфері педагогіки, але й у сфері управління. Це включає розуміння того, як створити організаційні структури та політики, які сприяють гендерній рівності в школі.

Менеджери повинні вміти:

- Створювати інклюзивні стратегії для забезпечення гендерної рівності.
- Впроваджувати кадрову політику, що забезпечує рівні можливості для чоловіків і жінок у навчальних закладах.
- Підтримувати розвиток прогресивних ініціатив для забезпечення рівних прав і можливостей для всіх учнів, незалежно від їх статі.

- Створювати програми підтримки для учнів та працівників, що стикаються з гендерною дискримінацією.

Також важливо, щоб менеджери мали здатність працювати з різними групами та стейкхолдерами (учнями, педагогами, батьками, органами місцевої влади), що допомагає забезпечити сталий розвиток гендерної політики в школах.

У рамках постійного підвищення кваліфікації для педагогів і менеджерів освітніх установ має бути передбачено регулярне навчання з гендерної тематики. Це включає участь у тренінгах, семінарах, вебінарах, конференціях, а також розвиток наукових досліджень у галузі гендерної освіти. Такий підхід дозволяє не лише підтримувати рівень обізнаності з гендерних питань, але й активно впроваджувати нові методи та інструменти для забезпечення рівних можливостей у школах.

Безперервне навчання є важливим для забезпечення адаптації освітніх працівників до змін у соціально-культурних умовах, де питання гендерної рівності стають все більш актуальними. Для цього можна створювати спеціалізовані курси для педагогів, що включатимуть теми гендерної дискримінації, сексуальних домагань, підтримки учнів у складних гендерних ситуаціях, а також формування гендерно чутливої культури в колективах.

Для досягнення максимального ефекту в формуванні гендерної компетентності майбутніх менеджерів освіти важливо налагодити співпрацю з громадськими організаціями, які займаються питаннями гендерної рівності, а також з міжнародними освітніми установами та організаціями. Це дозволить не тільки обмінюватися досвідом, але й отримувати фінансову та методологічну підтримку для реалізації гендерно орієнтованих проєктів у навчальних закладах. Взаємодія з міжнародними партнерами допоможе включити в навчальний процес міжнародні стандарти та передові практики, що сприяють розвитку гендерної рівності в освіті.

У підсумку, для забезпечення ефективного розвитку гендерної компетентності серед майбутніх менеджерів закладів загальної середньої освіти необхідно запровадити комплексний підхід, що включає реформу навчальних програм, розвиток педагогічних практик, вдосконалення управлінських стратегій і безперервне

навчання. Це дозволить підготувати професіоналів, які будуть здатні створювати гендерно рівноправні, інклюзивні та безпечні освітні середовища для майбутніх поколінь.

Для ефективного формування гендерної компетентності майбутніх менеджерів закладів загальної середньої освіти важливим є постійне вдосконалення навчальних методик, що орієнтуються на інклюзивний підхід і враховують специфіку розвитку гендерної рівності в освітньому середовищі. Зважаючи на те, що гендерна компетентність є складовою частиною загальної професійної підготовки менеджерів освіти, особливо важливою є адаптація їхніх управлінських практик до соціальних змін та потреб учнів, батьків і педагогічного колективу. Менеджери закладів освіти мають розуміти не лише основи теоретичних аспектів гендерної рівності, а й мати практичні навички впровадження політик та програм, які сприяють створенню умов для рівних можливостей для всіх учасників навчального процесу.

У цьому контексті, основним завданням є інтеграція гендерної політики на рівні управлінських практик, що передбачає активне використання інструментів гендерної аналізи в усіх аспектах діяльності навчальних закладів, зокрема, в кадровій політиці, організації навчального процесу, а також в питанні надання психологічної підтримки учасникам освітнього середовища, які можуть бути піддані дискримінації через їхній гендер. Формування у майбутніх керівників закладів освіти готовності до ведення таких політик є важливим етапом їх підготовки, оскільки це дозволяє створювати умови для розвитку учнів з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей, незалежно від їхньої статі.

Також важливим є усвідомлення того, що гендерна рівність не є лише питанням прав людини, а й фактором, який впливає на ефективність навчального процесу та соціалізацію учнів. Рівний доступ до освітніх можливостей, незалежно від статі, сприяє формуванню поважного ставлення до різноманітних груп людей та розвитку соціальної згуртованості в навчальних закладах. Водночас, для ефективного розв'язання проблем гендерної нерівності важливо, щоб менеджери закладів освіти активно співпрацювали з педагогами, учнями, батьками та громадськими організаціями. Тільки через

комплексний підхід можна досягти сталих змін, що сприятимуть формуванню безпечного та інклюзивного освітнього середовища.

Щоб забезпечити ефективність змін, необхідно не лише створювати сприятливі умови для розвитку гендерної компетентності серед педагогів, а й стимулювати їх до саморозвитку та постійного вдосконалення власних знань і навичок у цій галузі. Це включає участь у тренінгах, семінарах та наукових дослідженнях, що дозволяють педагогам і менеджерам навчальних закладів бути в курсі новітніх тенденцій у сфері гендерної політики та освіти. Врахування міжнародного досвіду і практик також є важливим аспектом, оскільки дозволяє запроваджувати найбільш ефективні стратегії щодо гендерної рівності в українській системі освіти.

Таким чином, гендерна компетентність майбутніх менеджерів закладів загальної середньої освіти є необхідною складовою частиною їхньої професійної підготовки, що дозволяє не лише забезпечити рівність між учасниками освітнього процесу, а й сприяти сталому розвитку системи освіти в цілому. Це включає не лише надання знань, а й формування цінностей, орієнтованих на рівність та повагу до прав людини. Тому важливо, щоб підготовка майбутніх керівників освітніх закладів передбачала інтеграцію гендерної освіти як невід'ємної частини їхнього навчального процесу.

Для досягнення цієї мети необхідно впроваджувати комплексні стратегії, спрямовані на розвиток гендерної компетентності як серед студентів, так і серед викладачів, що займаються підготовкою майбутніх управлінців освіти. Перш за все, важливо здійснювати інтеграцію гендерної освіти у всі дисципліни підготовки майбутніх педагогів та менеджерів, щоб забезпечити всебічне розуміння впливу гендерних аспектів на процеси навчання та управління. У зв'язку з цим, ключовим моментом є розробка спеціалізованих курсів і тренінгів, які дозволяють студентам не лише отримувати теоретичні знання, але й формувати практичні навички вирішення гендерних питань у професійній діяльності.

Засоби та методи формування гендерної компетентності мають бути різноманітними та орієнтованими на активне залучення учасників до аналізу реальних проблем і ситуацій. Для цього використовуються кейс-методи, ролеві ігри,

обговорення практичних ситуацій, що дозволяють глибше усвідомити та вирішити проблеми, пов'язані з гендерною нерівністю в освітніх закладах. Ці методи допомагають не тільки виявити можливі гендерні стереотипи, а й розвинути навички адаптації освітнього процесу до потреб кожного учня, незалежно від статі.

Особлива увага повинна приділятися розвитку у студентів розуміння важливості гендерної чутливості в управлінських рішеннях. Це включає забезпечення рівного доступу до можливостей навчання та кар'єрного росту, врахування інтересів та потреб усіх учасників навчального процесу. Крім того, важливим є навчання менеджерів закладів освіти правильному управлінню гендерними питаннями, що дозволяє створювати стратегії, які підтримують рівність між усіма учасниками освітнього процесу, починаючи від учнів і закінчуючи педагогічними працівниками.

Одним із важливих аспектів, що потребує уваги, є використання міжнародних практик у формуванні гендерної компетентності. Це дозволяє застосовувати передові методики та стратегії, які успішно реалізовані в інших країнах, що дає можливість уникати помилок та запроваджувати найкращі рішення для українських умов. Водночас важливо враховувати національні особливості та культурні традиції, що можуть впливати на сприйняття гендерної політики та її реалізацію в освітньому середовищі.

Не менш важливим є створення середовища, в якому студенти і викладачі можуть вільно обговорювати гендерні питання, подолати стереотипи та упередження, що існують в суспільстві, і сприяти розвитку інклюзивної та підтримуючої культури в освітніх закладах. Ось чому необхідно не лише фокусуватися на формуванні знань, але й на розвитку внутрішньої мотивації, яка сприятиме впровадженню гендерно чутливих практик у повсякденну діяльність майбутніх менеджерів освіти.

Насамкінець, варто зазначити, що формування гендерної компетентності у майбутніх менеджерів закладів загальної середньої освіти є складним, багатогранним процесом, який потребує комплексного підходу. Успішне впровадження гендерної політики у заклади освіти здатне забезпечити створення рівних можливостей для учнів та педагогічного персоналу, що, у свою чергу, позитивно впливає

на розвиток всього освітнього середовища і сприяє формуванню соціально відповідальних громадян, здатних до активної участі в суспільному житті.

Процес формування гендерної компетентності серед майбутніх менеджерів закладів загальної середньої освіти потребує постійної оцінки та коригування освітніх програм, що дозволяє враховувати змінювані соціально-культурні умови та новітні тенденції у сфері гендерної політики. Для цього важливо створювати механізми моніторингу, які дозволяють оцінювати ефективність впровадження гендерної освіти та адаптувати навчальні курси, методи та інструменти до сучасних вимог. У такому контексті основну роль відіграють науково-дослідницькі проекти, що сприяють глибшому розумінню специфіки гендерної проблематики в освіті та пошуку інноваційних підходів до її вирішення.

У рамках підготовки майбутніх керівників освіти до управлінської діяльності слід приділяти увагу не тільки розв'язанню конкретних гендерних проблем, а й загальному розвитку стратегічного мислення, здатності прогнозувати наслідки своїх управлінських рішень на гендерну ситуацію в закладі освіти. Це включає в себе знання про гендерну політику на рівні держави, міжнародні зобов'язання та локальні практики, які можуть бути застосовані в конкретному навчальному закладі. Крім того, важливо формувати в майбутніх управлінців не лише професійні, а й етичні засади, пов'язані з гендерною рівністю, щоб вони могли ухвалювати рішення, які відповідають загальнолюдським цінностям і принципам справедливості.

Інтеграція гендерної освіти в освітній процес потребує також підтримки з боку державних органів управління освітою, що зобов'язані створювати відповідні нормативно-правові акти та рекомендації щодо впровадження гендерної рівності в освітніх закладах. Важливим є підвищення рівня обізнаності серед педагогів, адміністрації шкіл і представників місцевих органів управління освітою про важливість гендерної політики, що сприятиме розвитку більш відкритих та чутливих до гендерних питань управлінських практик.

На завершення, можна зазначити, що ефективно формування гендерної компетентності у майбутніх менеджерів закладів загальної

середньої освіти є запорукою створення сприятливого та рівноправного середовища в освітніх установах, яке буде сприяти розвитку учнів без огляду на їхній гендер. Оскільки гендерна рівність є основою для здорового, успішного і соціально відповідального суспільства, розвиток цієї компетентності серед майбутніх керівників освіти має стати важливим пріоритетом у підготовці висококваліфікованих спеціалістів для сучасної освітньої системи України.

Висновки і перспективи подальших дослідження. У результаті проведеного дослідження було виявлено, що формування гендерної компетентності у майбутніх менеджерів закладів загальної середньої освіти є важливим елементом їх професійної підготовки. Оволодіння цими компетенціями дозволяє не лише сприяти створенню рівних умов для всіх учасників освітнього процесу, а й сприяє впровадженню сучасних інклюзивних практик у діяльність навчальних закладів. Гендерна компетентність є необхідною складовою для управлінців, оскільки вона допомагає формувати культуру рівноправності та взаємоповаги серед учнів та педагогів, що має позитивний вплив на атмосферу в закладі та ефективність навчального процесу.

До основних висновків можна віднести те, що гендерна компетентність повинна включати не лише теоретичні знання про гендерну рівність, а й практичні навички, спрямовані на подолання гендерних стереотипів і дискримінації в освітніх закладах. Успішна реалізація цього процесу можливе через інтеграцію гендерних аспектів в усі етапи професійної підготовки, починаючи з навчальних програм і курсів

до діяльності студентів під час практики. Окрім того, важливим є розвиток у майбутніх менеджерів здатності до критичного осмислення гендерних питань, а також умінь застосовувати ці знання в управлінських рішеннях.

Перспективи подальших досліджень у цій галузі полягають у вдосконаленні методик і підходів до формування гендерної компетентності, зокрема шляхом розвитку нових форм навчання та тренінгів, які можуть ефективно поєднувати теоретичний матеріал із практичним застосуванням. Оскільки гендерна проблематика є динамічною і взаємопов'язаною з іншими соціальними процесами, важливо проводити постійні дослідження для адаптації освітніх стратегій до змін у соціокультурному середовищі.

Перспективними напрямками досліджень є також вивчення досвіду міжнародних освітніх систем у галузі гендерної освіти, що дозволить впроваджувати передові практики у вітчизняну систему підготовки кадрів для освітніх закладів. Зокрема, важливо розглянути питання гендерної чутливості в управлінні освітніми установами, вивчати соціально-психологічні аспекти впливу гендерної рівності на ефективність навчання, а також розробляти стратегії для підтримки гендерної рівності в умовах українських шкіл.

Таким чином, подальші дослідження повинні бути орієнтовані на поглиблене вивчення гендерних питань у контексті освітньої реформи, впровадження гендерної політики в освітні заклади та розробку практичних рекомендацій для ефективної підготовки майбутніх управлінців освіти, здатних вирішувати гендерні проблеми в сучасному освітньому середовищі.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Бельц Т. Теоретичні основи інтеграції гендерної освіти в підготовку педагогічних кадрів. *Проблеми сучасної освіти*. 2018. 5(15). С. 19–27.
2. Гренкевич О. Педагогічні умови формування гендерної компетентності у студентів педагогічних спеціальностей. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського*. 2019. 2(29). С. 27–35.
3. Державна стратегія гендерної рівності в освіті України на 2021–2025 роки. Київ, 2021. 36 с.
4. Крамаренко А. Формування гендерної компетентності у майбутніх педагогів: теоретичні засади та практичні підходи. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2018. 6(84). С. 23–31.
5. Лінчук Н. Вплив гендерної компетентності на професійний розвиток керівників освітніх закладів. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Освіта*. 2021. 4(56). С. 17–22.
6. Михайлова С. Гендерна рівність у навчальному процесі: виклики та перспективи. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Педагогічні науки*. 2020. 3(38). С. 33–41.
7. Салліван Е. Впровадження гендерної політики в управління освітніми закладами. *European Journal of Gender Studies*. 2017. 1(12). С. 41–48.
8. Юр'єва Т. Гендерна компетентність як складова професійної майстерності майбутніх педагогів. *Освітнологічний дискурс*. 2019. 3(26). С. 49–57.

REFERENCES:

1. Belts, T. (2018). Teoretychni osnovy intehratsii hendernoї osvity v pidhotovku pedahohichnykh kadriv [Theoretical foundations of gender education integration in the training of pedagogical staff]. *Problemy suchasnoi osvity – Problems of Modern Education*, 5(15), 19–27 [in Ukrainian].
2. Hrenkevych, O. (2019). Pedahohichni umovy formuvannia hendernoї kompetentnosti u studentiv pedahohichnykh spetsialnosti [Pedagogical conditions for the formation of gender competence in students of pedagogical specialties]. *Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Mykhaila Kotsiubynskoho – Scientific Notes of Vinnytsia State Pedagogical University named after Mykhailo Kotsiubynskyi*, 2(29), 27–35 [in Ukrainian].
3. Derzhavna stratehiia hendernoї ravnosti v osviti Ukrainy na 2021–2025 roky [State Strategy of Gender Equality in Education of Ukraine for 2021–2025]. (2021). Kyiv: [s.n.], 36 p. [in Ukrainian].
4. Kramarenko, A. (2018). Formuvannia hendernoї kompetentnosti u maibutnykh pedahohiv: teoretychni zasady ta praktychni pidkhody [Formation of gender competence in future teachers: theoretical foundations and practical approaches]. *Pedahohichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnolohii – Pedagogical Sciences: Theory, History, Innovative Technologies*, 6(84), 23–31 [in Ukrainian].
5. Linchuk N. (2021). Vplyv hendernoї kompetentnosti na profesiinyi rozvytok kerivnykiv osvitnykh zakladiv. [Impact of gender competence on professional development of educational institution leaders]. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Serii: Osvita – Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series: Education*, 4(56), 17–22 [in Ukrainian].
6. Mykhailova, S. (2020). Henderna ravnist u navchalnomu protsesi: vyklyky ta perspektyvy [Gender equality in the educational process: challenges and prospects]. *Naukovyi visnyk Khersonskoho derzhavnoho universytetu. Serii: Pedahohichni nauky – Scientific Bulletin of Kherson State University. Series: Pedagogical Sciences*, 3(38), 33–41 [in Ukrainian].
7. Sullivan, E. (2017). Vprovadzhennia hendernoї polityky v upravlinnia osvitnimy zakladamy [Implementation of gender policy in the management of educational institutions]. *European Journal of Gender Studies*, 1(12), 41–48.
8. Yurieva, T. (2019). Henderna kompetentnist yak skladova profesiinoї maisternosti maibutnykh pedahohiv [Gender competence as a component of professional mastery of future teachers]. *Osvitolohichniy dyskurs – Educational Discourse*, 3(26), 49–57 [in Ukrainian].

УДК 378:5:005.336.4(4)

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-20>

Лариса МАРУШКО

доктор педагогічних наук, доцент, декан факультету хімії та екології, Волинський національний університет імені Лесі Українки, просп. Волі, 13, м. Луцьк, Волинська обл., Україна, 43025

ORCID: 0000-0002-8373-6747

Бібліографічний опис статті: Марушко, Л. (2024). Закордонний досвід підготовки майбутніх учителів хімії та природничих спеціальностей до професійної діяльності. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 4, 165–172, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-20>

ЗАКОРДОННИЙ ДОСВІД ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ХІМІЇ ТА ПРИРОДНИЧИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ДО ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

У статті здійснено аналіз зарубіжного досвіду підготовки майбутніх учителів хімії та природничих спеціальностей (американська, канадська і європейська моделі). Це дає змогу визначити ряд важливих напрямів, що мають стати визначальними для прогнозування та розвитку педагогічної освіти в Україні, враховуючи реалії та завдання сучасного суспільства, а саме: 1) в системі підготовки майбутніх учителів хімії та природничих спеціальностей, як і в системі вищої освіти загалом, відбувається посилення інтеграційних процесів, результатом чого має стати формування єдиного освітнього простору, посилення інтеграційного потенціалу складових освітнього процесу в закладах вищої освіти; 2) в системі професійної освіти з'являються інші види підготовки майбутніх учителів (паралельна, послідовна та альтернативна моделі), що доповнюють існуючу систему, проте традиційна модель частково збережена (обов'язковими є теоретична підготовка та педагогічна практика); здійснюється інтенсивний пошук альтернативних варіантів підготовки вчителів за програмами «ліцензованого» і «всебічно підготовленого» педагога; 3) розробляються та вдосконалюються національні рамки кваліфікацій, на основі яких створюються професійні стандарти і освітні програми, установлюються критерії оцінювання навчальних результатів; 4) створюються та запроваджуються різноманітні практично-орієнтовані моделі підготовки майбутніх вчителів хімії, зокрема «клінічна модель», «школа професійного розвитку», модель навчання на робочому місці; 5) основна концепція полягає у переході від переважання теорії та філософії у підготовці вчителів до посилення практичної складової через розширення педагогічної практики і урізноманітнення форматів її організації. Це включає тісне партнерство із закладами загальної середньої освіти і перехід до безперервної багаторівневої педагогічної освіти; 6) трансформація освітнього процесу включає впровадження новітніх технологій, модернізацію підходів до організації занять та активне використання гібридних методів навчання для підготовки педагогів; освітні програми адаптуються під сучасні потреби, збагачуючись інтерактивними і цифровими інструментами, що забезпечує якісну та ефективну освіту.

Ключові слова: заклади вищої освіти, професійна підготовка, майбутні учителі хімії та природничих спеціальностей, закордонний досвід.

Larysa MARUSHKO

Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Chemistry and Ecology, Lesya Ukrainka Volyn National University, 13 Voli ave., Lutsk, Volyn region, Ukraine, 43025

ORCID: 0000-0002-8373-6747

To cite this article: Marushko, L. (2024). Zakordonnyi dosvid pidhotovky maibutnikh uchyteliv khimii ta pryrodnychikh spetsialnostei do profesiinoi diialnosti [Foreign experience in training future teachers of chemistry and natural sciences for professional activity]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 4, 165–172, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-20>

FOREIGN EXPERIENCE IN TRAINING FUTURE TEACHERS OF CHEMISTRY AND NATURAL SCIENCES FOR PROFESSIONAL ACTIVITY

The article analyzes foreign experience in training future teachers of chemistry and natural sciences (USA, Canadian and European models). A number of important areas were identified that should become decisive for the forecasting and development of pedagogical education in Ukraine, taking into account the realities and tasks of modern society, namely:

1) integration processes are being strengthened in the system of training future teachers of chemistry and natural sciences, as well as in the system of higher education in general, the result of which should be the formation of a single educational space, strengthening the integration potential of the components of the educational process in higher education institutions; 2) other types of training of future teachers emerge in the system of professional education (parallel, sequential and alternative models) which complement the existing system, while partially preserving the traditional model (theoretical training and pedagogical practice are mandatory); alternative options for training teachers are intensively sought for under the programs of a licensed and versatile teacher; 3) national qualification frameworks are being developed and improved, as the basis on which professional standards and educational programs are created, and criteria for assessing learning outcomes are established; 4) various practically oriented models of training future chemistry teachers are being created and introduced, in particular the "clinical model", "school of professional development", and the model of on-the-job training; 5) the main concept is to transition from the predominance of theory and philosophy in teacher training to strengthening the practical component through the expansion of pedagogical practice and diversification of formats for its organization. This includes close partnership with secondary education institutions and the transition to continuous multi-level pedagogical education; 6) the transformation of the educational process includes the introduction of the latest technologies, modernization of approaches to organizing classes and active use of hybrid teaching methods for teacher training; educational programs are being adapted to modern needs, enriched with interactive and digital tools, which ensures high-quality and effective education.

Key words: higher education institutions, professional training, future teachers of chemistry and natural sciences, foreign experience.

Актуальність проблеми. Обов'язковою умовою покращення якості загальної освіти є високий рівень сучасної педагогічної освіти. Аналіз закордонного досвіду підготовки вчителів хімії та природничих наук до професійної діяльності дозволяє детально вивчити ситуацію в Україні в контексті глобальних трендів, що дає змогу виявити як позитивні, так і негативні тенденції у підготовці педагогів. Такі компаративні дослідження в галузі освіти сприяють запозиченню найкращих міжнародних практик, ухваленню обґрунтованих рішень та уникненню помилок у підготовці майбутніх учителів хімії та природничих наук. Заразом ураховується, що в багатьох європейських країнах, у США, Канаді, Китаї, Японії питання підготовки вчителів цих дисциплін має тривалу педагогічну традицію. У цих країнах система педагогічної освіти формується на основі рекомендацій Міжнародної організації праці (МОП), Організації об'єднаних націй з питань освіти, науки і культури (ЮНЕСКО). Останнім часом педагогічна освіта перебуває у фокусі масштабних досліджень на міжнародному рівні, як-от: TEDS-M (оцінка якості підготовки майбутніх учителів математики), TALIS (дослідження умов викладання та навчання). Це дозволяє міжнародним організаціям удосконалювати рекомендації, спираючись на аналіз існуючої практики та наукові уявлення про педагогічну освіту.

А отже, в процесі реформування національної системи освіти виникає все більша необхідність в аналізі досвіду різних країн для порівняння та пошуку найкращих шляхів розвитку

системи підготовки вчителів у вітчизняних ЗВО, включаючи й учителів хімії та природничих спеціальностей.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Потреба в модернізації підготовки майбутніх учителів хімії та природничих дисциплін в Україні викликає підвищений інтерес науковців до аналізу досвіду підготовки педагогів у країнах Європейського Союзу (Граб, 2022; Дяченко, 2016; Мартиненко, 2013; Сисоева & Кристопчук, 2012 та ін.) у Канаді (Павлюк, 2016 та ін.) та в США (Олендр & Степанюк, 2018 та ін.). У дослідженнях висвітлюються аспекти організації та підвищення якості педагогічної освіти, шляхи її професіоналізації, ключові вектори та динаміка змін у процесах реформування освіти в країнах ЄС, у США і в Канаді, аналіз системи виявлення рівня готовності до професійної педагогічної діяльності випускників ЗВО, співпраці між університетами та школою тощо.

Мета статті полягає в здійсненні всебічного порівняльного аналізу закордонних освітніх систем підготовки майбутніх учителів хімії та природничих спеціальностей як основи визначення оптимальних стратегій удосконалення національної системи підготовки майбутніх педагогів і пошуку інноваційних рішень для підвищення якості готовності їх до професійної діяльності.

Виклад основного матеріалу. Для ефективного порівняльного аналізу систем підготовки майбутніх учителів хімії та природничих спеціальностей, вважаємо за доцільне об'єднати освітні моделі різних країн у регіональні групи

за спільними ознаками (концепція, зміст, структура, правова база, методи підготовки тощо). Результати узагальнюючого аналізу освітніх систем різних країн (Олендр & Степанюк, 2018; Knight, 2015, ін.) дають можливість виділити такі регіональні моделі професійної підготовки майбутніх педагогів: американську, канадську, європейську. Розглянемо детальніше кожен з них.

Американська модель підготовки вчителів характеризується децентралізацією, де відповідальність за освіту вчителів належить штатам, а не федеральному уряду. Це дозволяє орієнтуватися на регіональні потреби (Огієнко, 2011). Підготовка майбутніх вчителів хімії та природничих спеціальностей включає: на бакалаврському рівні навчання на факультеті природничих наук (4 роки) і спеціалізацію на педагогічному факультеті (1 рік); в магістратурі (2 роки спеціалізації на педагогічному факультеті). Університети мають значну автономію, що дозволяє студентам обирати курси та дисципліни для вивчення (Сисоєва & Кристочук, 2012).

Педагогічні програми поділяються на традиційні та альтернативні.

Традиційні програми базуються на «клінічній моделі» (Maier, 2022), яка передбачає тісний зв'язок теорії з практикою та розвиток партнерських відносин між університетами та школами. Американська система підготовки майбутніх учителів базується на розумінні того, що вчительство є практичною професією, яка потребує негайного застосування теоретичних знань у реальних умовах. Ця модель сприяє використанню активних форм педагогічної практики, включаючи річну інтернатуру, і визнає, що вчительство – це практична професія, що потребує негайного застосування теоретичних знань у реальній практиці (Gansle, Noell, & Burns, 2012). Відносини між університетами та школами побудовані на взаємному обміні: школа надає базу для практики та кращих педагогів-наставників, а університети сприяють професійному розвитку вчителів, впровадженню нових програм. Звичайно ж, схожі приклади такої співпраці є й в українському освітньому середовищі.

Альтернативні програми, такі як «Вчи на благо Америки» (Teach for America, TFA), пропонують короткотривале інтенсивне навчання для випускників непедагогічних факультетів, які отримують повноцінне навантаження

вчителя та беруть вечірні або заочні курси психолого-педагогічного циклу (Heilig, & Jez, 2010). Незважаючи на критику через високу вартість та короткий термін роботи випускників у школах, ці програми демонструють успіхи. Випускники TFA часто демонструють такі ж або кращі результати, ніж випускники традиційних педагогічних освітніх програм (Maier, 2012). Проте, на думку А. Майєра, позитивні результати TFA можуть бути зумовлені ретельним відбором найобдарованіших випускників, а не самою підготовчою програмою (Maier, 2012). Разом з тим, на підготовку одного члена TFA витрачається орієнтовно 70 тис. доларів, що суттєво дорожче за підготовку в традиційних програмах (Heilig & Jez, 2010). Більшість учасників TFA працюють у школах 2–3 роки, тому не можуть становити основу кадрового потенціалу. На нашу думку, варто уникати широкого впровадження інноваційних альтернативних програм в Україні, які є дороговартісними та не завжди ефективними. Проте умовах дефіциту педагогічних працівників, варіант альтернативної підготовки може бути необхідним заходом, однак слід з обережністю розглядати ці програми як довгострокове рішення.

Заслугує на увагу американська практика підготовки майбутніх учителів хімії та природничих спеціальностей з використанням освітніх технологій, за допомогою яких упроваджується інтегрований підхід, поєднуючи різні дисципліни, з акцентом на практичне та проєктне навчання учнів (Fuchang, 2020). Важливою складовою американської моделі підготовки майбутніх учителів хімії та природничих спеціальностей є STEM-освіта, яка забезпечує сучасні технології навчання. STEAM-освіта (наука, технології, інженерія, мистецтво, математика) інтегрує різні дисципліни та спрямована на формування критичного мислення, креативності та навичок роботи в команді. Такий підхід готує студентів до вирішення міждисциплінарних завдань. STEM-освіта забезпечує інтеграцію предметного змісту та проєктної діяльності, що є основною формою освітнього процесу (Stohlmann, Moore, & Roehrig, 2022). В американській системі підготовки майбутніх вчителів хімії та природничих спеціальностей STEM-освіта включає вивчення цілісних тем, участь у науково-технічних проєктах та використання сучасних технологій для навчання учнів.

Україні варто враховувати досвід США у впровадженні STEM-освіти, однак адаптувати його до власних реалій. В Україні вчителі зазвичай викладають один предмет, тому впровадження STEM потребує додаткової підготовки майбутніх учителів з інженерними навичками та акценту на практичному застосуванні знань. Також необхідно розробити концептуальні засади для підготовки педагогічних кадрів на рівні бакалаврських та магістерських програм, які інтегрують теоретичні знання з практичними навичками (Lytra, & Drigas, 2021).

Таким чином, американський досвід підготовки вчителів може бути корисним для України, особливо у контексті впровадження STEM-освіти та розвитку інноваційних підходів до навчання. Однак, важливо враховувати національні особливості та адаптувати ці моделі до українських умов.

Канадська модель. Канадський підхід до підготовки вчителів привертає особливу увагу завдяки гнучкості та адаптивності до світових змін. Високий соціальний статус професії вчителя у Канаді, який забезпечується жорстким конкурсом на вступ до університетів, високими академічними вимогами та моральними критеріями, а також високим рівнем заробітної плати вчителів, є важливим фактором (Павлюк, 2012).

У Канаді підготовка вчителів відбувається на педагогічних факультетах університетів, де випускники отримують ступінь бакалавра педагогіки (Bachelor of Education). Цей ступінь вважається першою сходинкою у системі безперервної освіти, що має продовжуватися протягом всього професійного життя (Tardif, 2018).

Наразі підготовку вчителів у Канаді здійснюють 56 закладів освіти, які значно різняться за тривалістю програм та кількістю випускників. Найбільш затребувані програми підготовки вчителів-предметників (зокрема, фізики, хімії, біології) середньої та старшої школи.

У Канаді професійна підготовка майбутніх учителів хімії та природничих дисциплін має свої особливості та поділяється на першому освітньому рівні на дві моделі: паралельну та послідовну (Gambhir, Broad, & Evans, 2008). Паралельна модель передбачає одночасне вивчення педагогічних та спеціальних дисциплін, що завершується отриманням двох дипломів бакалавра – у галузі природничих наук та педагогіки. Послідовна модель полягає

в отриманні спершу ступеня бакалавра в природничій сфері, а потім – професійної педагогічної підготовки, що триває від двох семестрів до двох років, в результаті чого випускники теж отримують два дипломи (Perlaza, & Tardif, 2016).

У франкомовній провінції Квебек поширена єдина модель, яка поєднує предметні курси та педагогічні дисципліни, з тривалістю навчання чотири роки та 700 годин педагогічної практики (Perlaza, & Tardif, 2016).

Кожна з цих моделей має свої переваги та недоліки. Послідовні програми надають більше можливостей для працевлаштування, але обмежують час на практику та дослідницьку роботу. Паралельна модель забезпечує фундаментальну підготовку, але може призвести до фрагментарності знань через дисонанс між освітніми програмами різних факультетів. Єдина модель пропонує збалансовану підготовку, але обмежується одним дипломом.

Таким чином, канадський досвід підготовки вчителів представляє інтерес для впровадження і адаптації в Україні з урахуванням національних особливостей та потреб.

Європейська модель підготовки вчителів склалася завдяки впливу Болонського процесу. В країнах, що є учасниками цього процесу, створено освітній простір зі спільними системами наукових ступенів, двоцикловим навчанням (Криstopчук, 2014), системою залікових одиниць та мобільністю студентів, а також європейською співпрацею в забезпеченні якості освіти (Мієр, 2020).

Важливою характеристикою європейської моделі є різноманітність національних освітніх систем. У Франції акцент роблять на масштабній педагогічній практиці, у Великобританії існує багато шляхів підготовки освітян, а у Фінляндії висока престижність професії вчителя забезпечується жорстким конкурсом при вступі, варіативністю навчання та відсутністю тиску з боку міністерства освіти (Біницька, 2016; Криstopчук, 2014).

Європейська модель підготовки вчителів хімії та природничих спеціальностей відзначається індивідуалізацією навчання, що у багатьох країнах є необхідним засобом покращення якості освіти. Країни розв'язують це завдання різними способами: у Чехії через розвиваючі результати, в Литві враховують індивідуальні потреби та стилі навчання студентів, а в Естонії

надають можливість вільного вибору освітньої траєкторії (Блажко, 2018).

Європейська практика індивідуалізації навчання має важливе значення, адже студентам пропонують обирати дисципліни за власними інтересами та можливостями. На нашу думку, впровадження стратегій індивідуалізації в систему професійної підготовки майбутніх учителів хімії та природничих спеціальностей України передбачає:

- формування системи педагогічної освіти з урахуванням індивідуальних та суспільних інтересів, надаючи студентам можливості вибору шляхів досягнення своїх цілей;
- забезпечення різноманітності форм та змісту освіти;
- запровадження системи підтримки та супроводу студентів під час реалізації ними власної освітньої траєкторії.

Важливим аспектом європейської моделі підготовки майбутніх учителів хімії та природничих спеціальностей є міждисциплінарний підхід, що сприяє інтеграції знань з різних наук та педагогіки (Акімова, & Галузьяк, 2019). Проблемно орієнтовані програми підготовки майбутніх педагогів, що передбачають інтеграцію різноманітних видів освітньої діяльності, спрямовані на розвиток критичного мислення та практичних навичок студентів.

Європейська педагогічна освіта зазнала суттєвих трансформацій у напрямку міждисциплінарного підходу, синтезуючи знання з різних галузей. Так, реалізація освітніх програм підготовки майбутніх учителів хімії та природничих спеціальностей здійснюється завдяки:

- упорядкуванню та оптимізації інтегрованої природничо-наукової системи знань;
- систематичній координації роботи викладачів;
- узгодженню освітніх програм.

У галузі педагогічної освіти значущим видом міждисциплінарних програм є STEM, яка застосовується у професійній підготовці вчителів природничо-наукових дисциплін. Деякі університети вже повністю перейшли на модель STEM.

Практико зорієнтований підхід також є важливою особливістю європейської підготовки вчителів, що проявляється у великій кількості часу, відведеного на практику, варіативності форм її організації. У європейських країнах

педагогічна практика є невід'ємною складовою підготовки майбутніх учителів хімії та природничих спеціальностей, на неї припадає не менше 30 навчальних кредитів у 4-річних програмах бакалаврату.

Педагогічна практика складається з підготовчих семінарів, спостереження за уроками, проведення уроків під наглядом педагогів-наставників, самостійної роботи та участі в семінарах. Почасти практика може включати стажування за кордоном, проте більша її частина має проходити в країні навчання майбутнього вчителя (Levin, 2011).

В Україні спостерігається гостра потреба у посиленні прикладної спрямованості підготовки майбутніх педагогів. Зокрема, важливим у цьому аспекті є принцип апроксимації, що передбачає наближення освітнього процесу до реальної педагогічної діяльності. Це може включати перехід: від ознайомлювальної практики до повного залучення в реальний навчальний процес; від педагогічного проектування до практики в реальних умовах; від репетиції та імітації педагогічних ситуацій до самостійно керованої педагогічної діяльності.

По завершенню освітніх програм підготовки вчителів хімії та природничих спеціальностей у різних країнах (Великобританія, Литва, Нідерланди, Німеччина, Франція, Швеція та ін.), практика триває у формі післядипломного стажування чи спеціальної випускної програми під час роботи у школі під керівництвом досвідчених вчителів-наставників. Вважаємо, що такий досвід післядипломного стажування для майбутніх учителів хімії та природничих спеціальностей є надзвичайно актуальним, оскільки ці програми допомагають підвищити якість професійної підготовки та знизити показники плинності педагогічного персоналу.

Ключовою особливістю європейської моделі підготовки майбутніх учителів хімії та природничих спеціальностей є безперервне професійне самовдосконалення. ООН включила до глобальних пріоритетів принцип навчання впродовж життя (LifeLong Learning, LLL), а в Швеції, наприклад, кожен учитель щороку підвищує свій професійний рівень.

У Європейському Союзі неперервний розвиток вчителів відбувається завдяки створенню стандартів викладання для кожного етапу їхньої кар'єри, або для кожного ступеня освіти.

Наприклад, у Шотландії діють окремі стандарти навчання в середній школі, у яких визначені вимоги до окремих статусів вчителів (кваліфікований вчитель, дипломований вчитель, керівник). У Північній Ірландії стандарти визначають загальні та предметні компетентності для трьох ступенів: бакалаврського, магістерського і докторського; ці стандарти включають узгоджену послідовність етапів кар'єрного становлення вчителів та створюють фундамент для їхнього безперервного професійного розвитку.

Безперервний розвиток майбутніх учителів хімії та природничих спеціальностей забезпечується через інтеграцію вимог до знань, типів діяльності та практичної орієнтації їхньої підготовки. (Левченко, 2017). У підтриманні високих стандартів освіти основним елементом є національні рамки кваліфікацій (НРК) для педагогів, які встановлюють критерії для входження в професію вчителя та створюють міцний фундамент для педагогічної освіти і навчання впродовж усього професійного шляху (OECD, 2018).

В Україні також важливо оновлювати НРК для вчителів, що є основою для формування стандартів вищої освіти та освітніх програм, що дозволить визначити професійні здібності та досягнення, а також сприяти професійному зростанню та кар'єрі вчителів.

Основна особливість розвитку педагогічної освіти в Америці, Канаді та Європі – це послідовність у реформах, які враховують національні традиції та міжнародний досвід. Деякі країни копіюють успішний досвід інших, інші адаптують його до своїх потреб, а треті розробляють власні шляхи розвитку педагогічної освіти. Знання про розвиток педагогічної освітньої системи сприяє оновленню змісту та форм організації педагогічної освіти, в рамках якої здійснюється підготовка майбутніх учителів хімії та природничих спеціальностей на локальному рівні.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Ефективна модернізація педагогічної освіти в Україні повинна здійснюватися шляхом поєднання національних досягнень і освітніх

традицій з найкращими світовими практиками професійної підготовки майбутніх учителів.

Ключові умови ефективної професійної підготовки майбутніх учителів хімії та природничих спеціальностей, що є загальними для багатьох систем вищої освіти, включають:

- професійна мотивація студентів, з високими вимогами до їх академічної та особистісної підготовки;
 - комплексна та системна організація професійної підготовки майбутніх педагогів, що охоплює інваріантні та варіативні компоненти освітньої програми;
 - однакові права та можливості для всіх студентів, з урахуванням їх індивідуальних особливостей;
 - практико-орієнтована психолого-педагогічна підготовка з сучасними засобами оцінки якості освіти;
 - значна частина педагогічної практики, яка включає залучення в реальний освітній процес.
- Враховуючи це, окреслимо перспективи впровадження глобальних досягнень у сфері підготовки майбутніх учителів хімії та природничих спеціальностей, які визначають основні принципи формування освітніх програм, до освітньої системи України:
- підвищення вимог до відбору абітурієнтів на педагогічні спеціальності з одночасним підняттям статусу вчителя на державному рівні;
 - впровадження сучасних методів і технологій професійної підготовки з акцентом на інтерактивні методи;
 - диференціація та індивідуалізація навчання;
 - активне впровадження STEM-освіти, методу навчальних проєктів;
 - стимулювання інтелектуальної та творчої діяльності студентів, розвиток педагогічного мислення, впроваджуючи індивідуалізовані та особистісно орієнтовані педагогічні технології;
 - поглиблення спеціалізації, які враховуватимуть, зокрема, вікові особливості учнів, з якими працюватимуть майбутні освітяни;
 - модернізація педагогічної практики з акцентом на її диференціацію та індивідуалізацію.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Акімова О., Галузак В. Педагогічний супровід особистісно-професійного розвитку майбутнього вчителя. Монографія. Вінниця: «Твори», 2019. 340.
2. Біницька К. Теоретичні засади професійної підготовки майбутніх учителів початкової освіти у країнах Східної Європи. *Педагогічний дискурс*. 2016. 21. 15–19.

3. Блашко О. А. Підготовка майбутніх учителів до профільного навчання хімії учнів загальноосвітніх закладів: теоретико-методичні засади. Монографія. Вінниця: Нілан-ЛТД, 2018. 327.
4. Граб М. Європейський вимір професійної підготовки майбутніх учителів у Данії й Норвегії: досвід для України. *Вісник кафедри ЮНЕСКО «Неперервна професійна освіта XXI століття»*. 2022. 6. 42–50.
5. Дяченко Л. М. Психолого-педагогічна підготовка майбутніх учителів загальноосвітніх шкіл в університетах Федеративної Республіки Німеччина: стан і реалії. Метод. рек. Київ: ДКС центр, 2016. 84.
6. Кристопчук Т. Є. Тенденції розвитку педагогічної освіти в країнах Європейського Союзу. (Автореф. дис. ... доктора пед. наук зі спеціальності 13.00.04). Київ, 2014. 40.
7. Левченко Т. І. Концептуальна парадигма розвитку вищої освіти. Монографія. Вінниця: Нова Книга, 2017. 344.
8. Мартиненко С. Європейський простір вищої освіти: Тенденції розвитку та пріоритети. *Освітологія*, 2013. 2. 163–167.
9. Мієр Т. І. (Ред.). Європейські та вітчизняні тренди підготовки майбутніх учителів початкової школи: тезисна теорія та варіативна практика з е-навчанням. [Монографія]. Німеччина: Карлсрує, 2020. 250.
10. Огієнко О. Професійна підготовка вчителів загальноосвітніх шкіл у Великій Британії, Канаді та США: спільне та відмінне. *Освіта дорослих: теорія, досвід, перспективи*. 2011. 3 (2). 105–115.
11. Олендр Т. М., Степанюк А. В. Моніторинг якості природничої освіти в університетах США. Монографія. Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2018. 260.
12. Павлюк В. І. Підготовка майбутніх учителів у системі багаторівневої педагогічної освіти в Канаді. (Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04). Уманський держ. пед. ун-тет ім. П. Тичини. Умань, 2012. 294.
13. Сисоєва С. О., Кристопчук Т. Є. Освітні системи країн Європейського Союзу: загальна характеристика. [Навч. посіб.]. Київський ун-тет ім. Б. Гринченка. Рівне: Овід, 2012. 352.
14. Fuchang L. Addressing STEM in the context of teacher education. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*. 2020. 13 (1). 129–134.
15. Gambhir M., Broad K., Evans M. Characterizing initial teacher education in Canada: Themes and issues. Ontario Institute for Studies in Education, 2008. 30.
16. Gansle K. A., Noell G. H., Burns J. M. Do Student Achievement Outcomes Differ Across Teacher Preparation Programs? An Analysis of Teacher Education in Louisiana. *Journal of Teacher Education*. 2012. 63. 304–317.
17. Heilig J. V., Jez S. J. Teach For America: A Review of the Evidence. 2010. URL: <http://epicpolicy.org/publication/teach-for-america>
18. Knight J. New rationales driving internationalization. *International Higher Education*. 2015. 34. 3–5.
19. Levin B. B. Energizing teacher education and professional development with problem-based learning. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development. 2011. 151.
20. Lytra N., Drigas A. STEAM education-metacognition – specific learning disabilities. *Scientific Electronic Archives*. 2021. 14 (10). 41–48.
21. Maier A. Doing Good and Doing Well: Credentialism and Teach for America. *Journal of Teacher Education*. 2022. 63. 10–22.
22. OECD: TALIS. Results (Volume I): Teachers and School Leaders as Lifelong Learners, OECD Publishing, Paris, 2019. URL: https://www.oecd.org/en/publications/talis-2018-results-volume-i_1d0bc92a-en/full-report.html
23. Perlaza A. M., Tardif M. Pan-Canadian Perspectives on Teacher Education: The State of the Art in Comparative Research. Alberta. *Journal of Educational Research*. 2016. 62 (2). 199–219.
24. Stohlmann M., Moore T. J., Roehrig G. H. Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*. 2022. 2 (1). 28–34.
25. Tardif M. La formation à l'enseignement au Québec: bilan des 25 dernières années et perspectives pour l'avenir. *Formation et profession*. 2018. 26 (2). 110–121.

REFERENCES:

1. Akimova, O., & Haluziak, V. (2019). Pedagogical support for the personal and professional development of a future teacher: monohrafiia. Vinnytsia: "Tvory", 340 p. [in Ukrainian].
2. Binytska, K. (2016). Teoretychni zasady profesiinoyi pidhotovky maibutnix uchyteliv pochatkovoї osvity u krainakh Skhidnoi Yevropy [Theoretical foundations of professional training of future primary school teachers in Eastern European countries]. *Pedahohichnyi dyskurs – Pedagogical Discourse*, 21, 15–19 [in Ukrainian].
3. Blazhko, O. A. (2018). Pidhotovka maibutnix uchyteliv do profilnoho navchannia khimii uchniv zahalnoosvitnikh zakladiv: teoretyko-metodychni zasady [Preparing future teachers for specialized teaching of chemistry to students of secondary schools: theoretical and methodological principles]: monohrafiia. Vinnytsia: Nilan-LTD, 327 p. [in Ukrainian].

4. Hrab, M. (2022). Yevropeyskyi vymir profesiinnoi pidhotovky maibutnikh uchyteliv u Danii y Norvehii: dosvid dlia Ukrainy [European dimension of school teachers' professional training in Denmark and Norway: experience for Ukraine]. *Visnyk kafedry YuNESKO "Neperervna profesiina osvita XXI stolittia" – UNESCO Chair Journal "Lifelong Professional Education in the XXI Century"*, 6, 42–50 [in Ukrainian].
5. Diachenko, L.M. (2016). Psykholoho-pedahohichna pidhotovka maibutnikh uchyteliv zahalnoosvitnikh shkil v universytetakh Federatyvnoi Respubliky Nimechchyna: stan i realii [Psychological and pedagogical training of future teachers of general education schools at universities in the Federal Republic of Germany: status and realities]: metod. rek. Kyiv: DKS tsentr, 84 p. [in Ukrainian].
6. Krystopchuk, T.Ye. (2014). Tendentsii rozvytku pedahohichnoi osvity v krainakh Yevropeiskoho Soiuzu [Trends in the development of pedagogical education in the countries of the European Union]: avtoref. dys. ... doktora ped. nauk: 13.00.04 / Kyiv. un-t im. Borysa Hrinchenka, Kyiv, 40 p. [in Ukrainian].
7. Levchenko, T.I. (2017). Kontseptualna paradyhma rozvytku vyshchoi osvity [Conceptual paradigm of higher education development]: monohrafiia. Vinnytsia: Nova Knyha, 344 p. [in Ukrainian].
8. Martynenko, S. (2013). Yevropeyskyi prostir vyshchoi osvity: Tendentsii rozvytku ta priorityety [European higher education area: development trends and priorities]. *Osvitohiia – Osvitohiia*, 2, 163–167 [in Ukrainian].
9. Miier, T.I. (Red.). (2020). Yevropeyski ta vitchyzniani trendy pidhotovky maibutnikh uchyteliv pochatkovoї shkoly: tezysna teoriia ta variatyvna praktyka z e-navchanniam [European and domestic trends in the training of future primary school teachers: thesis theory and variable practice with e-learning]: monohrafiia. Germany: Karlsruhe, 250 p. [in Ukrainian].
10. Ohienko, O. (2011). Profesiina pidhotovka vchyteliv zahalnoosvitnikh shkil u Velykii Brytanii, Kanadi ta SSHa: spilne ta vidminne [Professional training of secondary school teachers in the UK, Canada and the USA: common and distinctive]. *Osvita doroslykh: teoriia, dosvid, perspektyvy – Adult education: theory, experience, prospects*, 3 (2), 105–115 [in Ukrainian].
11. Olendr, T.M., & Stepaniuk, A.V. (2018). Monitorynh yakosti pryrodnychoi osvity v universytetakh SSHa. [Monitoring the quality of science education in US universities]: monohrafiia. Ternopil: TNPU im. V.Hnatiuka, 260 p. [in Ukrainian].
12. Pavliuk, V.I. (2012). Pidhotovka maibutnikh uchyteliv u systemi bahatorivnevoi pedahohichnoi osvity v Kanadi [Training future teachers in the multi-level teacher education system in Canada]: avtoref. dys. ... kand. ped. nauk: 13.00.04 / Umanskyi derzh. ped. un-tet im. P. Tychyny. Uman, 20 p. [in Ukrainian].
13. Sysoieva, S.O., & Krystopchuk, T.Ye. (2012). Osvitni systemy krain Yevropeiskoho Soiuzu: zahalna kharakterystyka [Educational systems of the European Union countries: general characteristics.]: navch. posib. Kyivskyi un-tet im. B.Hrynchenka. Rivne: Ovid, 352 p. [in Ukrainian].
14. Fuchang, L. (2020). Addressing STEM in the context of teacher education. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, 13 (1), 129–134.
15. Gambhir, M., Broad, K., & Evans, M. (2008). Characterizing initial teacher education in Canada: Themes and issues. Ontario Institute for Studies in Education, 30.
16. Gansle, K.A., Noell, G.H., & Burns, J.M. (2012). Do Student Achievement Outcomes Differ Across Teacher Preparation Programs? An Analysis of Teacher Education in Louisiana. *Journal of Teacher Education*, 63, 304–317.
17. Heilig, J.V. & Jez, S.J. (2010). Teach For America: A Review of the Evidence. Retrieved from: <http://epicpolicy.org/publication/teach-for-america>
18. Knight, J. (2015). New rationales driving internationalization. *International Higher Education*, 34, 3–5.
19. Levin, B.B. (2011). Energizing teacher education and professional development with problem-based learning. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development, 151.
20. Lytra, N., & Drigas, A. (2021). STEAM education-metacognition – specific learning disabilities. *Scientific Electronic Archives*, 14 (10), 41–48.
21. Maier, A. (2022). Doing Good and Doing Well: Credentialism and Teach for America. *Journal of Teacher Education*, 63, 10–22.
22. OECD: TALIS (2018). Results (Volume I): Teachers and School Leaders as Lifelong Learners, OECD Publishing, Paris, 2019. Retrieved from: https://www.oecd.org/en/publications/talis-2018-results-volume-i_1d0bc92a-en/full-report.html
23. Perlaza, A.M., & Tardif, M. (2016). Pan-Canadian Perspectives on Teacher Education: The State of the Art in Comparative Research. *Alberta Journal of Educational Research*, 62 (2), 199–219.
24. Stohlmann, M., Moore, T.J., & Roehrig, G.H. (2022). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2 (1), 28–34.
25. Tardif, M. (2018). La formation à l'enseignement au Québec: bilan des 25 dernières années et perspectives pour l'avenir [Teacher training in Quebec: review of the last 25 years and prospects for the future]. *Formation et profession – Training and profession*, 26 (2), 110–121 [in French].

УДК 378.011.3-051:80:001.89

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-21>

Олександр ОСТРОВСЬКИЙ

доктор філософії, доцент кафедри філології, Закарпатський угорський інститут імені Ференца Ракоці II, площа Кошута, 6, м. Берегово, Закарпатська область, Україна, 90202

ORCID: 0000-0003-0441-6866

Бібліографічний опис статті: Островський, О. (2024). Методичні прийоми забезпечення єдності традицій та інновацій у підготовці майбутніх учителів філологічних спеціальностей на засадах праксеологічного підходу. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 4, 173–178, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-21>

МЕТОДИЧНІ ПРИЙОМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЄДНОСТІ ТРАДИЦІЙ ТА ІННОВАЦІЙ У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЛОЛОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ НА ЗАСАДАХ ПРАКСЕОЛОГІЧНОГО ПІДХОДУ

Стратегія сучасної вищої освіти спрямована на розвиток національної моделі освіти, орієнтованої на формування творчої особистості, накопичення інтелектуального капіталу, перехід від моделі «Освіта для всіх» до моделі «Освіта для кожного». Не дарма сучасне десятиліття за рішенням ООН визнано століттям цивілізації. Рішенням Ради Європи XXI тисячоліття також визнано роком мов. Мова і мовлення визначають свідомість людини, дають змогу зберігати і транслювати її культуру та звичаї. Незважаючи на традиційні цінності та культурні коди, які зберігає в собі мова, слід вказати також на її вплив на свідомість і світовідчуття людей, які говорять і думають нею. Все це актуалізувало необхідність оновлення підготовки майбутніх учителів філологічних спеціальностей як носіїв та трансляторів мови і мовлення.

Встановлено, що сутність і специфіка педагогічної філологічної освіти з метою формування професійної компетентності майбутніх учителів філологічних спеціальностей зумовлюють необхідність використання освітньо-виховного потенціалу інноваційних технологій навчання. Узагальнено, що єдність традицій та інновацій у підготовці майбутніх учителів філологічних спеціальностей на засадах праксеологічного підходу забезпечують такі технології: CLIL технологія, технологія «Перевернутий клас», кейс-технологія, IBLL-технологія, імітаційна ігрова технологія, які дають змогу вивчити різні аспекти культури мови, що вивчається. Потенціал обраних технологій полягає у застосуванні інтерактивних способів і засобів оволодіння майбутніми вчителями філологічних спеціальностей різними аспектами культури, нетиповими навичками комунікативної взаємодії та розв'язання проблем професійно-педагогічного спілкування, а також усвідомлення можливості ефективного використання зазначених технологій у філологічній освіті учнів закладів загальної середньої освіти.

Ключові слова: філологічна педагогічна освіта, цифровізація, інновації, майбутні учителі філологічних спеціальностей, праксеологічний підхід.

Oleksandr OSTROVSKY

PhD, Associate Professor at the Department of Philology Ferenc Rakoczi II Transcarpathian Hungarian College of Higher Education, Koshuta square, 6, Berehove, Zakarpattia region, Ukraine, 90202

ORCID: 0000-0003-0441-6866

To cite this article: Ostrovsky, O. (2024). Methodychni pryiony zabezpechennia yednosti tradytsii ta innovatsii u pidhotovtsi maibutnykh uchytyeliv filolohichnykh spetsialnostei na zasadakh prakseolohichnoho pidkhodu [Methodological methods of ensuring the unity of traditions and innovations in the training of future teachers of philological specialities on the basis of the praxeological approach]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 4, 173–178, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-21>

METHODOLOGICAL METHODS OF ENSURING THE UNITY OF TRADITIONS AND INNOVATIONS IN THE TRAINING OF FUTURE TEACHERS OF PHILOLOGICAL SPECIALITIES ON THE BASIS OF THE PRAXEOLOGICAL APPROACH

The strategy of modern higher education is aimed at developing a national model of education focused on the formation of a creative personality, accumulation of intellectual capital, and transition from the 'Education for All' model to the 'Education for Everyone' model. It is not for nothing that the current decade has been recognised by the United Nations as the century of civilisations. The Council of Europe has also declared the twenty-first century the Year of Languages. Language and speech define human consciousness and enable us to preserve and transmit our culture and customs. Despite the traditional values and cultural codes that a language preserves, it should also be noted that it influences the consciousness and worldview of people who speak and think in it. All this has made it necessary to update the training of future teachers of philological specialities as native speakers and translators of language and speech.

It has been established that the essence and specificity of pedagogical philological education with the aim of forming the professional competence of future teachers of philological specialities necessitate the use of the educational potential of innovative teaching technologies. It has been generalised that the unity of traditions and innovations in the training of future teachers of philological specialities on the basis of the praxeological approach is ensured by the following technologies: CLIL technology, 'Flipped Classroom' technology, case technology, IBLL technology, simulation game technology, which allow to study various aspects of the culture of the target language. The potential of the selected technologies lies in the use of interactive ways and means for future teachers of philological specialities to master various aspects of culture, atypical skills of communication interaction and solving problems of professional and pedagogical communication, as well as awareness of the possibility of effective use of these technologies in the philological education of students of general secondary education institutions.

Key words: *philological pedagogical education, digitalisation, innovations, future teachers of philological specialities, praxeological approach.*

Актуальність проблеми. У мінливій шкалі пріоритетів розвитку в сучасних умовах дедалі більшого соціального, політичного й економічного значення набувають освіта і наука. Інформатизація та конкурентоздатність як ключові тенденції глобального розвитку світового співтовариства вплинули на посилення ролі освіти і науки як важливої складової структури кожної держави.

Виклики сучасного розвитку висувають нові вимоги до університетської освіти та науки, диктують необхідність модернізації освіти, розроблення нових механізмів взаємодії освіти і науки з метою оновлення змісту освіти на основі досягнень фундаментальних і прикладних досліджень, активізації функцій викладачів та студентів у контексті інноваційних розробок психолого-педагогічного напрямів науки. Це зумовлює необхідність впровадження структурних та інституційних інновацій у системі науки та освіти.

Проблема підготовки майбутніх учителів філологічних спеціальностей традиційно розглядається щодо подальшої педагогічної діяльності з викладання філологічних дисциплін, реалізації філологічних і лінгвістичних досліджень, а також у сфері масових комунікацій (Герасименко, Богуславська, & Макогончук, 2023). Від самого початку термін «філологія»

асоціюється з сукупністю наук (мовознавства, текстології, літературознавства, джерелознавства, палеографії тощо), що вивчають культуру народу, виражену в мові та літературній творчості. Однак в умовах безпрецедентних викликів (пандемія, повномасштабна російсько-українська війна), коли стійкість соціальної сфери життя значною мірою забезпечує цифровізація, система освіти зазнає значних трансформацій, які впливають на освіту загалом. У ситуації невизначеності сформована за століття свого існування традиційна філологічна освіта виявляється залученою в безперервний динамічний процес.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Однією з найочевидніших змін у педагогічній філологічній освіті є впровадження сучасних технологій у професійну діяльність та вдосконалення навичок їхнього застосування для досягнення більш високих освітніх результатів (Григоренко, 2020). Незважаючи на актуальність та повсюдність застосування сучасних технологій, спостерігається все таки відсутність уточненого понятійного апарату та існує необхідність конкретизації функціонально значущих для кожного напрямку освіти інструментів. Упровадження нових технологій зумовлює зміну характеру взаємодії учасників освітнього процесу у ЗВО. Водночас, якщо на початковому

етапі їхнього застосування науковці звертали увагу на організацію особливого інформаційно-освітнього середовища (Т.Григоренко (2020), В.Ігнатенко (2020), О.Artemenko (2017) та ін.); розробку дистанційних курсів, що забезпечують реалізацію особистісно-орієнтованого підходу (О.Кучерук (2019), С.Караман (2019), Н.Віннікова (2019) та ін.), то наразі обговорюються досвід роботи, обмеження та можливості різних освітніх платформ (В.Савіцька (2022)), умови для саморозвитку учасників освітньої взаємодії, розробка нових векторів науково-дослідницької діяльності студентів (Є.Зеленов (2018) та ін.) тощо. Однак, незважаючи на численність досліджень щодо інноватизації підготовки майбутніх учителів філологічних спеціальностей, використання у її межах сучасних інформаційно-комунікаційних та цифрових освітніх інструментів, недостатньо вивченими залишаються питання використання вкорієних традиційних технологій та існуючих сучасних інновацій, які, окрім очевидних переваг, мають певні ризики та обмежені можливості.

Мета статті полягає у відображенні можливих практичних шляхів (методичних прийомів) забезпечення єдності традицій та інновацій у підготовці майбутніх учителів філологічних спеціальностей на засадах праксеологічного підходу у сучасних закладах вищої освіти.

Виклад основного матеріалу. Освіта як найважливіший соціальний інститут, що сприяє розвитку людських ресурсів, демократії та рівності виконує за допомогою вчителя важливі функції в суспільстві: розвиває творчі здібності особистості, поглиблюючи її участь в економічних, соціальних і культурних відносинах у суспільстві, забезпечує ефективніший внесок в інноваційний розвиток людства; має вирішальний вплив на соціальний прогрес і продуктивність відтворення культури; відіграє ключову роль у технологічних перетвореннях; забезпечує рівень відповідності людини сучасним вимогам, розвитку моральності, інтелектуальності, творчості та практичності, поєднання ірраціональності та раціональності й інших якостей особистості, необхідних їй у повсякденному житті в умовах впровадження інновацій (Артеменко, 2015).

Варто відзначити, що нині в педагогіці активізувалися наукові пошуки щодо розробки інноваційних моделей освітнього процесу, що

інтегрують нові методики та освітні технології в систему вищої педагогічної філологічної освіти (Кучерук, Караман, & Караман, 2018). Насамперед, це стосується інтеграції в освітній процес технологій машинного навчання, штучного інтелекту, впровадження інформаційно-освітнього та цифрового середовища закладів освіти тощо.

Чинниками, що визначають ефективність функціонування та розвитку системи вищої освіти в контексті компетентнісного підходу стає освітнє середовище. Важливо забезпечувати не лише її гуманістичну спрямованість, а й інноваційний характер. Залежно від рівня сформованості такого освітнього середовища Ю.Герасименко та співавтори розподіляють заклади вищої освіти (ЗВО) на традиційні та інноваційні, які зорієнтовані на сучасні досягнення педагогічної науки. Перша група ЗВО відрізняється консервативними поглядами на побудову та реалізацію освітнього процесу. Тут домінує чітке дотримання навчального плану та традиційний підхід до вибору методів викладання. Другий тип ЗВО передбачає застосування інноваційних освітніх програм з більшою часткою варіативної складової, оновлення змісту освіти, методів викладання. Формування компетентностей у студентів відбувається шляхом їхньої інтеграції до активної пізнавальної діяльності шляхом застосування розвиваючих технологій навчання (Герасименко, Богуславська, Макогончук, 2023).

Основне призначення інновацій у підготовці майбутніх учителів філологічних спеціальностей – удосконалення процесу викладання, а також підвищення ефективності та якості навчання. У контексті праксеологічного підходу особистість майбутніх учителів філологічних спеціальностей доцільно розглядати крізь призму таких якостей як готовність до інноваційного творення, наявності творчого мислення, а також інноваційного пошуку. Усі зазначені характеристики особистості мають формуватися у майбутніх вчителів, що можливо в умовах інноваційного середовища сучасного ЗВО. Водночас науковці наголошують на потребі в розгляді таких умов досягнень зазначених результатів:

– відповідність цілей навчання прогнозованим результатам, зокрема у формі компетентнісної моделі випускника як майбутнього

професіонала, який вміє цінувати себе на ринку праці (Artemenko, 2017);

– у формуванні інноваційного освітнього середовища варто звернути увагу на цільові орієнтири та їхню відповідність уявленням викладачів та експертів щодо майбутньої професійної діяльності випускників та їхні компетентності (Григоренко, 2020).

Сучасна освіта спрямована на інтелектуальний і моральний розвиток, формування творчого мислення, вміння працювати з інформацією. У межах філологічної освіти, що передбачає вивчення різних мов, важливу роль відіграє діалог культур. Повага до національної культури, до різних мов різних народів неможливе без знання цієї культури, без хоча б загального знання про ці мови. На перший план в системі освіти актуалізувалися завдання, пов'язані з розвитком та впровадженням нових педагогічних технологій електронного навчання, розширення соціокультурного обміну, здійснення взаємодії на основі партнерських взаємовідносин.

До найбільш популярних сучасних технологій підготовки майбутніх учителів філологічних спеціальностей відносяться інформаційні технології, інтерактивні технології, технології критичного мислення. В оптимізації взаємодії виокремлюють такі основні напрями: навчання мов як формування багатополарної картини світу, навчання толерантності, активізація розвитку етнічної свідомості та ідентичності (Петрова, Барбанюк, 2022, с. 30). Саме майбутні учителі філологічних спеціальностей є провідниками для учнів, оскільки саме власним ставленням до предмету, дітей, країни вони формують у дітей ставлення до мови, яка вивчається.

Впровадження інноваційних педагогічних технологій в підготовку майбутніх учителів філологічних спеціальностей як процес постійного розвитку може ефективно здійснюватися у використанні потенціалу середовищного підходу. Науково-методичний супровід процесу впровадження інноваційних педагогічних технологій в умовах інтегрального освітнього середовища охоплює мотиваційно-цільовий (визначення пріоритетних технологій, розвиток мотивації викладачів, проведення моніторингу); організаційно-технологічний (форми науково-методичної діяльності); аналітичний компоненти (ефективне використання інноваційних педагогічних технологій) тощо.

З метою підвищення ефективності підготовки майбутніх учителів філологічних спеціальностей на основі симбіозу передових зарубіжних і вітчизняних освітніх практик встановлено освітньо-виховний потенціал використання інноваційних технологій навчання (CLIL технологія, технологія «Перевернутий клас», кейс-технологія, IBLL-технологія, імітаційна ігрова технологія) з можливістю подальшої їхньої адаптації у вітчизняному освітньому середовищі. CLIL технологія дає змогу детальніше познайомити студентів з методологією та предметним змістом комунікативної взаємодії. Технологія «Перевернутий клас» сприяє поширенню та усвідомленню студентами інформації з культурним та міжкультурним контекстом, виробленню навичок комунікативної та міжособистісної взаємодії за допомогою групових форм роботи, цифрових засобів масової інформації та Інтернету. Кейс-технологія дає змогу студентам проаналізувати проблемні ситуації, які виникають в умовах комунікативної взаємодії, з подальшим пошуком варіантів їхнього розв'язання в межах певного комунікативного завдання. IBLL-технологія передбачає дослідницьке мовне навчання, спрямоване на набуття студентами нових мовних і культурних знань, розвиток навичок розв'язання міжкультурних і комунікативних проблем, креативного мислення, самостійної та професійної міжкультурної взаємодії майбутніх учителів філологічних спеціальностей (Lee, 2014, с. 1239). Імітаційна ігрова технологія дає змогу засвоїти культурний і мовний матеріал в імітованому культурному середовищі, виробити навички спілкування та поведінки в мовному та етнокультурному середовищі. Кожна із зазначених технологій може бути використана майбутніми вчителями філологічних спеціальностей у філологічній освіті учнів та формуванні в них різних категорій навичок ефективною взаємодії.

Висновки. Майбутні учителі філологічних спеціальностей у своїй професійній діяльності неминуче будуть неминуче залучені до різноманітної комунікації, що передбачає культурну та міжкультурну взаємодію з використанням мови. Це вимагатиме від них здібностей інтерпретації та координування різних позицій, володіння науковим усним і письмовим стилем; розуміння особливостей комунікації в різноманітних колективах.

В умовах інновацізації соціокультурного та освітнього середовища змінилися традиційні способи передавання інформації, виникла необхідність розширення уявлень про діяльність вчителя-філолога та інструменти їхньої професійної діяльності. Це вимагає актуалізації професійної підготовки на рівні бакалаврату та магістратури з урахуванням сучасних тенденцій інформатизації та цифровізації суспільства.

Значним освітньо-виховним потенціалом у вирішенні окреслених завдань володіють інноваційні технології навчання, серед яких CLIL технологія, технологія «Перевернутий клас», кейс-технологія, IBLL-технологія, імітаційна ігрова технологія. Кожна із цих технологій може бути в подальшому використана майбутніми вчителями філологічних спеціальностей у філологічній освіті учнів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Артеменко О.В. Стратегічні підходи до організації науково-дослідницької діяльності майбутніх учителів філологічних спеціальностей у ВНЗ. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2015. Вип. 42 (95). С. 514–522.
2. Герасименко Ю. А., Богуславська Л. Г., Макогончук Н. В. Дилеми та виклики філологічної освіти в умовах воєнного стану в Україні та підтримка з боку країн ЄС. *Академічні візії*. 2023. Вип. 19. URL: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/316>
3. Григоренко Т. Формування майбутнього вчителя-філолога в умовах освітньо-комунікативного середовища ЗВО. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2020. Вип. 9 (103). С. 130–140.
4. Зеленев Є. А. Цифрове покоління: ризики, переваги, засоби взаємодії. *Духовність особистості: методологія, теорія, практика*. 2018. Вип. 5 (86). С. 67–82.
5. Ігнатенко В. Д. Використання сучасних інформаційних технологій у підготовці майбутніх філологів. *Іноземні мови*. 2020. Вип. 1 (101). С. 37–42.
6. Кучерук О. А., Караман С. О., Караман О. В. Науково-освітні електронні бібліотеки у фаховій підготовці майбутніх учителів-словесників. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2018. Вип. 3 (65). С. 152–165.
7. Кучерук О., Караман С., Караман О., Віннікова Н. Використання ІКТ для формування фахових компетентностей у майбутніх учителів української мови і літератури. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2019. Вип. 71. С. 196–214.
8. Петрова Т. М., Барбанюк О. О. Сучасні методики підготовки майбутніх філологів-перекладачів: досвід ЗВО. *Актуальні проблеми філології та перекладознавства*. 2022. Вип. 23. С. 28–33.
9. Савіцька В. В. Цифровізація освітнього процесу у закладах вищої освіти: ризики і перспективи в сучасних умовах. *Засоби навчальної та науково-дослідної роботи*. 2022. Вип. 59. С. 76–85.
10. Artemenko O. The innovative orientation qualitative renewal of professional education future teacher-philologists': scientific and theoretical aspects. *Pedagogiczne nauki, psychologia i sociologia*. 2017. № 1 (162). P. 89–94.
11. Lee H. Y. Inquiry-based teaching in second and foreign language pedagogy. *Journal of Language Teaching and Research*. 2014. Vol. 5 (6). P. 1236–1244.

REFERENCES:

1. Artemenko, O. V. (2015). Stratehichni pidkhody do orhanizatsii naukovo-doslidnytskoi diialnosti maibutnix uchyteliv filolohichnykh spetsialnostei u VNZ [Strategic approaches to the organization of research activities of future teachers of philological specialties at universities]. *Pedahohika formuvannia tvorchoi osobystosti u vyshchii i zahalnoosvitnii shkolakh – Pedagogy of the formation of a creative personality in higher and secondary schools*, 42 (95), 514–522 [in Ukrainian].
2. Herasymenko, Yu. A., Bohuslavskaya, L. H., & Makohonchuk, N. V. (2023). Dylemy ta vyklyky filolohichnoi osvity v umovakh voiennoho stanu v Ukraini ta pidtrymka z boku krain YeS [Dilemmas and challenges of philological education in the conditions of martial law in Ukraine and support from EU countries]. *Akademichni vizii – Academic visas*, 19. Retrieved from: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/316> [in Ukrainian].
3. Hryhorenko, T. (2020). Formuvannia maibutnoho vchytelia-filoloha v umovakh osvitno-komunikatyvnoho seredovyscha ZVO [Formation of the future teacher-philologist in the conditions of the educational and communicative environment of higher education institutions]. *Pedahohichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnolohii – Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies*, 9 (103), 130–140 [in Ukrainian].
4. Zelenov, Ye. A. (2018). Tsyfrove pokolinnia: ryzyky, perevahy, zasoby vzaiemodii [Digital generation: risks, advantages, ways of interaction]. *Dukhovnist osobystosti: metodolohiia, teoriia, praktyka – Spirituality of specialness: methodology, theory, practice*, 5 (86), 67–82 [in Ukrainian].
5. Ihnatenko, V. D. (2020). Vykorystannia suchasnykh informatsiinykh tekhnolohii u pidhotovtsi maibutnix filolohiv [Use of modern information technologies in the training of future philologists]. *Inozemni movy – Foreign languages*, 1/2020 (101), 37–42 [in Ukrainian].

6. Kucheruk, O.A., Karaman, S.O., & Karaman, O.V. (2018). Naukovo-osvitni elektronni biblioteki u fakhovii pidhotovtsi maibutnikh uchyteliv-slovesnykiv [Scientific and educational electronic libraries in the preparation of future literature teachers]. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia – Information technologies and learning tools*, 3 (65), 152–165 [in Ukrainian].
7. Kucheruk, O., Karaman, S., Karaman, O., & Vinnikova, N. (2019). Vykorystannia IKT dlia formuvannia fakhovykh kompetentnosti u maibutnikh uchyteliv ukrainskoi movy i literatury [The use of ICT for the formation of professional competencies in future teachers of the Ukrainian language and literature]. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia – Information technologies and learning tools*, 71, 196–214 [in Ukrainian].
8. Petrova, T.M., & Barbaniuk, O.O. (2022). Suchasni metodyky pidhotovky maibutnikh filolohiv-perekladachiv: dosvid ZVO [Modern methods of training future philologists-translators: the experience of ZVO]. *Aktualni problemy filolohii ta perekladoznavstva – Actual problems of philology and translation studies*, 23, 28–33 [in Ukrainian].
9. Savitska, V.V. (2022). Tsyfrovizatsiia osvitnoho protsesu u zakladakh vyshchoi osvity: ryzyky i perspektyvy v suchasnykh umovakh [Digitalization of the educational process in higher education institutions: risks and prospects in modern conditions]. *Zasoby navchalnoi ta naukovo-doslidnoi roboty – Educational and research tools*, 59, 76–85 [in Ukrainian].
10. Artemenko, O. (2017). The innovative orientation qualitative renewal of professional education future teacher-philologists: scientific and theoretical aspects. *Pedagogiczne nauki, psychologia i sociologia*, 1 (162), 89–94.
11. Lee, H.Y. (2014). Inquiry-based teaching in second and foreign language pedagogy. *Journal of Language Teaching and Research*, 5 (6), 1236–1244.

УДК 378.373.011.3-051:62/64

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-22>

Андрій ПАШКОВ

аспірант кафедри інформатики та методики її навчання, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Максима Кривоноса вул., 2, м. Тернопіль, Україна, 46000

ORCID: 0009-0002-2530-7589

Бібліографічний опис статті: Пашков, А. (2024). Потенціал педагогічної практики в формуванні фахової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 4, 179–184, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-22>

ПОТЕНЦІАЛ ПЕДАГОГІЧНОЇ ПРАКТИКИ В ФОРМУВАННІ ФАХОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У сучасному суспільстві, на ринку освіти та на ринку праці фахові компетентності є в центрі уваги в усіх без винятку спеціальностях. Саме фахова компетентність та її сформованість є визначенням рівня ефективної та висококласної підготовки майбутніх фахівців, зокрема й з комп'ютерних технологій. Особистість сучасного компетентнісного фахівця, зокрема фахівця комп'ютерних технологій як педагога професійного навчання, вирізняється здатністю до професійної адаптації, можливістю професійного зростання, мобільністю та здатністю до розвитку, швидкого реагування в різних педагогічних ситуаціях; здатністю критично мислити; працювати з різною інформацією, наявністю прогностичних та аналітичних умінь для успішного вирішення професійних завдань. Вирішення цього завдання можливе на основі посилення практичного аспекту формування фахової компетентності. Встановлено, що практика є однією з важливих складових освітнього процесу підготовки майбутніх педагогів професійного навчання.

Узагальнено, що практика у формуванні фахової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій одночасно розглядається як середовище майбутньої професійної діяльності; простір розвитку особистості майбутнього педагога-дослідника в системі професійних і наукових взаємин; показник якості підготовки випускників; інтегрований вид діяльності, що поєднує теоретичні, практичні та дослідницькі її види. Підсумовано, педагогічна практика виконує ключову роль у становленні та розвитку фахової компетентності майбутніх педагогів професійного навчання, забезпечуючи поєднання теоретичної підготовки з практичною діяльністю в закладах професійної (професійно-технічної) освіти. У межах педагогічної практики формуються і розвиваються цілеспрямовані вміння, що дають змогу студенту на основі набутих знань і навичок проводити компетентний аналіз професійних завдань і ефективно вибудовувати стратегію і тактику їхнього вирішення.

Ключові слова: фахівці комп'ютерних технологій, практика, види практик, педагоги професійного навчання, фахова компетентність.

Andrii PASHKOV

Postgraduate Student at the Department of Informatics and Methods of Teaching, Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, 2 Maksyma Kryvonosa str., Ternopil, Ukraine, 46000

ORCID: 0009-0002-2530-7589

To cite this article: Pashkov, A. (2024). Potentials pedahohichnoi praktyky v formuvanni fakhovoi kompetentnosti maibutnikh fakhivtsiv kompiuternykh tekhnolohii [The potential of pedagogical practice in developing the professional competence of future computer technology specialists]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 4, 179–184, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-22>

THE POTENTIAL OF PEDAGOGICAL PRACTICE IN DEVELOPING THE PROFESSIONAL COMPETENCE OF FUTURE COMPUTER TECHNOLOGY SPECIALISTS

In modern society, in the education market and the labour market, professional competences are the focus across all specialties. It is professional competence and its development that determine the level of effective and high-quality preparation of future specialists, including those in computer technologies. The personality of a modern competent

specialist, particularly specialists in computer technologies as professional education teachers, is characterised by the ability to adapt professionally, the potential for professional growth, mobility, and the ability to develop and respond quickly in various pedagogical situations; critical thinking skills; the ability to work with diverse information; and prognostic and analytical abilities to successfully solve professional tasks. Solving this issue is possible through strengthening the practical aspect of professional competence development. It has been established that practical experience is one of the key components of the educational process in preparing future teachers of professional education.

It has been summarised that practice in forming the professional competence of future specialists in computer technologies is simultaneously considered as the environment for future professional activity; a space for the personal development of the future teacher-researcher within the system of professional and scientific relationships; an indicator of graduates' training quality; and an integrated type of activity that combines theoretical, practical, and research aspects. In summary, pedagogical practice plays a key role in the formation and development of professional competence among future professional education teachers, ensuring the combination of theoretical training with practical activities in institutions of vocational (vocational-technical) education. Within the framework of pedagogical practice, targeted skills are formed and developed, enabling students, based on acquired knowledge and skills, to conduct competent analyses of professional tasks and effectively build strategies and tactics for solving them.

Key words: *computer technology specialists, practice, types of practice, professional education teachers, professional competence.*

Актуальність проблеми. Очевидним і безперечним є те, що розбудова системи освіти, перехід до системи бакалаврату та магістратури, розробка нових освітніх програм загострили інтерес щодо формування фахової компетентності майбутніх фахівців, зокрема й фахівців комп'ютерних технологій як педагогів професійного навчання, у межах професійної підготовки в ЗВО та в умовах педагогічної практики як її складової. Рухатися в майбутнє освіти можливо лише в режимі постійного вдосконалення і розвитку, що пов'язано із сучасними тенденціями розвитку професійно-педагогічної освіти, до яких слід віднести її циклічність і багаторівневість, персоналізацію та індивідуалізацію, інтенсифікацію та комп'ютеризацію (Щербак, 2017, с. 52). Отже, зростають вимоги до професійної підготовки майбутніх фахівців комп'ютерних технологій як педагогів професійного навчання, здатних забезпечувати якість освіти в інформаційному суспільстві.

Професійно-педагогічну діяльність уже не можливо звести до набору традиційних функцій, сучасний педагог професійного навчання змушений інтегруватися в нові практики, враховувати контексти, аналізувати, зіставляти, відбирати способи розв'язання професійних завдань і застосовувати їх у власній професійно-педагогічній діяльності, яка постійно ускладнюється.

Практика студентів як форма професійного навчання і основна ланка в практичній підготовці майбутніх фахівців комп'ютерних технологій є складовою частиною основної професійної освітньої програми. Проходження практики обов'язкове для всіх студентів, які навчаються

у ЗВО за напрямом підготовки 015.39 «Професійна освіта. Цифрові технології».

Загалом педагогічна практика є спеціально організованою діяльністю студентів, спрямованою на вирішення певних завдань. Як доцільно зазначає І. Андрощук, педагогічна практика є видом практичної діяльності, що спрямована на розв'язання різноманітних педагогічних завдань. Саме під час практики здійснюється ідентифікація діяльності студента з професійною діяльністю педагога (Андрощук, 2021, с. 130). Відтак, становлення і формування фахової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій як педагогів професійного навчання безпосередньо залежить від можливості закріплення та поглиблення теоретичних знань у вирішенні конкретних професійних завдань у процесі педагогічної практики.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Сучасна практична підготовка майбутніх фахівців комп'ютерних технологій як педагогів професійного навчання має враховувати конкретні умови здійснення практики, надавати студентам можливості вияву ініціатив, проектування освітньої діяльності під керівництвом педагогів ЗВО, практикуючих педагогів професійного навчання закладів професійної (професійно-технічної) освіти у співпраці з колегами.

На основі аналізу досліджень, що відображають проблеми організації підготовки майбутніх педагогів професійного навчання, встановлено, що науковцями розглядаються проблеми професійно-педагогічної освіти в сучасних умовах (О. Щербак (2017)), теоретичні засади професійної педагогічної підготовки майбутніх інженерів-педагогів (О. Коваленко, Н. Брюханова,

О.Мельниченко (2007) та ін.), особливості психолого-педагогічної підготовки педагогів професійного навчання (Ю.Гвоздецька (2023), Р.Горбатюк (2017), О.Кривильова (2018) та ін.), інноваційні підходи до реалізації змісту підготовки майбутніх педагогів професійної освіти (Н.Дубова (2023), Л.Козак (2016) та ін.), специфіку практичної підготовки майбутніх педагогів професійного навчання у закладах вищої педагогічної освіти (Ю.Грищенко, М.Вовк, Л.Лук'янова, С.Соломаха (2023) та ін.) та ролі практики як складової практичної підготовки (І.Андрощук (2021), М.Воровка, А.Проценко (2020) та ін.). Однак, незважаючи на низку досліджень, все ще недостатньо вивченим є потенціалу практики в підготовці майбутніх фахівців комп'ютерних технологій як педагогів професійного навчання, визначення особливостей навчальної та виробничої практики в практичному компоненті їхньої професійної підготовки в ЗВО.

Мета статті полягає у визначенні потенціалу практики в підготовці майбутніх фахівців комп'ютерних технологій до вирішення широкого аспекту професійно-педагогічних завдань різної спрямованості.

Виклад основного матеріалу. Практика як одна з найважливіших складових професійної підготовки будь-якого фахівця є сполучною ланкою між теоретичним навчанням і професійною діяльністю, доповнює і збагачує теоретичну підготовку студентів, дає можливість поглибити і закріпити отримані знання, апробувати їх у реальних педагогічних ситуаціях. Практика обґрунтовує об'єктивність знання, є критерієм перевірки істинності результатів пізнання, з'єднує і співвідносить об'єкт

і дію (Воровка, Проценко, 2020). У найзагальнішому значенні практика розглядається як один з системотвірних компонентів професійної підготовки студентів, що передбачає їхню інтеграцію в реальний освітній процес в ЗВО та оволодіння необхідними вміннями та навичками педагогічної діяльності під керівництвом фахівців педагогічних ЗВО (Лук'янова, Вовк, Соломаха, Грищенко, 2023, с. 24).

У Законі України «Про вищу освіту» зазначено, що практика є видом навчальної діяльності, яка спрямована на формування, закріплення, розвиток практичних навичок і компетентностей під час виконання певних видів робіт, пов'язаних із майбутньою професійною діяльністю (Про вищу освіту, 2014). Згідно Стандарту вищої освіти за спеціальністю 015 «Професійна освіта (за спеціалізаціями)» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти до блоку практик інтегровані навчальна та виробнича практики, розподілені на типи. Типами навчальної практики є: ознайомча, технологічна (проектно-технологічна) практики, а також науково-дослідницька робота. Типи виробничої практики: педагогічна, технологічна (проектно-технологічна) практики та науково-дослідницька робота (рисунок 1). Водночас заклад освіти має право обирати вид практики та один або кілька типів практик, а також встановлювати додаткові типи (Про затвердження стандарту, 2019).

Основна відмінність навчальної практики від виробничої полягає в їхньому цільовому орієнтірі. У процесі проходження навчальної практики студенти готуються до самостійної роботи шляхом набуття спеціальних професійних навичок, а також здобуття нових, розширення



Рис. 1. Класифікація практики в підготовці майбутніх фахівців комп'ютерних технологій

та поглиблення наявних знань, умінь і навичок, необхідних для самостійного виконання завдань професійної діяльності (Дубова, 2023, с. 121), а також інших компетентностей, необхідних для успішної соціальної взаємодії, самоорганізації і самоврядування.

Цільовим орієнтиром виробничої практики є те, що виробнича практика сприяє розширенню та закріпленню теоретичних і практичних знань, отриманих у процесі навчання; набуттю та вдосконаленню практичних навичок, знань, умінь, компетентностей (Коваленко, Брюханова, Мельниченко, 2007). У процесі проходження виробничої практики студенти інтегруються в умови роботи діючого виробництва (або закладу професійної (професійно-технічної) освіти), де вони застосовують, закріплюють і поглиблюють інтегровані теоретичні психолого-педагогічні та предметні знання і вміння (Гвоздецька, 2023), отримані під час вивчення низки дисциплін загальнонаукового та професійного циклів.

Основний зміст усіх типів практики спрямований на формування універсальних, загальних та фахових компетентностей бакалавра на основі проведення комплексу практичних і науково-дослідних робіт. Структура всіх видів практик студентів, які навчаються за спеціальністю 015.39 «Професійна освіта. Цифрові технології» охоплює три розділи: підготовчий, основний (змістовий) і підсумковий (аналітичний).

Підготовчий етап полягає у проведенні організаційних зборів зі студентами з питань організації практики; пошуку місць практики згідно зі специфікою та завданнями; укладенні договорів із місцями практики; веденні перемовин із керівниками місць практики; організації консультацій студентів груповими керівниками з питань виконання змісту завдань практики; індивідуальному плануванні діяльності студента-практиканта на період проходження практики.

Практичний етап передбачає виконання основних завдань навчальної або виробничої практики, а також завдань від керівників місць практики.

Підсумковий (аналітичний) етап практики передбачає аналіз діяльності студентів протягом усієї практичної діяльності: самоаналіз діяльності студента-практиканта під час проходження практики, пропозиції щодо вдосконалення організації практики, самооцінка

професійної діяльності студента-практиканта; оцінний лист і відгук про роботу студента від керівника місця практики, участь студента-практиканта в підсумковій конференції з виробничої практики, аналіз діяльності студента-практиканта груповими керівниками.

Розглянувши потенціал практики в підготовці майбутніх фахівців комп'ютерних технологій як педагогів професійного навчання припускаємо, що метою навчальної практики є набуття первинного досвіду професійної діяльності шляхом знайомства зі змістом типів завдань професійної діяльності (педагогічної, проєктної, культурно-просвітницької, методичної, організаційно-управлінської, науково-дослідницької) (Горбатюк, 2017, с. 127), різних професійних ролей, статусів. Тоді як метою виробничої практики є навчитися якісно вирішувати виробничі завдання в умовах реальної професійної діяльності (Кривильова, 2017).

Єдиною метою практики в підготовці майбутніх фахівців комп'ютерних технологій є отримання та закріплення теоретичних і практичних знань у педагогічній, проєктній, методичній, організаційно-управлінській діяльності, здобутих здобувачами студентами під час навчання, а також поглиблення та систематизація теоретико-методологічної підготовки в науково-дослідницькій діяльності та практичне оволодіння її технологією.

Висновки. Таким чином, практика у формуванні фахової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій як педагогів професійного навчання посідає особливе місце, оскільки одночасно розглядається як:

- середовище майбутньої професійної діяльності;
- простір розвитку особистості майбутнього педагога-дослідника в системі професійних і наукових взаємин;
- показник якості підготовки випускників;
- інтегрований вид діяльності, що поєднує теоретичні, практичні та дослідницькі її види, які створюють передумови для вияву студентами педагогічних, дослідницьких компетентностей, здібностей до саморозвитку та творчості, рефлексивної діяльності.

Отже, зміст програми практики дає можливість майбутнім фахівцям комп'ютерних технологій як педагогів професійного навчання оволодіти вміннями та навичками роботи за

всіма типами завдань професійної діяльності, розширити та збагатити професійний досвід, а також сформувати фахову компетентність. Таким чином, практика є однією з домінуючих форм освітньої діяльності в процесі освоєння

освітньої програми зі спеціальності 015.39 «Професійна освіта. Цифрові технології», а потенціал педагогічної практики є значущим для формування професійно важливих якостей та фахової компетентності випускників.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Андрощук І. Сучасні технології взаємодії в процесі організації педагогічної практики під час підготовки майбутніх педагогів. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2021. Вип. 60. С. 128–135.
2. Воровка М.І., Проценко А.А. Педагогічна практика як засіб формування професійної майстерності вчителя в умовах реформування особистості. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2020. Вип. 69 (2). С. 57–61.
3. Гвоздецька Ю. Психолого-педагогічна підготовка педагогів професійного навчання: дефінітивний аналіз. *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету*. 2023. Вип. 4. С. 70–78.
4. Горбатюк Р. Проектування психолого-педагогічної підготовки майбутніх педагогів професійного навчання. *Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія: Педагогічні науки*. 2017. Вип. 4. С. 123–134.
5. Дубова Н.В. Інноваційні підходи до реалізації змісту підготовки майбутніх педагогів професійної освіти. *Modern engineering and innovative technologies*. 2023. № 29–03. С. 119–123.
6. Коваленко О.Е., Брюханова Н.О., Мельниченко О.О. Теоретичні засади професійної педагогічної підготовки майбутніх інженерів-педагогів в контексті приєднання України до Болонського процесу: монографія. Харків: УПА, 2007. 162 с.
7. Козак Л. Педагогічна інноватика як міждисциплінарна галузь професійної педагогіки. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика*. 2016. Вип. 3–4. С. 29–35.
8. Кривильова О.А. Проектування психолого-педагогічної підготовки майбутніх викладачів професійно-технічних навчальних закладів: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04. Хмельницький, 2018. 37 с.
9. Лук'янова Л.Б., Вовк М.П., Соломаха С.О., Грищенко Ю.В. Практична підготовка майбутніх педагогів у закладах вищої педагогічної освіти: українські реалії і перспективи: науково-аналітична доповідь. Київ–Чернівці: Букрек, 2023. 80 с.
10. Про вищу освіту: Закон України № 1556-VII від 01.07.2014 р. *Відомості Верховної Ради України*. 2014. № 37–38, 16–27.
11. Про затвердження стандарту вищої освіти за спеціальністю 015 «Професійна освіта (за спеціалізаціями)» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. *Наказ Міністерства освіти і науки України № 1460 від 21.11.2019 р.* URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2021/07/28/015-Profosvita-bakalavr.pdf>
12. Щербак О.І. Проблеми професійно-педагогічної освіти в сучасних умовах. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. 2017. Вип. 18–19. С. 50–56.

REFERENCES:

1. Androshchuk, I. (2021). Suchasni tekhnolohii vzaiemodii v protsesi orhanizatsii pedahohichnoi praktyky pid chas pidhotovky maibutnix pedahohiv [Modern technologies of interaction in the process of organizing pedagogical practice during the training of future teachers]. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy – Modern information technologies and innovative teaching methods in the training of specialists: methodology, theory, experience, problems*, 60, 128–135 [in Ukrainian].
2. Vorovka, M. I., & Protsenko, A. A. (2020). Pedahohichna praktyka yak zasib formuvannia profesiinnoi maisternosti vchytelia v umovakh reformuvannia osobystosti [Pedagogical practice as a means of forming a teacher's professional skills in the conditions of personality reform]. *Pedahohika formuvannia tvorchoi osobystosti u vyshchii i zahalnoosvitnii shkolakh – Pedagogy of the formation of a creative personality in higher and general education schools*, 69 (2), 57–61 [in Ukrainian].
3. Hvozdet'ska, Yu. (2023). Psykholoho-pedahohichna pidhotovka pedahohiv profesiinoho navchannia: definityvnyi analiz [Psychological and pedagogical training of teachers of vocational education: a definitive analysis]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu – Collection of scientific works of the Uman State Pedagogical University*, 4, 70–78 [in Ukrainian].
4. Horbatiuk, R. (2017). Proektuvannia psykholoho-pedahohichnoi pidhotovky maibutnix pedahohiv profesiinoho navchannia [Designing psychological and pedagogical training of future teachers of vocational education]. *Zbirnyk*

naukovykh prats Natsionalnoi akademii Derzhavnoi prykordonnoi sluzhby Ukrainy. Serii: Pedagogichni nauky – Collection of scientific works of the National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine. Series: Pedagogical Sciences, 4, 123–134 [in Ukrainian].

5. Dubova, N. V. (2023). Innovatsiini pidkhody do realizatsii zmistu pidhotovky maibutnikh pedahohiv profesiinoi osvity [Innovative approaches to the implementation of the content of training future teachers of vocational education]. *Modern engineering and innovative technologies – Modern engineering and innovative technologies*, 29–03, 119–123 [in Ukrainian].

6. Kovalenko, O. E., Briukhanova, N. O., & Melnychenko, O. O. (2007). *Teoretychni zasady profesiinoi pedahohichnoi pidhotovky maibutnikh inzheneriv-pedahohiv v konteksti pryiednannia Ukrainy do Bolonskoho protsesu [Theoretical foundations of professional pedagogical training of future engineer-teachers in the context of Ukraine's accession to the Bologna process]*: monohrafiia. Kharkiv: UIPA, 162 [in Ukrainian].

7. Kozak, L. (2016). Pedahohichna innovatyka yak mizhdystsyplinarna haluz profesiinoi pedahohiky [Pedagogical innovation as an interdisciplinary branch of professional pedagogy]. *Neperervna profesiina osvita: teoriia i praktyka – Continuing professional education: theory and practice*, 3–4, 29–35 [in Ukrainian].

8. Kryvylova, O. A. (2018). *Proektuvannia psykholoho-pedahohichnoi pidhotovky maibutnikh vykladachiv profesiino-tekhnichnykh navchalnykh zakladiv [Designing psychological and pedagogical training of future teachers of vocational and technical educational institutions]* : avtoref. dys. ... d-ra ped. nauk: 13.00.04. Khmelnytskyi, 37 [in Ukrainian].

9. Lukianova, L. B., Vovk, M. P., Solomakha, S. O., & Hryshchenko, Yu. V. (2023). *Praktychna pidhotovka maibutnikh pedahohiv u zakladakh vyshchoi pedahohichnoi osvity: ukraïnski realii i perspektyvy: naukovo-analitychna dopovid [Practical training of future teachers in higher pedagogical education institutions: Ukrainian realities and prospects: scientific and analytical report]*. Kyiv–Chernivtsi: Bukrek, 80 [in Ukrainian].

10. Pro vyshchu osvitu (2014) [On higher education]. Zakon Ukrainy № 1556-VII vid 01.07.2014 r. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy – Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine*, 37–38, 16–27 [in Ukrainian].

11. Pro zatverdzhennia standartu (2019) vyshchoi osvity za spetsialnistiu 015 “Profesiina osvita (za spetsializatsiiamy)” dlia pershoho (bakalavrskoho) rivnia vyshchoi osvity. Nakaz Ministerstva osvity i nauky Ukrainy № 1460 vid 21.11.2019. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2021/07/28/015-Profosvita-bakalavr.pdf> [in Ukrainian]

12. Shcherbak, O. I. (2017). Problemy profesiino-pedahohichnoi osvity v suchasnykh umovakh [Problems of vocational and pedagogical education in modern conditions]. *Problemy inzhenerno-pedahohichnoi osvity – Problems of engineering and pedagogical education*, 18–19, 50–56 [in Ukrainian].

УДК 378.147:373.3

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-23>

Олександр ПЕТЛЮК

аспірант кафедри комп'ютерних технологій, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Максима Кривоноса вул., 2, м. Тернопіль, Україна, 46000

ORCID: 0009-0008-8961-1719

Бібліографічний опис статті: Петлюк, О. (2024). Змістовий і структурний аналіз інформаційної компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 4, 185–190, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-23>

ЗМІСТОВИЙ І СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Цифровізація та інформатизація системи професійної освіти як відповідь на запит економіки у фахівцях, готових до постійного самовдосконалення та використання можливостей сучасних цифрових технологій у професійній діяльності, має два ключові напрями. Першим напрямом є комплектація навчально-виховного процесу закладів професійної (професійно-технічної) освіти матеріально-технічним та програмним забезпеченням, необхідним для формування в учнів умінь і навичок роботи з ним у подальшій професійній діяльності і створення умов для активного розвитку інформаційної компетентності професійно-педагогічних кадрів у процесі їхньої професійної підготовки. Підсумовано, що в умовах трансформації майбутні фахівці цифрових технологій як педагоги професійного навчання повинні одночасно володіти знаннями, навичками та вміннями, пов'язаними з програмно-апаратною частиною та цифровими навичками (жорсткі навички) та особистісними характеристиками (гнучкими навичками). Встановлено, що інформаційна компетентність педагога професійного навчання відображає здатність фахівця ефективно працювати з різними видами інформації, інформаційними технологіями та ресурсами, вміння обирати оптимальні способи їхнього використання на навчальних заняттях для досягнення найкращих результатів в освітньому процесі та підвищення успішності студентів. Структурними складниками інформаційної компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій визначено мотиваційний, когнітивний, операційно-діяльнісний, рефлексивний компоненти. Узагальнено, що інформаційна компетентність майбутніх фахівців цифрових технологій як педагогів професійного навчання дає змогу реалізовувати освітній процес на основі застосування сучасних електронних засобів, що інтенсифікують освітню діяльність, у гармонійному поєднанні з традиційними способами навчання. Однак реалізація цих планів неможлива без спільних зусиль триад – закладів вищої освіти, викладачів, студентів.

Ключові слова: фахівці цифрових технологій, педагоги професійного навчання, інформаційна компетентність, структурні складники.

Oleksandr PETLIUK

Postgraduate Student at the Department of Computer Technologies, Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, 2 Maksyma Kryvonosa str., Ternopil, Ukraine, 46000

ORCID: 0009-0008-8961-1719

To cite this article: Petliuk, O. (2024). Zmistovyi i strukturnyi analiz informatsiinoi kompetentnosti maibutnikh fakhivtsiv tsyfrovyykh tekhnolohii [Content and structural analysis of information competence of future specialists in digital technologies]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 4, 185–190, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-4-23>

CONTENT AND STRUCTURAL ANALYSIS OF INFORMATION COMPETENCE OF FUTURE SPECIALISTS IN DIGITAL TECHNOLOGIES

Digitisation and informatisation of the vocational education system as a response to the demand for specialists ready for continuous self-improvement and using modern digital technologies in professional activities has two key directions. The first direction is the equipping of vocational (vocational-technical) education institutions' educational process with the necessary material-technical and software resources required for forming students' skills to work with them in future

professional activities and creating conditions for the active development of information competence of professional-pedagogical staff in the process of their professional training.

It has been concluded that in the context of transformations, future specialists in digital technologies as vocational education teachers must simultaneously possess knowledge, skills, and abilities related to hardware and software components, digital skills (hard skills) and personal characteristics (soft skills). It has been established that the information competence of a vocational educator reflects the ability to effectively work with different types of information, information technologies, and resources and the ability to choose the optimal methods of their application in educational activities to achieve the best results in the educational process and improve student success.

The structural components of the information competence of future specialists in digital technologies are motivational, cognitive, operational-activity, and reflexive components. It is generalised that the information competence of future specialists in digital technologies as vocational educators enables the implementation of the educational process based on modern electronic tools that intensify educational activities in harmonious combination with traditional teaching methods. However, the realisation of these plans is impossible without the joint efforts of the triad – higher education institutions, teachers, and students.

Key words: *specialists in digital technologies, vocational educators, information competence, structural components.*

Актуальність проблеми. В умовах стрімкого зростання інформаційних потоків та їхнього повсюдного використання як засобу комунікації на перший план висувуються проблеми інтелектуалізації суспільства, створення та впровадження нових технологій, що ґрунтуються на ефективному використанні знань як ресурсу розвитку суспільства. Стратегічна роль інформації у розвитку науки, культури, освіти актуалізує соціальне замовлення суспільства на підготовку компетентних фахівців, що відображено Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022–2032 роки (Про схвалення Стратегії, 2022). Серед пріоритетних цілей модернізації освіти, що акцентує увагу на необхідності формування єдиного освітнього простору як умови для поетапного переходу до нового його рівня та якості, позначено підготовку висококомпетентних фахівців, здатних в умовах розвитку наукомістких технологій до безперервного професійного зростання та професійної мобільності (Вакалюк, Антонюк, Новіцька, Марцева, & Кот, 2023).

Науковий інтерес до проблем інформаційної компетентності майбутніх фахівців як однієї з характеристик професійної освіти в сучасному світі пов'язаний із глобальним соціальним процесом виробництва та використання інформації як суспільного ресурсу, що забезпечує інтенсифікацію економіки, прискорення науково-технічного прогресу, процесів демократизації та інтелектуалізації суспільства (Лучанінова, 2019, с. 120). Це вимагає від системи професійної освіти відповідної модернізації процесу підготовки кваліфікованих кадрів для забезпечення цифрової економіки конкурентоздатними фахівцями. Значну роль у вирішенні цих завдань відіграю педагогі професійного навчання.

Саме тому у підготовці майбутніх фахівців цифрових технологій як педагогів професійного навчання необхідно опиратися на нормативні документи у системі освіти, які визначають вимоги до їхніх професійних якостей (Андрощук, & Хренова, 2019). Одним з основних документів у сфері професійно-педагогічної освіти є стандарт вищої освіти за спеціальністю 015 «Професійна освіта (за спеціалізаціями)» (Про затвердження стандарту, 2019), у якому детально розкрито ті функції, які повинен уміти виконувати педагог професійного навчання. Припускаємо, що сучасні педагоги професійного навчання повинні інтегрувати в собі якості теоретика (дослідника, психолога) і практика (методиста, тьютора), оскільки в професійно-педагогічній діяльності їм необхідно знати сучасні педагогічні технології реалізації компетентнісного підходу з урахуванням індивідуальних особливостей студентів, а також вміти застосовувати сучасні освітні технології, зокрема інформаційні, а також цифрові освітні ресурси.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У сучасних наукових дослідженнях спостерігається посилення уваги у науково-дослідницькому середовищі до питання цифровізації освітнього процесу та формування інформаційної компетентності у майбутніх фахівців, зокрема й педагогів професійного навчання. Так, науковцями розглянуто досвід Європейського Союзу та особливостей реалізації трансферу цифрових освітніх технологій в Україні (В. Савіцька (2022)); досвід підготовки бакалаврів у галузі інформаційних технологій у провідних країнах світу (Т. Вакалюк, Д. Антонюк, І. Новіцька, Л. Марцева, Н. Кот (2023)); стан, проблеми і перспективи підготовки фахівців

з інформаційних технологій у закладах вищої освіти (С. Литвинова (2018), О. Малихін (2020), С. Проскура (2018), Т. Ярмольчук (2020) та ін.); особливості підготовки бакалаврів професійної освіти в умовах інформаційного суспільства (І. Андрощук (2019), В. Хренова (2019)); актуальність формування інформаційної компетентності майбутніх фахівців (Ю. Запорожцева (2019), О. Лучанінова (2019), О. Трифонова (2019), О. Glazunova (2019), Т. Voloshyna & V. Korolchuk (2019) та ін.) та їхнього готовності до застосування сучасних інформаційних технологій у професійній діяльності (М. М'ястковська, І. Кобилянська, Д. Кисюк (2023) та ін.), а також необхідності безперервності професійної освіти як інноваційного виклику в умовах цифровізації (V. Savitska (2022)). Однак недостатньо вивченими залишаються питання формування інформаційної компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій як педагогів професійного навчання, а також розгляду її змістових та структурних аспектів.

Мета статті полягає в розгляді змісту та визначенні структурних компонентів інформаційної компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій як педагогів професійного навчання (спеціальність 015.39 «Професійна освіта. Цифрові технології»).

Виклад основного матеріалу. Швидкий розвиток інформаційних та цифрових технологій спричинили суттєві зміни у способі життя та поведінці людей. Не залишилася осторонь і система освіти. Сучасний етап розвитку суспільства глобалізації та масової мережевої комунікації, на думку В. Савіцької, ініціює кардинальні зміни у сфері освіти, зокрема: переважання дистанційної освітньої діяльності в умовах цифрового інформаційно-освітнього середовища; глобалізація процесів інформаційної взаємодії та інформаційної діяльності, що здійснюється територіально розподіленими суб'єктами освітнього процесу; «розподілене усвідомлення» реальної дійсності у сенсах віртуальної реальності; використання інформаційних систем, робототехнічних засобів і пристроїв та іншого високотехнологічного обладнання; «зрощування» засобів та методів освітніх технологій з інформаційними і, як наслідок, створення конвергентних, міждисциплінарних методик; цифровізація освітніх послуг, контролю результатів навчальних

досягнень, ведення діловодства (Savitska, 2022, с. 120).

В умовах нового технологічного укладу висуваються інші вимоги до знань та навичок майбутніх фахівців цифрових технологій, які забезпечують цифрову трансформацію. Освіта як частина державної системи, адаптується до вимог цифрової доби, активно реагує на процеси, що відбуваються в суспільстві, і вдосконалює освітні технології для підвищення якості підготовки майбутніх фахівців цифрових технологій (Проскура, & Литвинова, 2018). Змінюється система організації освітнього процесу – вимоги до компетентності майбутніх бакалаврів спеціальності 015.39 «Професійна освіта. Цифрові технології» систематично актуалізуються, реагуючи на зміну вектора розвитку світової економіки, промисловості та інших сфер (Glazunova, Voloshyna, & Korolchuk, 2019).

Необхідно відзначити також характерну рису професійної діяльності педагогів професійного навчання – яскраву орієнтацію на практичну діяльність і підготовку кваліфікованих трудових кадрів для конкретної галузі економіки, що зумовлює різноманітний спектр профілів, за якими здійснюється підготовка педагогів професійного навчання. Це значною мірою впливає на суттєві відмінності освітніх програм і навчальних планів підготовки педагогів професійного навчання.

У підготовці майбутніх фахівців цифрових технологій як педагогів професійного навчання компетентнісний підхід дає змогу створити компетентнісну модель фахівця цифрових технологій як педагога професійного навчання, в якій відображені інтереси особистості та очікування соціуму. З одного боку, компетентнісна модель педагога професійного навчання відображає кваліфікаційні вимоги до майбутньої професійно-педагогічної діяльності, а з іншого – визначає міждисциплінарні вимоги до результатів освітнього процесу (Андрощук, & Хренова, 2019, с. 44). Варто підкреслити динамічність цієї моделі. У компетентнісній моделі значну роль відведено інформаційній компетентності майбутніх педагогів професійного навчання.

Загалом заходи, які відбуваються в межах цифрової трансформації, доцільно поділити на програмно-технічні та соціально-комунікативні, оскільки вони поєднують інформаційні та комунікаційні канали майбутніх фахівців

цифрових технологій. Таким чином, в умовах трансформацій майбутні фахівці цифрових технологій як педагоги професійного навчання повинні одночасно володіти знаннями, навичками та вміннями, пов'язаними з програмно-апаратною частиною та цифровими навичками (жорсткі навички) та особистісними характеристиками (гнучкими навичками).

Впровадження в освітній процес електронних технологій відкрили величезні можливості електронних ресурсів з одного боку, а з іншого – немає окремого методичного ресурсу для їхнього продуктивного використання (Запорожцева, 2019). Далі, сформувався суперечності між високою компетентністю професійно-педагогічних кадрів і недостатнім рівнем сформованості інформаційної компетентності; між безліччю методичних і дидактичних принципів навчання та їхньою відсутністю стосовно організації цифрового освітнього середовища.

У сучасному освітньому просторі інформаційна компетентність майбутніх фахівців цифрових технологій як педагогів професійного навчання стає невід'ємною частиною їхньої професіограми (норм і вимог професії до видів професійної діяльності та якостей особистості фахівця (Трифоновна, 2019)). Розвиток цифрових технологій та Інтернет-простору дав змогу створити нові формати отримання знань – дистанційний, онлайн, із застосуванням електронних освітніх ресурсів, змішаний формат (Bravenboer, & Lester, 2016). Успішність реалізації таких форм навчання значною мірою залежить від інформаційної компетентності педагогів професійного навчання, що відображає сукупність інформаційного світогляду та системи знань і вмінь, що забезпечують цілеспрямовану самостійну діяльність щодо оптимального задоволення індивідуальних інформаційних потреб з використанням як традиційних та нових інформаційних педагогічних технологій.

Загалом, інформаційна компетентність майбутніх фахівців цифрових технологій як педагогів професійного навчання повинна відображати вміння:

1) здійснювати пошук необхідної інформації (інформаційних одиниць) та застосовувати отриману інформацію у власній педагогічній діяльності (Малихін, & Ярмольчук, 2020, с. 45);

2) створювати методичне забезпечення електронної форми освітнього процесу, знати

й уміти відбирати найефективніші прийоми та засоби навчання (Мястковська, Кобилянська, & Кисюк, 2023) для електронного способу взаємодії з учнями в закладах професійної (професійно-технічної) освіти;

3) вміти працювати з електронними навчально-методичними матеріалами (мультимедійними навчальними комплексами, мережевими підручниками та навчально-методичними посібниками, веб-додатками до друкованими підручниками і навчальними посібниками, мережевими тестовими системами, спеціалізованими інформаційними ресурсами);

4) створювати авторські навчально-методичні матеріали, що пов'язано зі знаннями, уміннями та навичками адміністрування LMS-систем (систем управління навчальною діяльністю), володінням прийомами електронного формату навчання (Савіцька, 2022, с. 86). Від майбутніх педагогів професійного навчання вимагаються сформованість вмінь наповнювати електронні курси авторськими матеріалами, відбирати та розміщувати фото- та відеоматеріали, посилання на аудіо- та відеоматеріали;

5) реалізовувати дистанційний, змішаний та онлайн-формат навчання. Саме тому майбутнім педагогам професійного навчання необхідно вміти моделювати навчальне середовище; реалізовувати різноманітні формати навчання за допомогою сучасних електронних платформ; застосовувати інтерактивні функції відеосенджерів; працювати з веб-майданчиками для проведення вебінарів; використовувати інтерактивний електронний роздатковий матеріал у режимі реального часу (презентації, сторінки підручників, аудіо- та відеоматеріали, посилання на Інтернет-ресурси).

Таким чином, інформаційну компетентність майбутніх фахівців цифрових технологій як педагогів професійного навчання розглядаємо як складну систему взаємопов'язаних компонентів, ключовими елементами якої є:

– мотиваційний – відображає наявність мотивів досягнення мети, готовність та зацікавленість професійно-педагогічною діяльністю, постановку та усвідомлення цілей інформаційної діяльності в структурі педагогічної;

– когнітивний – наявність знань, умінь та здатність застосовувати їх і професійно-педагогічній діяльності, аналізувати, класифікувати та систематизувати програмні засоби.

Загалом когнітивний компонент відображає розуміння структури інформації та методів її перетворення, усвідомлення основних принципів функціонування інформації, уміння розпізнавати різні види інформаційних загроз і знаходити способи захисту від них, усвідомлене розуміння різноманітних аспектів у сфері інформації;

– операційно-діяльнісний – відображає ефективність та продуктивність інформаційної діяльності, застосування інформаційних технологій на практиці. Загалом операційно-діяльнісний компонент відображає навички визначення індикаторів для пошуку інформації, освоєння методів перетворення інформації, засвоєння прийомів і способів ефективного використання інформації, набуття досвіду використання інформації;

– рефлексивний – забезпечує готовність до пошуку та вирішення проблем, їхньої творчої трансформації на основі аналізу власної професійно-педагогічної діяльності. Вміння критично оцінювати власні можливості є необхідною умовою для саморозвитку і самореалізації майбутніх фахівців цифрових технологій.

Висновки. Інформатизація системи освіти є обов'язковою умовою створення

інтелектуальної основи інформаційного суспільства. Основна мета інформатизації освіти полягає в глобальному перетворенні інтелектуальної діяльності завдяки використанню нових інформаційних технологій, кардинальному підвищенню якості підготовки студентів з іншим типом мислення, розвитку нової інформаційної культури на основі індивідуалізації навчання. Застосування сучасних інформаційних та цифрових технологій відкриває широкі можливості для організації та управління освітнім процесом на всіх рівнях освіти. Саме це актуалізувало необхідність підготовки педагогічних кадрів, зокрема педагогів професійного навчання до використання сучасних інформаційних технологій у професійно-педагогічній діяльності. Відтак, інформаційна компетентність майбутніх фахівців цифрових технологій як педагогів професійного навчання відображає їхню здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології для створення інформаційних продуктів та організації інформаційних процесів, пов'язаних із вирішенням професійних завдань з підготовки фахівців середньої ланки та кваліфікованих робітників і службовців в умовах інформаційного суспільства.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Андрощук І., Хренова В. Особливості підготовки бакалаврів професійної освіти. *Професійна освіта*. 2019. Вип. 3. С. 44–45.
2. Вакалюк Т. А., Антонюк Д. С., Новіцька І. В., Марцева Л. А., Кот Н. С. Досвід підготовки бакалаврів у галузі інформаційних технологій у провідних країнах світу. *Педагогічні науки: теорія і практика*. 2023. Вип. 45. С. 83–91.
3. Запорожцева Ю. С. Інформаційно-цифрова компетентність як складник сучасного навчально-виховного процесу. *Теорія і методика професійної освіти*. 2019. Вип. 12 (1). С. 79–82.
4. Лучанінова О. Формування аналітично-інформаційної компетентності майбутніх педагогів у процесі фахової підготовки. *Фізико-математична освіта*. 2019. Вип. 1. С. 116–121.
5. Малихін О. В., Ярмольчук Т. М. Актуальні стратегії навчання у професійній підготовці фахівців з інформаційних технологій. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. Вип. 76 (2). С. 43–57.
6. Мясковська М., Кобилянська І., Кисюк Д. Формування готовності майбутніх фахівців з професійної освіти до застосування сучасних інформаційних технологій у професійній діяльності. *Педагогічна Безпека*. 2023. Вип. 6(1–2). С. 21–26.
7. Про затвердження стандарту вищої освіти за спеціальністю 015 «Професійна освіта (за спеціалізаціями)» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. *Наказ Міністерства освіти і науки України № 1460 від 21.11.2019 р.* URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2021/07/28/015-Profosvita-bakalavr.pdf>
8. Про схвалення Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022–2032 роки. *Розпорядження Кабінету Міністрів України № 286-р від 23 лютого 2022 р.* URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-strategiyi-rozvitku-vishchoyi-osviti-v-ukrayini-na-20222032-roki-286->
9. Проскура С. Л., Литвинова С. Г. Підготовка фахівців з інформаційних технологій у закладах вищої освіти: стан, проблеми і перспективи. *Інформаційні технології в освіті*. 2018. Вип. 35 (2). С. 72–88.
10. Савіцька В. В. Трансфер цифрових освітніх технологій: досвід Європейського Союзу та особливості його реалізації в Україні. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2022. Вип. 4. С. 85–90.
11. Трифонова О. М. Методична система розвитку інформаційно-цифрової компетентності магістрів комп'ютерних технологій. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2019. Вип. (185). С. 174–179.

12. Bravenboer D., Lester S. Toward an integrated approach to the recognition of professional competence and academic learning. *Education and Training*. 2016. Vol. 58 (4). P. 409–421.
13. Glazunova O., Voloshyna T., Korolchuk V. Development of soft skills of future information technology professionals: methods, means, evaluation indicators. *Open educational e-environment of modern university*. 2019. Vol. 8. P. 93–106.
14. Savitska V. Continuity of vocational education as an innovative challenge in the conditions of European integration and digitalization. *Педагогічний альманах*. 2022. Вип. 52. С. 120–126.

REFERENCES:

1. Androshchuk, I., & Khrenova, V. (2019). Osoblyvosti pidhotovky bakalavriv profesiinoi osvity [Peculiarities of the training of bachelors of professional education]. *Profesiina osvita – Professional education*, 3, 44–45 [in Ukrainian].
2. Vakaliuk, T.A., Antoniuk, D.S., Novitska, I.V., Martseva, L.A., & Kot, N.S. (2023). Dosvid pidhotovky bakalavriv u haluzi informatsiinykh tekhnolohii u providnykh krainakh svitu [Experience of training bachelors in the field of information technology in developed countries of the world]. *Pedahohichni nauky: teoriia i praktyka – Pedagogical sciences: theory and practice*, (45), 83–91 [in Ukrainian].
3. Zaporozhtseva, Yu. S. (2019). Informatsiino-tsyfrova kompetentnist yak skladnyk suchasnoho navchalno-vykhovnoho protsesu [Information and digital competence as a component of the modern primary and secondary educational process]. *Teoriia i metodyka profesiinoi osvity – Theory and methods of professional education*, 12 (1), 79–82 [in Ukrainian].
4. Luchaninova, O. (2019). Formuvannia analitychno-informatsiinoi kompetentnosti maibutnykh pedahohiv u protsesi fakhovoi pidhotovky [Formation of analytical and information competence of future teachers in the process of professional education]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and mathematical education*, 1, 116–121 [in Ukrainian].
5. Malykhin, O. V., & Yarmolchuk, T.M. (2020). Aktualni stratehii navchannia u profesiinii pidhotovtsi fakhivtsiv z informatsiinykh tekhnolohii [Current strategies of teaching professionals in information technology]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia – Information technology and educational resources*, 76 (2), 43–57 [in Ukrainian].
6. Miastkovska, M., Kobylanska, I., & Kysiuk, D. (2023). Formuvannia hotovnosti maibutnykh fakhivtsiv z profesiinoi osvity do zastosuvannia suchasnykh informatsiinykh tekhnolohii u profesiinii diialnosti [Formation of readiness of future teachers in professional education to use modern information technologies in professional activities]. *Pedahohichna Bezpeka – Pedagogical security*, 6 (1–2), 21–26 [in Ukrainian].
7. Pro zatverdzhennia standartu vyshchoi osvity za spetsialnistiu 015 “Profesiina osvita (za spetsializatsiamy)” dlia pershoho (bakalavrskoho) rivnia vyshchoi osvity [On approval of the standard of higher education for specialization 015 “Professional education (for specializations)” for the first (bachelor’s) level of higher education] (2019). *Nakaz Ministerstva osvity i nauky Ukrainy – Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine № 1460 vid 21.11.2019*. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2021/07/28/015-Profosvita-bakalavr.pdf> [in Ukrainian]
8. Pro skhvalennia Stratehii rozvytku vyshchoi osvity v Ukraini na 2022–2032 roky [On approval of the Strategy for the Development of Higher Education in Ukraine for 2022-2032] (2022). *Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy – Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine № 286-r vid 23 liutoho 2022 r*. Retrieved from: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-strategiyi-rozvytku-vishchoyi-osviti-v-ukrayini-na-20222032-roki-286-> [in Ukrainian]
9. Proskura, S.L., & Lytvynova, S.H. (2018). Pidhotovka fakhivtsiv z informatsiinykh tekhnolohii u zakladakh vyshchoi osvity: stan, problemy i perspektyvy [Recruitment of information technology specialists in higher education institutions: status, problems and prospects]. *Informatsiini tekhnolohii v osviti – Information technology in education*, 35(2), 72–88 [in Ukrainian].
10. Savitska, V.V. (2022). Transfer tsyfrovyykh osvitnykh tekhnolohii: dosvid Yevropeiskoho Soiuzu ta osoblyvosti yoho realizatsii v Ukraini [ransfer of digital educational technologies: experience of the European Union and the specifics of its implementation in Ukraine]. *Problemy khimii ta staloho rozvytku – Problems of chemistry and sustainable development*, 4, 85–90 [in Ukrainian].
11. Tryfonova, O.M. (2019). Metodychna systema rozvytku informatsiino-tsyfrovoi kompetentnosti mahistriv kompiuternykh tekhnolohii [Methodical system of development of information and digital competence of computer science majors]. *Naukovi zapysky. Seriya: Pedahohichni nauky – Scientific papers. Series: Pedahohichni nauky*, (185), 174–179 [in Ukrainian].
12. Bravenboer, D., & Lester, S. (2016). Toward an integrated approach to the recognition of professional competence and academic learning. *Education and Training*, 58 (4), 409–421.
13. Glazunova, O., Voloshyna, T., & Korolchuk, V. (2019). Development of soft skills of future information technology professionals: methods, means, evaluation indicators. *Open educational e-environment of modern university*, 8, 93–106.
14. Savitska, V. (2022). Continuity of vocational education as an innovative challenge in the conditions of European integration and digitalization. *Pedahohichniy almanakh*, 52, 120–126.

ЗМІСТ

ХІМІЯ

Галина МАРТИНЮК ЗАКОНОМІРНОСТІ ТРАНСПОРТУ ЗАРЯДУУ СПРЯЖЕНИХ ПОЛІАМІНОАРЕНАХ (ЗА МАТЕРІАЛАМИ ДОКТОРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ).....	3
Катерина НЕСТЕРОВА, Олена ХИЖАН АНАЛІЗ ЕЛЕМЕНТНОГО СКЛАДУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ КИЇВСЬКОГО РЕГІОНУ.....	9
Галина РІЗАК ВПЛИВ РІЗНИХ МЕТОДІВ СИНТЕЗУ НА ТОКСИЧНІСТЬ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ НОВИХ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ СПОЛУК НА ОСНОВІ ТІЕНОПІРИМІДИНІВ.....	15
Леся САЛІЄВА, Наталія СЛИВКА, Віктор ТКАЧУК, Михайло ВОВК СИНТЕЗ ТА ОЦІНКА АНТИОКСИДАНТНОЇ АКТИВНОСТІ 3-АРИЛ-5,6,7,8-ТЕТРАГІДРОТІАЗОЛО[3,2-А][1,3]ДІАЗЕПІНІВ.....	25
Наталія СЛИВКА, Леся САЛІЄВА, Віктор ТКАЧУК, Михайло ВОВК ОЦІНКА АНТИОКСИДАНТНОЇ АКТИВНОСТІ 2-(S-МЕТИЛКЕТОАРИЛ)БЕНЗІМІДАЗОЛІВ ТА 3-АРИЛБЕНЗ[4,5]ІМІДАЗО[2,1-В]ТІАЗОЛІВ.....	31

ЕКОЛОГІЯ

Каріна БЕЛОКОНЬ, Ірина ПІРОГОВА, Мирослав МАЛЬОВАНІЙ, Євгенія ТАРАБАН ОЦІНКА ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ.....	39
Олена ДЖАМ, Тетяна ДЯК, Любомир ГУЛАЙ, Ольга КАРАЇМ, Зоряна ЛАВРИНЮК МОНІТОРИНГ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ ФІЛІЇ «РАФАЛІВСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО» ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ».....	49
Інна ЄЗЛОВЕЦЬКА ЕКОЛОГІЧНЕ НОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ВОДИ РЕПРЕЗЕНТАТИВНИХ ДІЛЯНОК Р. ДНІСТЕР.....	57
Ольга КАРАЇМ, Лариса ЧЕРЧИК, Сергій СУПРУНОВИЧ, Володимир КАРАЇМ МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНУ.....	66
Ірина MARUSHCHAK, Yuliya KHARCHENKO CORRELATION ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF CLIMATIC AND BIOLOGICAL FACTORS ON HYDROCHEMICAL INDICATORS OF THE GENERAL ECOLOGICAL CONDITION OF THE TRUBIZH RIVER.....	77
Ірина ПАЦЕВА, Людмила НОНІК, Володимир УСТИМЕНКО АЗБЕСТ У ВІДХОДАХ РУЙНУВАНЬ: ВИКЛИКИ І ПЕРСПЕКТИВИ БЕЗПЕЧНОГО УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ В УМОВАХ ПІСЛЯВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ.....	83
Людмила САВЧУК, Роман ШУЛИПА ШТУЧНЕ ТА ПРИРОДНЕ ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ У ЗВІРІВСЬКОМУ ЛІСНИЦТВІ.....	93
Світлана СТАНІСЛАВЧУК, Олександр БОНДАР, Леонід БИЦЮРА ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ СТУДЕНТСЬКОГО МІСТЕЧКА ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ.....	99

ОСВІТНІ, ПЕДАГОГІЧНІ НАУКИ. ПРОФЕСІЙНА ОСВІТА

Олег ГРИНЬ

МОДЕЛЮВАННЯ ПЕДАГОГІЧНИХ УМОВ ДЛЯ РОЗВИТКУ ФІНАНСОВОЇ
КОМПЕТЕНТНОСТІ У МАЙБУТНІХ КЕРІВНИКІВ ЗАКЛАДІВ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ.....106

Оксана ЄФРЕМОВА

ПРАКТИЧНІ СТРАТЕГІЇ ВИКОРИСТАННЯ СИТУАТИВНО-КОМУНІКАТИВНИХ ТАКТИК
В ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ДИТЯЧИХ СТОМАТОЛОГІВ ДО ПРОФЕСІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ.....118

Віктор ЗАЛЕНСЬКИЙ

ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ ВИКЛАДАЧІВ ДО ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
В УМОВАХ МЕРЕЖЕВОЇ ОСВІТНЬОЇ КОМУНІКАЦІЇ.....124

Олександр КНЯЗЬ

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ
ФОЛЬКЛОРИСТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ КУЛЬТУРОЛОГІВ
У ПРОЦЕСІ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ.....129

Сергій ЛОБКО

РОЗВИТОК МІЖКУЛЬТУРНОЇ КОМУНІКАЦІЇ ЯК ЧИННИК ФОРМУВАННЯ
СОЦІАЛЬНО-КОМУНІКАЦІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ
СТУДЕНТІВ-ЖУРНАЛІСТІВ У ПРОЦЕСІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ.....142

Ганна ЛЮЛЬКА

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ГЕНДЕРНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ
МАЙБУТНІХ МЕНЕДЖЕРІВ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ.....153

Лариса МАРУШКО

ЗАКОРДОННИЙ ДОСВІД ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ХІМІЇ
ТА ПРИРОДНИЧИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ДО ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ.....165

Олександр ОСТРОВСЬКИЙ

МЕТОДИЧНІ ПРИЙОМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЄДНОСТІ ТРАДИЦІЙ ТА ІННОВАЦІЙ
У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЛОЛОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ
НА ЗАСАДАХ ПРАКСЕОЛОГІЧНОГО ПІДХОДУ.....173

Андрій ПАШКОВ

ПОТЕНЦІАЛ ПЕДАГОГІЧНОЇ ПРАКТИКИ В ФОРМУВАННІ ФАХОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ
МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....179

Олександр ПЕТЛЮК

ЗМІСТОВИЙ І СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ
ФАХІВЦІВ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....185

CONTENTS

CHEMISTRY

Galyna MARTYNIUK PATTERNS OF CHARGE TRANS TRANSPORT IN CONJUGATED POLYAMINOARENES (ACCORDING TO THE MATERIALS OF THE DOCTORAL DISSERTATION).....	3
Kateryna NESTEROVA, Olena KHYZHAN ANALYSIS OF THE ELEMENTAL COMPOSITION OF WATER RESOURCES OF KYIV REGION.....	9
Galina RIZAK THE EFFECT OF DIFFERENT METHODS OF SYNTHESIS ON THE TOXICITY AND EFFICIENCY OF NEW BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS BASED ON THIENOPYRIMIDINES.....	15
Lesya SALIYEVA, Viktor TKACHUK, Mykhailo VOVK SYNTHESIS AND EVALUATION ANTIOXIDANT ACTIVITY OF 3-ARYL-5,6,7,8-TETRAHYDROTHIAZOLO[3,2-A][1,3]DIAZEPINES.....	25
Nataliia SLYVKA, Lesya SALIYEVA, Viktor TKACHUK, Mykhailo VOVK EVALUATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF 2-(S-METHYLKETOARYL)BENZIMIDAZOLES AND 3-ARYLBENZ[4,5]IMIDAZO[2,1-B]THIAZOLES.....	31

ECOLOGY

Karina BELOKON, Iryna PIROHOVA, Myroslav MALOVANYI, Yevheniia TARABAN ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC AIR QUALITY IN THE ZAPORIZHZHYA CITY.....	39
Olena DZHAM, Tetiana DIAK, Lubomir GULAY, Olha KARAIM, Zoryana LAVRYNYUK MONITORING OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE FOREST RESOURCES OF THE BRANCH “RAFALIV FORESTRY” OF THE STATE ENTERPRISE “FORESTS OF UKRAINE”....	49
Inna YEZLOVETSKA ENVIRONMENTAL STANDARDIZATION OF WATER QUALITY IN REPRESENTATIVE SECTIONS OF THE DNIESTER RIVER.....	57
Olha KARAIM, Larysa CHERCHYK, Serhiy SUPRUNOVICH, Volodymyr KARAIM METHODICAL APPROACHES TO INFORMATION SUPPORT AND ASSESSMENT OF REGIONAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT.....	66
Iryna MARUSHCHAK, Yuliya KHARCHENKO CORRELATION ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF CLIMATIC AND BIOLOGICAL FACTORS ON HYDROCHEMICAL INDICATORS OF THE GENERAL ECOLOGICAL CONDITION OF THE TRUBIZH RIVER.....	77
Iryna PATSEVA, Liudmyla NONIK, Volodymyr USTYMENKO ASBESTOS IN DEMOLITION WASTE: CHALLENGES AND PROSPECTS OF SAFE WASTE MANAGEMENT IN THE CONDITIONS OF POST-WAR RECONSTRUCTION.....	83
Liudmyla SAVCHUK, Roman SHULYPA ARTIFICIAL AND NATURAL REFORESTATION IN THE ZVIRIV FORESTRY.....	93
Svitlana STANISLAVCHUK, Oleksandr BONDAR, Leonid BYTSYURA DETERMINATION OF DRINKING WATER QUALITY IN THE STUDENT CAMPUS OF WEST UKRAINIAN NATIONAL UNIVERSITY.....	99

EDUCATIONAL, PEDAGOGICAL SCIENCES. VOCATIONAL EDUCATION

Oleh HRYN

MODELLING PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR THE DEVELOPMENT
OF FINANCIAL COMPETENCE IN FUTURE MANAGERS OF SECONDARY EDUCATION
INSTITUTIONS.....106

Oksana YEFREMOVA

PRACTICAL STRATEGIES FOR USING SITUATIONAL AND COMMUNICATIVE TACTICS
IN TRAINING FUTURE PEDIATRIC DENTISTS FOR PROFESSIONAL INTERACTION.....118

Viktor ZALENSKYI

PREPARING FUTURE TEACHERS FOR THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES
IN THE CONTEXT OF NETWORKED EDUCATIONAL COMMUNICATION.....124

Oleksandr KNIAZ

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL ASPECTS OF FORMATION
OF FOLKLORE COMPETENCE OF FUTURE CULTURAL STUDIES PROFESSIONALS
IN THE PROCESS OF PROFESSIONAL TRAINING.....129

Serhii LOBKO

DEVELOPMENT OF INTERCULTURAL COMMUNICATION AS A FACTOR
IN THE FORMATION OF SOCIAL AND COMMUNICATION COMPETENCE OF JOURNALISM
STUDENTS IN THE PROCESS OF PROFESSIONAL TRAINING.....142

Hanna LIULKA

METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF FORMING GENDER COMPETENCE
OF FUTURE MANAGERS OF GENERAL SECONDARY EDUCATION INSTITUTIONS.....153

Larysa MARUSHKO

FOREIGN EXPERIENCE IN TRAINING FUTURE TEACHERS
OF CHEMISTRY AND NATURAL SCIENCES FOR PROFESSIONAL ACTIVITY.....165

Oleksandr OSTROVSKY

METHODOLOGICAL METHODS OF ENSURING THE UNITY OF TRADITIONS
AND INNOVATIONS IN THE TRAINING OF FUTURE TEACHERS
OF PHILOLOGICAL SPECIALITIES ON THE BASIS OF THE PRAXEOLOGICAL APPROACH.....173

Andrii PASHKOV

THE POTENTIAL OF PEDAGOGICAL PRACTICE IN DEVELOPING
THE PROFESSIONAL COMPETENCE OF FUTURE COMPUTER TECHNOLOGY SPECIALISTS.....179

Oleksandr PETLIUK

CONTENT AND STRUCTURAL ANALYSIS OF INFORMATION COMPETENCE
OF FUTURE SPECIALISTS IN DIGITAL TECHNOLOGIES.....185

НОТАТКИ

ПРОБЛЕМИ ХІМІЇ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Випуск 4

Коректура • Ірина Миколаївна Чудеснова

Комп'ютерна верстка • Тетяна Олексіївна Клименко

Підписано до друку: 23.12.2024.

Формат 60x84/8. Гарнітура Times New Roman.

Папір офсет. Цифровий друк. Ум. друк. арк. 22,79. Замов. № 0225/128. Наклад 300 прим.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»

65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглєзі, 6/1

Телефон +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08

E-mail: mailbox@helvetica.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 7623 від 22.06.2022 р.