

International Science Group

ISG-KONF.COM

**XXX International Scientific and Practical Conference
«Modern academic science: main trends and strategic
development»**

**July 28–31, 2026
Oslo, Norway**

ISBN - 979-8-90553-931-2

DOI – 10.46299/ISG.2026.1.30

MODERN ACADEMIC SCIENCE: MAIN TRENDS AND STRATEGIC DEVELOPMENT

Proceedings of the XXX International Scientific and Practical Conference

Oslo, Norway
July 28–31, 2026

UDC 01.1

The 30th International scientific and practical conference “Modern academic science: main trends and strategic development” (July 28–31, 2026) Oslo, Norway. International Science Group. 2026. 101 p.

ISBN – 979-8-90553-931-2

DOI – 10.46299/ISG.2026.1.30

EDITORIAL BOARD

<u>Pluzhnik Elena</u>	Professor of the Department of Criminal Law and Criminology Odessa State University of Internal Affairs Candidate of Law, Associate Professor
<u>Liudmyla Polyvana</u>	Department of accounting, Audit and Taxation, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
<u>Mushenyk Iryna</u>	Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of Mathematical Disciplines, Informatics and Modeling. Podolsk State Agrarian Technical University
<u>Prudka Liudmyla</u>	Odessa State University of Internal Affairs, Associate Professor of Criminology and Psychology Department
<u>Marchenko Dmytro</u>	PhD, Associate Professor, Lecturer, Deputy Dean on Academic Affairs Faculty of Engineering and Energy
<u>Harchenko Roman</u>	Candidate of Technical Sciences, specialty 05.22.20 - operation and repair of vehicles.
<u>Belei Svitlana</u>	Ph.D., Associate Professor, Department of Economics and Security of Enterprise
<u>Lidiya Parashchuk</u>	PhD in specialty 05.17.11 "Technology of refractory non-metallic materials"
<u>Levon Mariia</u>	Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Scientific direction - morphology of the human digestive system
<u>Hubal Halyna</u> <u>Mykolaivna</u>	Ph.D. in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

TABLE OF CONTENTS

ART		
1.	Власенко Є., Куратова М. ОСОБЛИВОСТІ ДИЗАЙНУ СОЦІАЛЬНОГО ПЛАКАТА В УМОВАХ РОЗВИТКУ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ	6
2.	Золоташко К., Куратова М. ВНЕСОК УКРАЇНСЬКИХ МИСТКИНЬ У РОЗВИТОК ЕСТАМПНОЇ ГРАФІКИ	11
AUTOMATION AND COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES		
3.	Смітюх Я.В., Ямковий О.О. ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ОБ'ЄКТАМИ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	18
BEAUTY SERVICES		
4.	Ias O. LEFT-CHEEK SKIN HYDRATION ASYMMETRY IN FLORIDA WOMEN: AN EXPLORATORY FINDING ON AUTOMOTIVE UVA EXPOSURE	21
5.	Ias O. SKIN HYDRATION AS AN INDEPENDENT PREDICTOR OF VISUAL FACIAL AGING: FINDINGS FROM A PILOT BIOIMPEDANCE STUDY IN FLORIDA WOMEN	23
6.	Ias O. DRIVING TIME AND FACIAL SKIN HYDRATION ASYMMETRY: PROTOCOL FOR A PROSPECTIVE STUDY IN FLORIDA RESIDENTS	25
BIOLOGY AND BIOCHEMISTRY		
7.	Abbasli G., Adilova L., Abbasova A. INVESTIGATION OF ANTAGONISTIC ACTIVITY OF BACILLUS SUBTILIS STRAIN AGAINST GRAM-NEGATIVE PATHOGENS	27

CHEMISTRY		
8.	Koshchii I., Klimko Y. SYNTHESIS AND ANTICORROSION PROPERTIES OF N-ARYL-N1- PYRIDYLTHIOUREAS AND THEIR BENZYLATED PRODUCTS	30
COMPUTER SCIENCE		
9.	Jiahui Huang A REVIEW OF SEMANTIC KNOWLEDGE BASES FOR ENGINEERING DESIGN BASED ON NATURAL LANGUAGE PROCESSING	36
10.	Jiahui Huang A REVIEW OF MACHINE LEARNING BASED ASSET ALLOCATION FRAMEWORKS FOR PORTFOLIO SELECTION	44
11.	Подскребко О.С., Іванченко Н.О., Кудін В.І., Чолишкіна О.Г., Густера О.М. ГІБРИДНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ НА ОСНОВІ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ ТА НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ В СИСТЕМІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА	51
DENTISTRY		
12.	Кисіль А.Р., Лабуш Ю.З. ВПЛИВ ХРОНІЧНОГО СТРЕСУ, ПОВ'ЯЗАНОГО З ВІЙНОЮ В УКРАЇНІ, НА ПОШИРЕНІСТЬ І СТРУКТУРУ ЗАХВОРЮВАНЬ ТКАНИН ПАРОДОНТА В ОСІБ МОЛОДОГО ВІКУ	55
ECOLOGY		
13.	Poleva J. PHOTOSYNTHESIS IN THE ERA OF CLIMATE CHANGE: INTEGRATING PLANT PHYSIOLOGY, CARBON DYNAMICS, AND ECOSYSTEM RESILIENCE	58
14.	Кученко Б.В. ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН НАСАДЖЕНЬ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ У НАЦІОНАЛЬНОМУ ПРИРОДНОМУ ПАРКУ "ХОЛОДНИЙ ЯР"	65
15.	Федорішко М.Ю. ВПЛИВ РЕКРЕАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ С.СОЛОТВИНО НА Р.ТИСА	71

ECONOMICS		
16.	Бриль І.В. ОСНОВНІ АКЦЕНТИ ЩОДО ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ЛЮДСЬКИХ РЕСУРСІВ ПІДПРИЄМСТВ	73
LAW		
17.	Осипенко К.О. ДО ПИТАННЯ ОБ'ЄКТА СУДОВОЇ ЕКСПЕРТИЗИ ЩОДО ВІДНЕСЕННЯ ІСНУЮЧИХ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД ТА ЇХ ЧАСТИН ДО СПОРУД ПОДВІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ІЗ ЗАХИСНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ СХОВИЩ ТА/АБО ПРОТИРАДІАЦІЙНИХ УКРИТТІВ	76
18.	Шарков О.О. ПРАВОВИЙ СТАТУС ДИСЦИПЛІНАРНОГО РЕЧНИКА СУДОВИХ ВИКОНАВЦІВ ЗА ЗАКОНОДАВСТВОМ РЕСПУБЛІКИ ПОЛЬЩА	80
PHILOLOGY		
19.	Максим'юк О.В. ТИПОЛОГІЯ ТА ФУНКЦІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ НЕРОЗКЛАДНИХ СЛОВОСПОЛУЧЕНЬ ЗІ ЗНАЧЕННЯМ ВИБІРКОВОСТІ	86
PSYCHOLOGY		
20.	Кердивар В.В. НОРМАТИВНО-ПРАВОВА БАЗА ПСИХОЛОГІЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ УЧАСНИКІВ ЗБРОЙНИХ КОНФЛІКТІВ В УКРАЇНІ: ІНСТИТУЦІЙНІ МОДЕЛІ ТА МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД	90
SOFTWARE ENGINEERING		
21.	Галас Т.Т. МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОЦІНКА НАКЛАДНИХ ВИТРАТ EBRF-МОДУЛЯ МОНІТОРИНГУ ПОВЕДІНКИ ПЗ	97

ОСОБЛИВОСТІ ДИЗАЙНУ СОЦІАЛЬНОГО ПЛАКАТА В УМОВАХ РОЗВИТКУ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Власенко Єлизавета

Магістр кафедри дизайну і технологій
Харківський національний педагогічний університет

Куратова Марія

Доцент кафедри дизайну і технологій
Харківський національний педагогічний університет

Постановка проблеми та її актуальність. З активним впровадження цифрових технологій в усі сфери життя, соціальний плакат отримав ряд додаткових інструментів впливу на аудиторію. Як і раніше, сучасний соціальний плакат має на меті привернення уваги до певної суспільно-важливої події, наприклад екологічної проблеми, проблеми внутрішньо-переміщених осіб, проблем викликаних веденням воєнних дій на території нашої країни тощо. Наявність цифрових технологій змінює канали подачі інформації, характер взаємодії з аудиторією та безпосередньо впливає на особливості подачі соціально-значущої інформації. Актуальність представленого дослідження викликана потребою переосмислення особливостей дизайну соціального плакату та підходом по подачі інформації на ньому.

Аналіз досліджень і публікацій. Проблематика соціального плаката розглядається у працях дослідників графічного дизайну, мистецтвознавства, візуальної комунікації та цифрової культури.

В. Грищенко аналізує художні засоби виразності в плакатному дизайні як інструменти комунікації з реципієнтом, акцентуючи значення композиції, кольору, образної метафори, шрифтового рішення та цілісності візуальної структури [2]. О. Єжова, О. Колосніченко, Н. Остапенко, К. Пашкевич характеризують соціальний плакат як окремий жанр мистецтва, зорієнтований на суспільну проблематику, емоційний вплив і стислу графічну форму [3].

Ю. Сосницький досліджує значення кольорів, форм графічних елементів та композиції у створенні ефективного художнього образу для соціального плакату, підкреслюючи зв'язок між зоровою організацією плакатної площини й силою комунікативного повідомлення. У дослідженні технологічної еволюції соціального плаката автор аналізує моушн-дизайн, AR і VR як напрями розширення плакатної мови, що змінюють спосіб взаємодії глядача з візуальним повідомленням [5].

Соціальний плакат представляє собою один із різновидів візуальної комунікації і поєднує в собі соціальне повідомлення та художній образ. Завдання такого плакату – викликати емоцію в глядача, затримати його на собі, змусити замислитись над представленою інформацією.

Найперше у будь-якому плакаті, що привертає увагу – це колір. Колір у будь-якому виді дизайну є головним інструментом візуальної дії. Він привертає увагу, задає настрій та викликає емоції, доносить суть до глядача з першого погляду.

У соціальному плакаті він виконує декоративну та змістову функцію, формує емоційний тон повідомлення, виділяє ключовий образ, керує увагою глядача та створює асоціативний зв'язок із темою. Ю. Сосницький зазначає, що колір, форма і композиція працюють як засоби створення художнього образу, який має бути зрозумілим, емоційно насиченим і спрямованим на реципієнта [4]. У цифровому плакаті колір додатково залежить від властивостей екрана, яскравості, контрастності, адаптації до темного або світлого режиму інтерфейсу, формату соціальної мережі та швидкості візуального сприйняття під час прокручування стрічки.

Сучасний світ настільки переповнений інформацією, що для того, щоб погляд глядача «зачепився», плакат має «чіпляти» собою миттєво. В першу чергу, увага акцентується на центрі композиції, важливі також масштаби об'єктів, співвідношення шрифтів і графічних елементів, простору. Друкований плакат потрапляє в поле зору увесь відразу, тоді як на цифровому часто увага акцентується на окремих фрагментах, адже його бачать при перегортанні стрічок соціальних мереж, сторінок сайтів тощо, тому його композиційна структура має забезпечувати впізнаваність і смислову завершеність навіть за короткого контакту.

Оптимально підібраний шрифт відіграє роль у сприйнятті повідомлення, яке несе плакат. Шрифт є водночас носієм тексту і відображенням графічного образу. Його накреслення, масштаб, щільність, контраст, розташування та взаємодія з ілюстративним рядом визначають силу комунікативного впливу. У цифровому форматі шрифт має зберігати читабельність на різних екранах, коректно працювати в малому масштабі, відповідати ритму композиції та темі повідомлення. В. Грищенко пов'язує ефективність плакатної комунікації з цілісністю художніх засобів, серед яких шрифтове рішення виступає одним із провідних інструментів звернення до глядача [2].

Цифрові технології розширюють плакатну мову через використання моушн-дизайну. Рух дозволяє послідовно розкрити ідею, підсилити драматургію повідомлення, створити акцент на причинно-наслідковому зв'язку соціальної проблеми, перевести статичний символ у динамічну дію. Моушн-плакат може містити зміну кадрів, появу тексту, трансформацію образу, анімацію знака, ритмічне мерехтіння, зміну масштабу або кольору. За таких умов плакат набуває часової структури, у якій повідомлення розгортається поступово, але зберігає стислість і плакатну образність. Моушн-дизайн є одним із напрямів технологічної еволюції соціального плаката, що поглиблює його здатність до емоційного та смислового впливу [5].

Актуальний напрям розвитку соціального плаката задає доповнена реальність. AR дає змогу поєднати друковану або екранну площину з додатковим цифровим шаром, зокрема анімацією, відео, звуком, посиланням, 3D-об'єктом, інтерактивною сценою. У такому разі плакат перетворюється на вхід до розширеного інформаційного простору. Реципієнт споглядає образ та активує додатковий зміст через смартфон або інший цифровий пристрій. Такий підхід підсилює залучення аудиторії, оскільки соціальна проблема подається як досвід

взаємодії, а не тільки як графічне повідомлення [1].

VR-середовище дає змогу розглядати соціальний плакат як елемент імерсивної комунікації. У віртуальному просторі плакат може функціонувати як частина експозиції, освітньої платформи, соціальної кампанії, музейного проєкту або цифрової інсталяції. Його дизайн у такому випадку пов'язаний із просторовим розміщенням, масштабом, навігацією, звуком, сценарієм взаємодії та емоційною атмосферою. Технологічна еволюція плаката через AR і VR засвідчує перехід від площинного повідомлення до багаторівневої візуальної події [5].

Однією з ключових характеристик соціального плаката в цифровому середовищі є адаптивність. Один і той самий візуальний образ має працювати у форматі друкованого аркуша, квадратного допису, вертикального сториз, горизонтального банера, відеоролика, презентаційного слайда, цифрового екрана та мобільного інтерфейсу. Така адаптивність потребує продуманої системи візуальних констант – головного символу, кольорової гами, шрифтової логіки, композиційного принципу та короткого повідомлення.

Соціальний плакат у цифровому просторі активно взаємодіє з платформною культурою. Соціальні мережі формують специфічні умови сприйняття, зокрема швидкість перегляду, конкуренцію візуальних потоків, залежність від алгоритмів, коментарів, поширень, реакцій, збережень. У таких умовах плакат має поєднувати художню виразність із комунікативною простотою. Образ має відразу вказувати на проблему, текст повинен бути стислим, а композиція - вести глядача до головного смислового акценту. Соціальний плакат як жанр мистецтва, за визначенням О. Єжової, О. Колосніченко, Н. Остапенко та К. Пашкевич, спрямований на привернення уваги до суспільних питань, що зумовлює його зв'язок із публічним простором і масовою комунікацією [3].

Розвиток цифрових технологій змінює також процес створення плаката. Дизайнер застосовує растрову й векторну графіку, 3D-моделювання, генеративні інструменти, цифровий колаж, типографічну анімацію, монтаж, інтерактивні елементи та візуалізацію даних.

Через поєднання знаковості та емоційності формується художня виразність цифрового соціального плаката. Знак забезпечує швидке розпізнавання теми, а емоційний образ створює внутрішню реакцію глядача. Головними засобами представлення соціального плаката є колір, використана система шрифтів, стилізація, контраст, використані фото і символи. Цифрові технології дають можливість поглиблювати дію цих засобів за допомогою звуку, руху, змін масштабу, можливостей поширення тощо.

В умовах розвитку цифрових технологій дизайн соціального плаката поєднує в собі традиційні плакатні принципи та нові медіаформи. В основі жанру продовжують залишатись чіткість, лаконічність, композиційна завершеність, метафоричність, проте за допомогою сучасних цифрових технологій такий плакат перетворюється на гнучкий візуальний інструмент, який може функціонувати у різних видах простору (друкованому, цифровому, імерсивному).



Рис. 1. Серія соціальних плакатів виконана студентами ХНПУ імені Г.С.Сковороди: 1-3 Д'ячкіна А.; 4, 8 - Гуань Юньсун; 5-7 – Денісенко А.

Висновки. Дизайн соціального плаката в умовах розвитку цифрових технологій є ефективним засобом візуальної комунікації, що поєднує художню виразність, соціальний зміст і технологічні способи подання інформації. Через графічний образ, колір, форму, композицію, шрифт і метафору плакат розкриває суспільну проблему, впливає на емоційне сприйняття реципієнта та сприяє формуванню ставлення до зображеного явища.

Створення соціального плаката в цифровому середовищі передбачає дотримання принципів чіткості подачі, зрозумілості образу, графічної виразності, лаконічності змісту, читабельності шрифту та композиційної цілісності. Плакат повинен висвітлювати суспільно значущі проблеми, виконувати інформаційну й виховну функції, емоційно подавати зміст та бути спрямованим на глядача, який сприймає візуальну інформацію в умовах швидкої цифрової комунікації.

Список літератури

1. Адаптивна роль плаката в контексті розвитку сучасного мистецтва: монографія / за наук. ред. М. В. Колосніченко. Київ: КНУТД, 2023. 220 с. URL: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/23006>
2. Грищенко В. Художні засоби виразності в плакатному дизайні як ефективні інструменти комунікації з реципієнтом. Актуальні питання гуманітарних наук. 2024. Вип. 82, т. 1. С. 144–151. DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4863/82-1-21>
3. Єжова О. В., Колосніченко О., Остапенко Н., Пашкевич К. Соціальний

плакат як особливий жанр мистецтва. Актуальні проблеми сучасного дизайну: збірник матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 27 квітня 2022 р.: у 2 т. Київ : КНУТД, 2022. Т. 2. С. 91–94. URL: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/21112/1/APSD_2022_V2_P091-094.pdf

4. Сосницький Ю. О. Використання кольору, форми та композиції для створення ефективного художнього образу в соціальному плакаті. Український мистецтвознавчий дискурс. 2024. № 1. С. 195–203. DOI: <https://doi.org/10.32782/uad.2024.1.25>

5. Сосницький Ю. Технологічна еволюція соціального плаката: моушн-дизайн, AR, VR. Народознавчі зошити. 2025. № 1 (181). С. 179–185. DOI: <https://doi.org/10.15407/nz2025.01.179>

6. Сучасні технології візуалізації колекцій цифрових освітніх ресурсів: практичний посібник / авт.-упоряд.: А. Г. Гуралюк, Н. О. Терентьєва, О. П. Пінчук та ін.; наук. ред. А. Г. Гуралюк; НАПН України, ДНПБ України ім. В. О. Сухомлинського. Електрон. вид. Київ: ФОП Ямчинський О. В., 2025. 186 с. DOI: <https://doi.org/10.33407/lib.NAES.id/746527>

ВНЕСОК УКРАЇНСЬКИХ МИСТКИНЬ У РОЗВИТОК ЕСТАМПНОЇ ГРАФІКИ

Золоташко Катерина

Магістр кафедри дизайну і технологій
Харківський національний педагогічний університет

Куратова Марія

Доцент кафедри дизайну
Харківський національний педагогічний університет

Графіка є одним із найвиразніших видів образотворчого мистецтва. Особливе місце посідає ліногравюра. Завдяки доступності матеріалу, простоті виконання та художнім можливостям ліногравюра набула значного поширення в книжковій ілюстрації, станковій графіці, плакатному мистецтві та сучасному графічному дизайні. Дослідження творчості провідних українських постатей, які працювали в даній техніці дає змогу ознайомитись з її засобами виразності і значенням в історії українського мистецтва [11].

Розглянемо особливості творчості відомих українських художниць, які зробили внесок у мистецтво ліногравюри.

Олена Кульчицька є феноменом українського мистецтва першої половини ХХ століття, яка відродила художню цінність мистецтва гравюри, повернувши із забуття давні техніки – чорно-білої та кольорової ліногравюри, монотипії, утвердивши самодостатність цього виду образотворчого мистецтва. В той час зустріти жінку, яка б мала вищу художню освіту було складно і тому Кульчицька стала першою жінкою художником у Галичині. Її творчість стала поштовхом становлення та розвитку новітньої школи графіки, спрямованої на засвоєння українського та європейського художнього досвіду. Також її ідеї, техніки виконання, естетика мислення вписувалися у сучасний напрямок загальноєвропейських тенденцій того часу. Олена Кульчицька присвятила свою творчість українському народу і популяризувала її серед всіх верств населення. Прикладом таких робіт, які надихають до боротьби український народ та висвітлюють найважливіші події історії є цикл дереворізів «Історія княжих часів» 1918 р., де ідеєю було розповісти про велич колишніх українських земель.

Ці роботи вирізняє лаконічне використання художніх засобів, а також посилення декоративної контрастності чорного та білого є характерною рисою естампів художниці. (рис. 1.1).



Рис 1.1. Олена Кульчицька. Цикл дереворізів «Історія княжих часів», 1918 р.

Джерело : URL: <https://divoche.media/2024/12/10/mystkynia-iaka-vidkryla-dveri-v-yevropu-navstizh-olena-kulchytska-ta-ukrainskyy-modern/>

Основним фактором, що характеризує творчість Олени Кульчицької залишаються традиційні мотиви. В образній мові її робіт помітні впливи імпресіонізму, символізму, експресіонізму. Вона тонко відчуває віяння художніх пошуків тогочасної європейської графіки.

До тематики цих робіт художниця повертається ще раз у 1956 р. створюючи на 700-річчя міста Львова триптих «Галицькі князі» у техніці ліногравюри (рис. 1.2). Олена Кульчицька відтворила трьох князів Галицько-Волинського князівства: Ярослава Осмомисла, Романа Мстиславича та Данила Галицького [2]. В своїх роботах художниця використовує пластичні засади давньої ксилографії і народної станкової гравюри [5].



Рис 1.2. Олена Кульчицька. Триптих ліногравюри «Галицькі князі», 1956 р.

Джерело: URL: <https://md-eksperiment.org/post/olena-kulchytska-tvorchist-khudozhnytsi-v-konteksti-ukrayinskoyi-istoriyi>

Олена Кульчицька – одна із виразних послідовниць стилю сецесії в українській станковій та в книжковій графіці.

Ще однією із яскравих представниць українського графічного мистецтва є **Ярослава Музика**. Талановита українська художниця, учениця та послідовниця творчості Михайла Бойчука. Відома своєю універсальністю та вмінням працювати у різних жанрах образотворчого та декоративно-ужиткового мистецтва [12]. Вона була чи не єдиною представницею на західноукраїнських землях, яка володіла такою кількістю технік одразу. У зображеннях художницю приваблювали фольклорні образи та побутові речі. Її захоплювали прадавні народні вірування у магічні властивості трав, злі та добрі сили, які мають вплив на життя людей [6]. Великий вплив на пластичне мислення художниці надав М. Бойчук (елементи авангардних напрямів першої третини ХХ століття: експресіонізму, футуризму, арт-деко та сецесіону). Бездоганно володіючи технологією іконопису та стилізації образів, Ярослава Музика винайшла власну художню манеру, яка успішно застосовувалася в живописі, графіці та емальєрстві.

Ярослава Музика у 1931-1939 була головою потужної творчої організації – АНУМ (Асоціація Незалежних Українських Художників).

Однією з останніх творчих робіт художниці стала серія робіт у техніці ліногравюри «Символи Григорія Сковороди» у 1971 р. (рис. 1.3). Ця серія складається із 7 робіт, де художниця за допомогою авторських інтерпретацій ілюструє філософські вчення Григорія Сковороди про «три світи»: великий – це космос та природа, малий – це людина та символічний-Бог. На першій роботі зображено космос, що представлений як біле коло всередині якого розміщено два колоси. Це символізує нескінченність та закономірність життя. На другій роботі перед нами постає стилізована яблуня з великою кроною та плодами, що символізують знання і плоди вчення. На третій роботі зображено вітрильник, яким керують два ангели: перший білий – сліпий, а другий позаду – зрячий. Це відповідає філософії Сковороди про єдність людських думок та сердець, вдячність та взаємоповагу [7]. На четвертій роботі проілюстрований вуж, який кусає себе за хвіст. Це символізує безкінечність та дивлячись на тло зображення можна побачити космогонічний сюжет із зображенням зірок, сонця та місяця, як великий астральний світ. На п'ятій роботі ми бачимо лева та півня. Перший є символом хоробрості, величчя та швидкості, проте боїться півня як миш слона. Шоста робота має постать оленя в якого влучила стріла. Ярослава Музика зобразила оленя, що тягнеться до трави, яка за філософією Сковороди повинна вилікувати його рану. Остання робота в серії є образом орла, який падає у воду. Сковорода розглядає образ птаха як сильного володаря небес, проте наприкінці життя летить у височінь та падає вниз, щоб у золотому озері знову стати пташеням. Таким чином, зображується ілюзія загибелі і народження після смерті [4].

Ця серія робіт стала духовним посланням до наступних поколінь українських художників.

Її роботи відрізнялися простотою сюжету, різноманітністю технік та блискучим виконанням робіт. Художниця стала одним із символів свого часу.



Рис 1.3. Ярослава Музика. Серія робіт у техніці ліногравюри «Символи Григорія Сковороди», 1971 р.

Джерело: Кузіч Р. Інспірація барокової символіки в серії графічних робіт Ярослави Музики «Символи Григорія Сковороди». Народознавчі зошити. 2008. № 3–4. С. 294–301.

Софія Налепинська-Бойчук – це українська художниця, яка має польське походження, але у 1910 році вона зі своїм чоловіком українським художником Михайлом Бойчуком переїжджає в Україну, де і займається творчістю. Особливо її приваблюють книжна графіка та гравюри. Вона використовувала дерево як основу (дереворити), чорну фарбу та необхідні інструменти для різьблення, створюючи образи, які були наповнені життям, емоціями та рухом. Софія Налепинська-Бойчук часто зверталась до соціальних тем українського суспільства ХХ ст., до сільського життя та жіночої дружби. Виразними ознаками її робіт були персонажі, які вписувались у пейзаж: лісний, сільський та урбаністичний.

Її твори відрізнялися монументальністю, підкресленою площинністю, тобто максимум ефекту та лаконічність самовираження.

Одним із візуальних засобів вираження художниці є лінія, якою вона підкреслює характер форми зображених образів, що створює враження рельєфу. Одним із цікавих прийомів у її творчості можна відзначити часту відсутність рамки зображення, де зображення вписується безпосередньо в аркуш. Не заштриховані ділянки паперу в таких роботах є рівноцінною частиною композиції. Крім звернення до народних тем та традиційного розвитку ксилографії, художниця повернула чорноштрихову гравюру, характерну для української стародавньої ксилографії.

Із великої низки робіт Налепинської-Бойчук однією з найвиразніших робіт є гравюра «Голод», 1927 р., яка створена на соціальну тему із зображенням жінки з п'ятьма голодними дітьми. Посилують атмосферу відсутності їжі та пусті вагони та кошики (рис. 1.4, а) [8].

Окрім соціальних тем Софія Налепинська-Бойчук працює з українською та європейською літературами, оформлюючи відомі твори. Художниця вміло зображувала небо у творах, створюючи лініями спокійне та лагідне небо, де збираються купчасті, загрозливі грозові хмари над головою головних героїв [8]. Прикладом такого елемента є ілюстрація до твору Тараса Шевченка «Мені тринадцятий минало», 1927 р. (рис.1.4, б). Також ще однією тематикою її твору стає поема Тараса Шевченка «Катерина», 1927 р. (рис. 1.4, в). Образи, що створені передають не тільки сюжет, але й емоційний стан персонажів, які відтворено на роботі. Ці два твори входять до колекції Національного художнього музею України, що налічує близько 105 робіт мисткині [1].



Рис 1.4. Роботи Софії Налепинської-Бойчук: а-«Голод», 1927 р.; б-«Мені тринадцятий минало», 1927 р.; в-«Катерина», 1927 р.

Джерело: URL: <https://localhistory.org.ua/rubrics/painting/traditsiyi-nashogo-shtrikharstva-derevoriti-sofiyi-nalepinskoyi-boichuk/>

Галина Гаркавенко – є ще однією представницею української графіки. Окрім графічних технік добре володіла аквареллю, а її роботи були чистими, світлими та прозорими. Можливо саме вміння працювати в різних напрямках допомогла Гаркавенко створити серію кольорових ліногравюр «Київ», яка була її дипломною роботою та отримала низку позитивних відгуків. В цих роботах простежується її авторська риса-стримана кольорова гама, що підкреслює виразність творів. Її гравюри є декоративні композиційно та колористично стриманими. Простір на роботах передається лінійно, а фон стає ілюзорним через декоративність кольору [10]. Прикладом робіт є «Жовтневий Палац культури взимку», 1960 р., «Київ. В Наддніпрянському парку», 1966 р., «Верховна рада», 1978 р. та інші (рис 1.5). Ці роботи експонуються в приватних галереях та музеях України і низки зарубіжних країн.



Рис 1.5. Роботи Галини Гаркавенко: «Жовтневий Палац культури взимку», 1960 р.; «Київ. В Наддніпрянському парку», 1966 р.; «Верховна рада», 1978 р.

Джерело: URL: <https://museum.mincult.gov.ua/authors/garkavenko-galina-illivna>

Важливо також звернути увагу на сучасну художницю **Оксану Бербека-Стратійчук**, яка є членом Національної школи художників України, регулярно приймає участь у різноманітних мистецьких проєктах як в Україні, так і за кордоном. Художниця спеціалізується на естампній графіці, а саме працює з офортом, ліноритом та мокуліто. Тематикою її робіт є переважно натюрморти. Перші її роботи були інтерпретаціями голландського натюрморту, але згодом Бербека-Стратійчук сформувала власний фантастичний світ, де зображувала химерних істот, що поєднують людські, тваринні та міфологічні риси. З часом образи ставали дедалі складнішими, а композиції – символічними. Попри тривалу роботу над цією тематикою, художниця продовжує її розвивати та шукати нові образні рішення [3].

Особливе місце у графічній творчості Оксани Бербеки-Стратійчук посідає техніка офорту, до якої художниця звертається найчастіше. Саме в цій техніці виконано більшість графічних творів мисткині, серед яких «Натюрморт», «Фігура з натюрмортом», «Жоржини» тощо (рис. 1.6)

Оксана Бербека-Стратійчук і сьогодні продовжує активну творчу діяльність. Художниця бере участь у виставках та різних проєктах, а за розвитком її творчості можна стежити через соціальні мережі, де вона регулярно публікує нові роботи, ділиться творчим процесом та анонсує мистецькі події.



Рис 1.6. Роботи Бербека-Стратійчук Оксани: «Натюрморт», 1996 р.; «Фігура з натюрмортом» 1997 р.; «Жоржини», 2012 р.

Джерело: URL <https://www.n2nartgallery.com/en/artists/oksana-stratiychuk#artWorks>

Отже, творчість розглянутих мисткинь є важливою складовою розвитку українського мистецтва, зокрема естампної графіки. Завдяки професійній майстерності, творчим пошукам та індивідуальним авторським ідеям вони не лише збагатили національне мистецтво, а й сприяли розвитку та популяризації техніки закордоном. Вони залишили вагомий творчий спадок, що зберігає свою цінність та залишається актуальним для поціновувачів української графіки.

Список літератури

1. «Традиції нашого штрихарства». Дереворити Софії Налепинської-Бойчук. *Історична спадщина України: візуальні джерела та архів – LocalHistory*. URL: <https://localhistory.org.ua/rubrics/painting/traditsiyi-nashogo-shtrikharstva-derevoriti-sofiyi-nalepinskyi-boichuk/> (дата звернення: 21.07.2026).
2. Андрійовська А. Літопис українського народу в графіці Олени Кульчицької. *Вісник Львівської національної академії мистецтв*. 2016. Вип. 30. С. 383–394.
3. Вередливі героїні сильної жінки. Газета «День». URL: <https://day.kyiv.ua/article/taym-aut/veredlyvi-heroyini-sylnoyi-zhinky> (дата звернення: 21.07.2026).
4. Кузіч Р. Інспірація барокової символіки в серії графічних робіт Ярослави Музики «Символи Григорія Сковороди». *Народознавчі зошити*. 2008. № 3–4. С. 294–301.
5. Кузьменко О. І. Символіко-алегоричне трактування образів у графічних творах Олени Кульчицької. *Ukrainian art discourse*. 2024. № 4. С. 28–32. URL: <https://doi.org/10.32782/uad.2024.4.4> (дата звернення: 14.07.2026).
6. Осягнути все, або творча спадщина Ярослави Музики • фотографії старого Львова. *Фотографії старого Львова*. URL: <https://photo-lviv.in.ua/osyahnuty-vse-abo-tvorcha-spadschyna-yaroslavy-muzyky/> (дата звернення: 14.07.2026).
7. Символи Сковороди І, Ярослава Музика | Львівська національна галерея мистецтв ім.Б.Г.Возницького. *Львівська національна галерея мистецтв ім.Б.Г.Возницького*. URL: <https://collection-lvivgallery.org.ua/uk/works/3737-symvoly-skovorody-i> (дата звернення: 20.07.2026).
8. Софія Налепінська-Бойчук – полька за походженням, українка за вибором - Наш вибір – інформаційний портал для українців у Польщі. *Наш вибір – інформаційний портал для українців у Польщі*. URL: <https://naszwybir.pl/sofiya-nalpinska-bojchuk/> (дата звернення: 21.07.2026).
9. Стратійчук Оксана | АртДом галерея. *ArtDom - художественный салон. Картины, живопись, графика*. URL: <https://artdom.com.ua/ua/artists/stratiychuk-oksana/?srsltid=AfmBOoo8zwqiEtNoGs1TyalfinqH6UmFjMca3MaUHGw52wGnXZewnJCX> (дата звернення: 21.07.2026).
10. Храмова-Баранова О. Л., Яковець І. О. Художньо естетичне значення техніки ліногравюри в розвитку мистецтва і дизайну в Україні. *Культура і сучасність : альманах*. 2020. № 2. С. 104-108.
11. Ярослава Музика | artlvivonline (арт Львів онлайн). *ArtLvivOnline (Арт Львів Онлайн)*. URL: <https://art.lviv-online.com/yaroslava-muzyka/> (дата звернення: 14.07.2026).

ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ОБ'ЄКТАМИ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Смітюх Ярослав Володимирович

кандидат технічних наук,
завідувач кафедри автоматизації та комп'ютерних технологій
систем управління ім. проф. А.П. Ладанюка
Національний університет харчових технологій

Ямковий Олександр Олександрович

Національний університет харчових технологій

Новітні інтелектуальні автоматизовані системи керування мають на меті підвищення основних показників ефективності харчових виробництв, забезпечення збільшення кількості продукції, зниження витрат на виробництво та зростання продуктивності праці. З метою забезпечення максимально якісних характеристик перехідних процесів застосовують системи з ускладненими алгоритмами регулювання, зокрема системи з прогнозувальними регуляторами. Інтелектуальна система керування технологічними об'єктами харчової промисловості з використанням адаптивного регулятора надає суттєві переваги щодо використання її для розв'язання типових задач у галузі автоматизації технологічних процесів і комплексів у порівнянні з класичними регуляторами, налаштування яких здійснюється за інтегрально-квадратичним та робастним критерієм [2].

Використання методів сучасного аналізу досліджень теорії прогнозувальних регуляторів і варіантів їх впровадження з використанням принципів роботи таких регуляторів надає надзвичайно високі результати. Також застосовують синтезовані системи з регулятором, налаштування яких обумовлено мінімізацією інтегрально-квадратичного та робастного критерію, а також системи з адаптивним пристроєм для типового технологічного об'єкта харчової промисловості. Ідентифікатор останньої системи використовує поліноміальну дискретну авторегресійну модель управління процесом. При застосуванні методу порівняльного аналізу перехідних процесів для комбінованого типу вхідного сигналу, максимально наближеного до реальних умов при номінальних і випадкових невизначеностях можна отримати методику щодо застосування систем з різними типами регуляторів для технологічних об'єктів, які містять характеристики об'єкта, його математичної моделі та вимог до системи, що надає суттєві переваги в роботі підприємства [1,3].

Основний принцип роботи полягає у визначенні в певний момент часу послідовності дій, яку можна застосувати до об'єкта для забезпечення максимального збігу траєкторії прогнозованих значень виходу з рекомендованою траєкторією руху. Вирішується це завдання за допомогою

мінімізації вибраної вартісної функції. Згідно з концепцією віддаляючого горизонту, в момент часу тільки перше значення входу вектора майбутніх приростів сигналу оптимального керування реально застосовується до об'єкта. Решта оптимальних входів відкидається, і нове завдання оптимального керування вирішується в слідуючий проміжок часу. Враховуючи складність технологічних процесів харчової промисловості та умов невизначеності їх функціонування, актуальним буде застосування адаптивних систем регулювання процесу. У цьому випадку є можливість спрогнозувати майбутню поведінку, використовуючи лінійну нестационарну модель технологічного процесу. На практиці такі прогнози ніколи не є точними, і ключовою метою налаштування при цьому є розробка систем, нечутливих до помилок прогнозування. Якщо об'єкт суттєво нелінійний, розподілений або його характеристики різко відрізняються з часом, точність прогнозування математичної моделі може погіршитися настільки, що якість запропонованої системи стає неприйнятною. Використання адаптивних пристроїв може вирішити цю проблему, адаптувавши модель прогнозування до змінених умов експлуатації [5].

Аналіз новітніх наукових досліджень показав, що системи прогнозувального керування використовують математичну модель об'єкта будь-якої складності. Основними перевагами таких регуляторів є відносна простота базової схеми формування зворотного зв'язку та високі адаптивні властивості. Такі регулятори застосовуються для багатовимірних і багатозв'язних об'єктів зі складною структурою, в тому числі і для нелінійних процесів. Принцип їх дії базується на оптимізації в режимі реального часу з обмеженнями на регульовальні й керувальні змінні з урахуванням невизначеностей моделі об'єкта харчового виробництва [1,3].

Розробка інтелектуальної автоматизованої системи керування технологічними об'єктами харчової промисловості з використанням адаптивного прогнозувального регулятора та визначення рекомендацій щодо його використання для розв'язання типових задач у галузі автоматизації технологічних процесів та комплексів надає суттєві переваги для підприємства. При цьому система вимагає використання на об'єкті додаткових процедур щодо врахування невимірюваних параметрів, так і помилок при ідентифікації та оптимізації. Встановлення відповідних пристроїв вимірювання сигналів із застосуванням систем з переключенням при відслідковуванні результатів оптимізації надає високу результативність роботи підприємства [4].

Системи керування з вищезначеними пристроями успішно розвиваються на практиці, при побудові та експлуатації систем керування технологічними процесами, що зумовлено їх відносною простотою базової схеми формування зворотного зв'язку та поєднанням високих адаптивних властивостей. Однак використання такої системи керування потребує надвисокої точності математичної моделі об'єкта, що враховує більшість виробничих параметрів. Крім того, збільшується кількість налаштувань системи керування. Робастний регулятор вимагає мінімум налаштувань системи, працює у всьому діапазоні

зміни невизначеностей в об'єкті та може бути налаштований на мінімальну чутливість.

Системи керування з прогнозувальними моделями доцільно застосовувати, якщо вимірюються більшість параметрів, присутня висока ємність об'єкта, параметри математичної моделі є квазістаціонарними, вимоги щодо якості системи високі (швидкість та точність). При цьому, при розробці таких систем необхідно проводити об'ємну науково-дослідну розробку, що потребує додаткових часових і грошових затрат. Робастні регулятори застосовуються при структурній і параметричній невизначеності об'єкта керування та зовнішніх збурень, невисокій швидкості й точності до системи, високій надійності системи. Крім того, математична модель об'єкта при цьому має невисокий порядок, тому потребує низьких затрат на її розробку. Для розширення використання систем з прогнозувальними моделями для технологічних об'єктів харчової промисловості необхідна розробка додаткових процедур щодо надійності такої системи [4].

Список літератури

1. Kurnyta-Mazurek, P., Szolc, T., Henzel, M., Falkowski, K. (2021). Control system with a nonparametric predictive algorithm for a high-speed rotating machine with magnetic bearings. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences*. <http://doi.org/10.24425/bpasts.2021.13899>
2. Montenegro, J., Ayala, P., Ibarra, A. (2022). Predictive Dynamic Matrix Control (DMC) for Ball and Plate System Used in a Stewart Robot. *International Conference on Computer Science, Electronics and Industrial Engineering (CSEI)* (pp. 237—253). Springer, Cham. http://doi.org/10.1007/978-3-030-97719-1_14.
3. Osadchyy V., Nazarova O. and Olieinikov M., "The Research of a Two-Mass System with a PID Controller, Considering the Control Object Identification," 2021 IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/MEES52427.2021.9598542.
4. Stogiannos, M., Alexandridis, A., Sarimveis, H. (2018). Model predictive control for systems with fast dynamics using inverse neural models. *ISA transactions*, 72, 161—177. <http://doi.org/10.1016/j.isatra.2017.09.016>.
5. Wang, H., Li, Z. S. (2022). Multi-Area Load Frequency Control in Power System Integrated With Wind Farms Using Fuzzy Generalized Predictive Control Method. *IEEE Transactions on Reliability*. <http://doi.org/10.1109/TR.2022.3177045>.

LEFT-CHEEK SKIN HYDRATION ASYMMETRY IN FLORIDA WOMEN: AN EXPLORATORY FINDING ON AUTOMOTIVE UVA EXPOSURE

Ias Olga,
M.Sc.

Licensed Esthetician, Principal Investigator
IAS Skin Care Research
Winter Garden, Florida, United States
ORCID: 0009-0008-7846-6771

Standard automotive side-window glass blocks UVB but transmits UVA. Drivers in left-hand-traffic countries therefore accumulate UVA dose on the left side of the face during every commute — without sunburn, without any perceptible signal [1, 2]. Over years, this adds up. A 2012 case report in the *New England Journal of Medicine* documented severe unilateral dermatoheliosis on the left face of a truck driver with 28 years of occupational driving [3]. Left-sided skin cancer rates run higher than right-sided in US samples as well [4]. What has not been measured is whether this asymmetry shows up as a hydration difference detectable by a standard esthetic practice device.

Keywords: skin hydration asymmetry; UVA exposure; automotive glass; left cheek; facial aging; Florida; photoaging; bioimpedance.

Purpose. To examine whether left-cheek skin hydration differs from right-cheek hydration in a Florida sample of women, and whether the left cheek shows a stronger correlation with visual aging scores than the right cheek.

Material and Methods. Data come from a cross-sectional pilot study ($n = 30$ women, ages 30–60, Florida). Skin hydration was measured at seven facial zones using the BT-Analyze bioimpedance device [5], three readings per zone. Visual aging was scored from blinded standardized photographs using a modified Glogau scale (0–18) [6]. Left-right cheek hydration was compared with the Wilcoxon signed-rank test. Zone-specific Spearman correlations with Glogau score were computed for all seven zones. Sun exposure was captured by self-report (low / moderate / high). Driving time was not measured — a limitation acknowledged throughout.

Results. 18 of 30 participants (60%) had lower hydration on the left cheek than the right. Mean hydration: left cheek 29.82 ± 11.38 units vs. right cheek 30.81 ± 13.16 units. The Wilcoxon signed-rank test did not reach significance ($W = 170.0$, $p = 0.304$) — the sample was too small for a within-subject comparison of this effect size. The left cheek produced the strongest Spearman correlation with Glogau score across all seven zones ($r_s = -0.811$, $p < 0.001$), ahead of the right cheek ($r_s = -0.759$, $p < 0.001$). The 0.052-point gap between the two cheeks is modest but consistent in direction with the automotive UVA hypothesis. Self-reported sun exposure did not differentiate left

from right, which is expected: most participants were unaware that car side glass transmits UVA, so their answers captured outdoor exposure only.

Discussion. Florida has the highest UV index in the continental US for most of the year. Car ownership exceeds 90% of households. Residents spend substantial time driving — left side facing the window, UVA coming through. The data here do not confirm that driving caused the left-cheek asymmetry. What they show is a consistent direction: lower hydration, stronger aging correlation on the driver's side. That pattern matches what the published photodamage literature would predict [3, 4]. It also makes intuitive sense to any cosmetologist who has examined enough faces side by side.

Conclusions. 60% of participants showed lower hydration on the left cheek, and the left cheek produced the strongest correlation with visual aging ($r_s = -0.811$). The Wilcoxon test was non-significant, which is a sample size problem rather than evidence of no effect. A prospective study with direct driving-time measurement is needed to test this properly. Until then, the practical takeaway is simple: for Florida drivers, the left cheek deserves extra attention in both assessment and sun protection.

References

1. Almutawa F., Buabbas H. Photoprotection by window glass, automobile glass, and sunglasses. *Dermatologic Therapy*. 2020. Vol. 33, No. 3. e13362.
2. Parisi A.V., Turnbull D.J., Kimlin M.G. Dosimetric and spectroradiometric investigations of glass filtered solar UV. *Photochemistry and Photobiology*. 2007. Vol. 83, No. 4. P. 777–781.
3. Gordon J.R.S., Brieva J.C. Unilateral dermatoheliosis. *New England Journal of Medicine*. 2012. Vol. 366, No. 16. e25.
4. Butler S.T., Fosko S.W. Increased prevalence of left-sided skin cancers. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2010. Vol. 63, No. 6. P. 1006–1010.
5. Berardesca E. et al. The revised EEMCO guidance for the in vivo measurement of water in the skin. *Skin Research and Technology*. 2018. Vol. 24, No. 3. P. 351–358.
6. Glogau R.G. Aesthetic and anatomic analysis of the aging skin. *Seminars in Cutaneous Medicine and Surgery*. 1996. Vol. 15, No. 3. P. 134–138.

SKIN HYDRATION AS AN INDEPENDENT PREDICTOR OF VISUAL FACIAL AGING: FINDINGS FROM A PILOT BIOIMPEDANCE STUDY IN FLORIDA WOMEN

Ias Olga,
M.Sc.

Licensed Esthetician, Principal Investigator
IAS Skin Care Research
Winter Garden, Florida, United States

The relationship between skin hydration and visible facial aging has long been discussed in cosmetological practice, yet objective data from real-world esthetic settings remain scarce [1, 2]. Most published evidence comes from specialized laboratory or hospital environments using equipment not routinely available in outpatient cosmetology. This pilot study paired instrument-based hydration measurement with blinded visual aging assessment in a working esthetic practice.

Purpose. To determine whether stratum corneum hydration, measured by bioimpedance analysis at seven facial zones, independently predicts visual aging severity after adjustment for potential confounders including age, Fitzpatrick skin type, moisturizer use, and menopausal status.

Material and Methods. A cross-sectional observational pilot study following STROBE reporting guidelines [3] was conducted at a licensed esthetic practice in Winter Garden, Florida (ClinicalTrials.gov: NCT07564869). Thirty women were enrolled across three age groups (30–40, 40–50, and 50–60 years; $n = 10$ each). Skin hydration was measured using the BT-Analyze bioimpedance device [4] at seven facial zones: forehead, nose, chin, right cheek, left cheek, and bilateral periorbital areas. Each zone was measured three times; the mean of three readings constituted the zone score. The primary variable (BT-mean) was the average of all seven zone scores. Visual aging was rated from standardized frontal photographs by a blinded expert cosmetologist using a six-criterion modified Glogau scale (0–18 points) [5]. Primary analysis used Spearman rank correlation. Multiple linear regression tested the independent contribution of BT-mean after simultaneous adjustment for all covariates.

Results. BT-mean hydration correlated negatively with Glogau visual aging score ($r_s = -0.796$, $p < 0.001$, $n = 30$). In multiple linear regression, BT-mean was the sole statistically significant predictor ($\beta = -0.250$, $SE = 0.040$, $p < 0.001$; adjusted $R^2 = 0.64$), while age, Fitzpatrick type, moisturizer use, and menopausal status were not significant. Partial Spearman correlation controlling for age confirmed that the hydration–aging association was not explained by age-related covariation ($r_s = -0.745$, $p < 0.001$). All seven facial zones reached statistical significance ($p \leq 0.004$), with the left cheek showing the strongest individual association ($r_s = -0.811$, $p < 0.001$). Sixty percent of participants had lower hydration on the left cheek than the right, consistent with published data on asymmetric UVA exposure through automotive side-window glass in right-hand traffic countries. Between-group comparisons (Kruskal-Wallis)

revealed no significant differences in hydration or aging scores across age cohorts ($p = 0.393$ and $p = 0.439$, respectively).

Conclusions. Skin hydration measured by non-invasive bioimpedance independently predicted visual facial aging after adjustment for four demographic and lifestyle confounders. Objective hydration measurement adds quantifiable data to standard esthetic skin evaluation. The left-cheek pattern is consistent with documented asymmetric UVA exposure through automotive side glass [6, 7] and needs a dedicated study with direct driving-time measurement.

Keywords: skin hydration; facial aging; bioimpedance analysis; Glogau scale; cosmetology; pilot study; UVA exposure; photoaging.

References

1. Papakonstantinou E., Roth M., Karakiulakis G. Hyaluronic acid: a key molecule in skin aging. *Dermatoendocrinology*. 2012. Vol. 4, No. 3. P. 253–258.
2. Quan T., Fisher G.J. Role of age-associated alterations of the dermal ECM in human skin aging. *Gerontology*. 2015. Vol. 61, No. 5. P. 427–434.
3. von Elm E. et al. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement. *Annals of Internal Medicine*. 2007. Vol. 147, No. 8. P. 573–577.
4. Berardesca E. et al. The revised EEMCO guidance for the in vivo measurement of water in the skin. *Skin Research and Technology*. 2018. Vol. 24, No. 3. P. 351–358.
5. Glogau R.G. Aesthetic and anatomic analysis of the aging skin. *Seminars in Cutaneous Medicine and Surgery*. 1996. Vol. 15, No. 3. P. 134–138.
6. Almutawa F., Buabbas H. Photoprotection by window glass, automobile glass, and sunglasses. *Dermatologic Therapy*. 2020. Vol. 33, No. 3. e13362.
7. Gordon J.R.S., Brieva J.C. Unilateral dermatoheliosis. *New England Journal of Medicine*. 2012. Vol. 366, No. 16. e25.

DRIVING TIME AND FACIAL SKIN HYDRATION ASYMMETRY: PROTOCOL FOR A PROSPECTIVE STUDY IN FLORIDA RESIDENTS

Ias Olga,
M.Sc.

Licensed Esthetician, Principal Investigator
IAS Skin Care Research
Winter Garden, Florida, United States

Standard automotive side windows transmit UVA radiation [1, 2]. In the United States, where traffic moves on the right, the driver sits on the left. Every minute behind the wheel is a minute of left-side UVA exposure that most people never account for — because there is no burn, no tan, no immediate signal of any kind. A case report documented severe unilateral dermatoheliosis on the left face of a truck driver after 28 years of occupational driving [3], and epidemiological data show a 1.3:1 excess of left-sided skin cancers in US driving populations [4]. The question is whether earlier, subclinical changes — specifically a hydration deficit — are detectable years before visible pathology develops.

A pilot study by the present author ($n = 30$ women, Florida) found that 60% of participants had lower skin hydration on the left cheek than the right, and that the left cheek produced the strongest correlation with visual aging scores (Spearman $r_s = -0.811$, $p < 0.001$) across seven facial zones. The Wilcoxon signed-rank test comparing left and right cheeks did not reach significance ($p = 0.304$), almost certainly because $n = 30$ is too small for that comparison. More importantly, that study never measured driving time — participants rated only outdoor sun exposure, unaware that their car window counted.

This paper describes the protocol for a prospective study that directly measures cumulative driving time as the primary exposure variable.

Study Objective. To test whether cumulative driving time in Florida women — measured directly, not estimated — predicts left-minus-right cheek hydration asymmetry, independent of outdoor sun exposure, age, and skin type.

Design and Setting. Cross-sectional observational study at a licensed esthetic practice in Florida. Target enrollment: 50 women aged 25–65 with active Florida driver's licenses and ≥ 3 years of driving history in the state. Participants attend a single 45-minute visit.

Primary Outcome. Hydration asymmetry index: BT-Analyze measurement at right cheek minus left cheek (positive value indicates lower hydration on the left). Secondary outcomes: zone-specific correlations with Glogau visual aging score; comparison of asymmetry index between low-mileage ($\leq 10,000$ miles/year) and high-mileage ($\geq 30,000$ miles/year) drivers.

Exposure Assessment. Participants complete a structured driving history questionnaire: average daily driving time (minutes), years of Florida residency, typical

route type (highway vs. city), window tint status (yes/no), SPF use before driving (yes/no). Annual mileage estimated from odometer records or self-report.

Skin Measurements. BT-Analyze bioimpedance [5] at seven facial zones (forehead, nose, chin, bilateral cheeks, bilateral periorbital), three readings per zone, after 20-minute room acclimatization. Standardized photographs rated by a blinded cosmetologist using modified Glogau scale [6]. Fitzpatrick skin type recorded by the investigator.

Sample Size Rationale. G*Power 3.1, one-tailed Spearman correlation, anticipated $r_s = 0.35$ between annual mileage and hydration asymmetry, $\alpha = 0.05$, power = 0.80: minimum $n = 47$. Target enrollment of 50 provides a 6% buffer.

Statistical Analysis. Primary: Spearman correlation between driving time and hydration asymmetry index. Secondary: multiple regression adjusting for age, Fitzpatrick type, outdoor sun exposure, and SPF use before driving. Subgroup comparison by mileage category using Mann-Whitney U test.

Ethical Considerations. Non-interventional, non-invasive observational study. Written informed consent from all participants. No identifying photographs stored. Data available upon request.

Conclusions. If driving time predicts left-cheek hydration asymmetry independently of outdoor sun exposure, that would give cosmetologists a concrete, actionable finding: ask about driving habits during skin assessment, and pay particular attention to the left side of the face. SPF application before driving — not just before going outside — would become a specific protocol recommendation rather than general sun-safety advice.

Keywords: driving time; UVA exposure; skin hydration asymmetry; left cheek; automotive glass; Florida; study protocol; photoaging.

References

1. Almutawa F., Buabbas H. Photoprotection by window glass, automobile glass, and sunglasses. *Dermatologic Therapy*. 2020. Vol. 33, No. 3. e13362.
2. Parisi A.V., Turnbull D.J., Kimlin M.G. Dosimetric and spectroradiometric investigations of glass filtered solar UV. *Photochemistry and Photobiology*. 2007. Vol. 83, No. 4. P. 777–781.
3. Gordon J.R.S., Brieva J.C. Unilateral dermatoheliosis. *New England Journal of Medicine*. 2012. Vol. 366, No. 16. e25.
4. Butler S.T., Fosko S.W. Increased prevalence of left-sided skin cancers. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2010. Vol. 63, No. 6. P. 1006–1010.
5. Berardesca E. et al. The revised EEMCO guidance for the in vivo measurement of water in the skin. *Skin Research and Technology*. 2018. Vol. 24, No. 3. P. 351–358.
6. Glogau R.G. Aesthetic and anatomic analysis of the aging skin. *Seminars in Cutaneous Medicine and Surgery*. 1996. Vol. 15, No. 3. P. 134–138.

INVESTIGATION OF ANTAGONISTIC ACTIVITY OF *BACILLUS SUBTILIS* STRAIN AGAINST GRAM- NEGATIVE PATHOGENS

Abbasli Gunay,

PhD candidate

Baku State University,

Azerbaijan Food Safety Institute

Adilova Laman,

Master of science,

Azerbaijan Food Safety Institute

Abbasova Afsana,

Master of science,

Azerbaijan Food Safety Institute

The research into alternative antibacterial agents is of particular relevance, given the rapid development of bacterial resistance to conventional antibiotics. In this regard, interest is growing in microorganisms that produce biologically active substances that will suppress the growth of pathogenic microorganisms. Among the variety of microorganisms, the genus *Bacillus*, in particular, strains of *Bacillus subtilis*, are of considerable significance. The ability of this species to form spores, its high tolerance to diverse environmental conditions, and its ability to synthesize a wide range of antimicrobial metabolites (bacteriocins, lipopeptides, organic acids, etc.) make it a promising candidate [1;6].

B. subtilis strains are extensively used as probiotics in both veterinary and human medicine. These bacteria not only reduce the amount of pathogenic microorganisms, but also contribute to the recovery of normal microbiota, stimulate immunity, compete with pathogens for resources, and in some cases, they secrete substances that inhibit the growth of pathogens [2;6]. Nevertheless, *B. subtilis* strains have a limited spectrum of antagonistic activity: their efficacy varies depending on the characteristics of the strain, cultivation conditions, the type of pathogen and the concentration of metabolites synthesized [3;4].

Accordingly, the experimental assessment of the antagonistic activity of a *B. subtilis* strain against clinically significant Gram-negative pathogens is of major importance. The objective of our study is to evaluate the ability of a laboratory strain belonging to the species *B. subtilis* to inhibit the growth of *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Klebsiella aerogenes*, and *Pseudomonas aeruginosa*, using both its culture supernatant and a co-culture method.

In this study, the laboratory strain of *Bacillus subtilis* and four Gram-negative bacterial strains, including *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Klebsiella*

aerogenes, and *Pseudomonas aeruginosa* were used. All microorganisms were cultured on nutrient agar at 37 °C.

Antagonistic activity was evaluated using two approaches. In the first approach, the culture supernatant of the *B. subtilis* strain was separated from its biomass by centrifugation, and the agar well diffusion method was applied on agar medium previously inoculated with the pathogen to observe the formation of inhibition zones. On the other hand, in the second approach, the biomass of the *B. subtilis* strain was spot-inoculated onto the surface of agar inoculated with the pathogen, and after 24–48 hours of incubation, the radius of the *B. subtilis* colony and the growth of the pathogen were measured and compared. Experiments were carried out with at least three replicates, and for control purposes, pure cultures of both the pathogens and the *B. subtilis* strain were used.

In experiments conducted with the culture supernatant of the *B. subtilis* strain, no zones of lysis (inhibition) were observed around the pathogen colonies. This indicates that, under these conditions, antimicrobial substances capable of destroying pathogen cells were either not synthesized in sufficient quantities or did not diffuse into the agar medium. Previous studies have shown that the antimicrobial activity of *Bacillus* metabolites against Gram-negative pathogens may be weak and that activity depends on cultivation conditions [1;4;5].

In the spot-inoculation method, noticeable differences were observed in the growth of the *B. subtilis* strain during its interaction with various pathogens. In interaction with *E. coli*, the radius of the *B. subtilis* colony reached 22 mm, and the growth of *E. coli* was significantly reduced. These results indicate that the *B. subtilis* strain exhibits antagonistic properties and inhibits the growth of the pathogen. The obtained data are consistent with previous studies, which have demonstrated that *B. subtilis* strains possess the ability to inhibit the growth of *E. coli* [2].

Conversely, interaction with *Salmonella typhimurium*, *Klebsiella aerogenes*, and *Pseudomonas aeruginosa* markedly restricted *B. subtilis* growth (2 mm, 1 mm, and 3 mm, respectively). This indicates that these pathogens actively inhibit the growth of the *B. subtilis* strain. In particular, *P. aeruginosa* is characterized as a pathogen capable of synthesizing toxic metabolites and suppressing the growth of other microorganisms, including Gram-positive bacteria (Table 1) [1;2;3].

Table 1.

Colony growth of *B. subtilis* in co-culture with pathogens (radius, mm)

Pathogen	<i>B. subtilis</i> colony radius (mm)	Presence of lysis zone	Interpretation of antagonism
<i>Escherichia coli</i>	22 mm	None	Competitive-type inhibition of the <i>E. coli</i> strain
<i>Salmonella typhimurium</i>	2 mm	None	Competitive-type inhibition of the <i>B. subtilis</i> strain
<i>Klebsiella aerogenes</i>	1 mm	None	Competitive-type inhibition of the <i>B. subtilis</i> strain
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3 mm	None	Competitive-type inhibition of the <i>B. subtilis</i> strain

The results presented above demonstrate that the antagonistic activity of the *B. subtilis* strain is selective under the tested conditions and depends on the specific pathogen. In the case of the interaction between *B. subtilis* and *E. coli*, the conditions were in favor of the *B. subtilis* strain and showed its competitive advantage. Nonetheless, for the other pathogens, the competitive advantage remained on the side of the pathogens themselves. This aligns with reported data indicating that the synthesis of antimicrobial compounds and the overall competitive capacity of *Bacillus* are highly strain and environment-dependent [4]. Furthermore, the absence of lysis zones suggests that the observed inhibition is most likely attributable to competitive antagonism resulting from competition for resources and nutrients, rather than to the activity of diffusible bacteriocin-like substances.

In conclusion, the obtained results show the necessity of future research in directions such as optimizing culture conditions to fully evaluate the antagonistic potential of the *B. subtilis* strain, studying the quantity and composition of synthesized metabolites, as well as further investigating the molecular mechanisms of its action against pathogens.

References

1. Abriouel, H., Franz, C. M., Omar, N. B., & Gálvez, A. (2011). Diversity and applications of *Bacillus* bacteriocins. *FEMS Microbiology Reviews*, 35(1): 201–232.
2. Baruzzi F., Quintieri L., Morea M., Caputo L. Antimicrobial Compounds Produced by *Bacillus* spp. and Applications in Food / A. Méndez, Ed. *Formatex Microbiology Series Publication*, Spain: Formatex, 2011. P. 1102–1111.
3. Garima Sharma, Shweta Dang, Sanjay Gupta, Reema Gabrani (2018). Antibacterial Activity, Cytotoxicity, and the Mechanism of Action of Bacteriocin from *Bacillus subtilis* GAS101. *Medical Principles and Practice*, 27: 186-192.
4. Koilybayeva M., et al. (2023). Molecular characterization of *Bacillus* species from vegetables and evaluation of their antimicrobial potency. *Molecules*, 28(7), 3210.
5. Soliman, S. M., et al. (2021). Preventive antimicrobial action and tissue architecture ameliorations of *Bacillus subtilis* in challenged broilers. *Veterinary World*, Vol.14, pp. 523-536.
6. Плотникова, Е. Ю. (2018). Эффекты активных метаболитов *Bacillus subtilis* в пробиотическом продукте нового поколения. *Гастроэнтерология / RUSMED*, № 3.

SYNTHESIS AND ANTICORROSION PROPERTIES OF N-ARYL-N¹-PYRIDYLTHIOUREAS AND THEIR BENZYLATED PRODUCTS

Koshchii Iryna

PhD in Chemistry, Associate Professor
Department of Organic Chemistry and Technology of Organic Substances
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Klimko Yurii

PhD in Chemistry, Associate Professor
Department of Organic Chemistry and Technology of Organic Substances
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Abstract

N-Phenyl-, 1- and 2-naphthyl-N¹-2- and 4-pyridylthioureas were synthesized by the reaction of phenyl-, 1- and 2-naphthylisothiocyanates with 2- and 4-aminopyridines. By benzylation of the latter, their pyridine salts were obtained. The anticorrosion properties of the synthesized compounds were studied gravimetrically in 3M HCl at 80°C using samples of steel 08 kp. The introduction of a benzyl radical into the structure of N-aryl-N¹-pyridylthioureas leads to the appearance of a new adsorption ammonium center, which enhances the overall anticorrosion efficiency of the obtained compounds. The corrosion inhibition coefficient γ when using N-aryl-N¹-pyridylthioureas, having a value from 4.5 to 59.0, increases for their pyridine salts to 90.8 -629.0.

To explain the different anticorrosion activity of N-aryl-N¹-pyridylthioureas and their pyridine salts, quantum-chemical calculations of the energy parameters of E_{HOMO} , E_{LUMO} and $\Delta E = E_{\text{LUMO}} - E_{\text{HOMO}}$ were carried out and the dependences of the reduced corrosion inhibition coefficients $[\gamma]$ on E_{HOMO} , ΔE and $e^{\Delta E}$. A correlation has been established between the inhibitory efficiency and energy parameters of the studied compounds.

Keywords: N-Aryl-N¹-pyridylthioureas, benzylated N-aryl-N¹-pyridylthioureas, corrosion, corrosion inhibition coefficient, energy parameters.

Introduction

Thiourea and its derivatives are quite strong inhibitors of acid corrosion [1], the protective effect of which is explained by the donor-acceptor interaction of the multiple bond and heteroatoms with the metal [2]. It is also known that the main factor affecting the effectiveness of most acid corrosion inhibitors is the presence of an ammonium center in their structure, due to which the inhibitor molecules are adsorbed on the metal surface [3]. The introduction of such a center into the structure of thiourea and its derivatives will enhance the overall protective effect of such compounds.

In addition, organic cations, which have a significant shielding effect, will also improve the protection of the metal [3]. In this regard, it is of interest to synthesize compounds of this structure that provide a total inhibitory effect and study their behavior in an acidic medium.

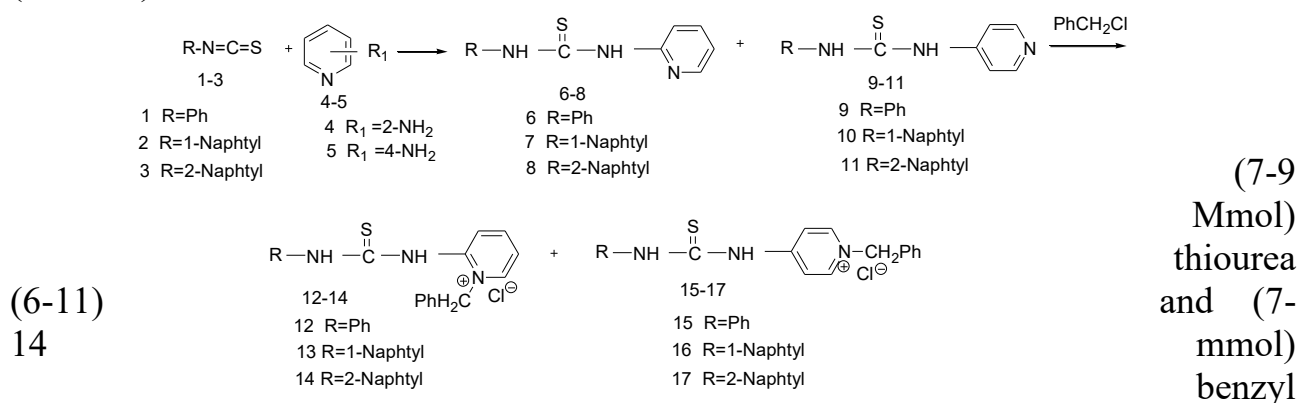
The aim of this work is, firstly, the one-step synthesis of N-aryl-N¹-pyridylthioureas and their benzylation to obtain pyridinium salts, and secondly, the study of the anticorrosion properties of these compounds in an acidic medium.

Experimental

¹H-NMR spectra were recorded on a JEOL spectrometer (90 MHz) in DMSO-*d*₆ with TMS as internal reference, chemical shifts were measured in the δ scale. The purity of the obtained compounds was monitored by TLC and column chromatography on Merck silica gel 60F-254. Reagents for the experiments of chemically pure grade were used. For quantum chemical calculations the Firefly software package [4] was used, partially based on the GAMESS (US) source code [5], according to the B3LYP method with the basic set 6-31G(d) [6,7], which allows to find the conformation with the minimum energy, determine the energies of the HOMO and LUMO, the charges of the adsorbed centers of cations of structures.

The starting N-aryl isothiocyanates (1-3) required for the synthesis of N-aryl-N¹-pyridylthioureas (6-11) were obtained according to [8, 9]. N-Phenyl-N¹-(2-pyridyl)thiourea (6) was obtained by the reaction of N-phenylisothiocyanate with 2-aminopyridine according to [10], N-aryl-N¹-pyridylthiourea (7-10) was synthesized by the same method [11] as indicated on the scheme. The physicochemical constants of thioureas (6-10) and the data of their ¹HMR spectra corresponded to the literature data.

General procedures for synthesis and benzylation of N-aryl-N¹-pyridylthioureas (Scheme).



chloride were dissolved in 25-30 ml of dry benzene or CHCl₃, boiled for 10-22 h, the mixture was cooled and the solvent was evaporated in vacuum to a dry residue or precipitated from the reaction, the precipitate was filtered off, dried in a vacuum desiccator, and weighed. The yields of salts (12-17) were 44-98%, after further purification by recrystallization or by TLC or column chromatography, the melting point was determined, elemental analysis and ¹HMR spectrometry were performed. Physicochemical constants of salts 12-17 and data of ¹HMR spectra are shown in Table 1.

Table 1.Physicochemical constants of synthesized salts 12-17

Compound	mp, °C	Found, %		Formula	Calculated, %		¹ HMR, s, (1H) NH	Yield, %
		Cl	N		Cl	N		
12	162	10.74	11.17	C ₁₉ H ₁₈ ClN ₃ S	10.11	11.80	10.88; 13.82	62
13	195	8.83	10.30	C ₂₃ H ₂₀ ClN ₃ S	8.87	10.34	10.09; 11.45	56
14	234	8.82	10.30	C ₂₃ H ₂₀ ClN ₃ S	8.87	10.34	11.63; 11.75	60
15	200	10.09	11.77	C ₁₉ H ₁₈ ClN ₃ S	10.11	11.80	11.47; 12.13	44
16	120	8.83	10.29	C ₂₃ H ₂₀ ClN ₃ S	8.87	10.34	12.58; 13.16	65
17	90	8.82	10.33	C ₂₃ H ₂₀ ClN ₃ S	8.87	10.34	11.75; 12.36	98

Anticorrosion activity

Corrosion tests in 3M HCl at 80° C were carried out by gravimetric method using 08 kp steel samples of cylinder form (diameter of 11 mm and height of 20 mm) polished to the 5 class of accuracy. Before being placed in the medium corrosion, the steel samples were cleaned with acetone and dried for 5-6 hours in a silica gel desiccator. After completion of the experiment, the sample was washed with distilled water and dried at 150°C for 0.5 h and weighed by analytical scales, 0.01 mol·L⁻¹ of synthesized compounds were used for inhibition, the tests period was 0.25h. Corrosion inhibition coefficient was calculated using formula $\gamma = i/i'$, i and i' are the corrosion rates in the absence and in the presence of the inhibitor respectively [3]. The reduced corrosion inhibitory coefficient $[\gamma]$, taking into account the molar mass of organic inhibitors, was calculated by the formula $[\gamma] = \gamma/M$, where M is the molar mass of the inhibitor. The results of the tests are presented in Table 2.

Table 2. Influence of thioureas (7-8, 10-11) and products of their benzylation 12-17 on the corrosion of steel 08 kp for 0.25 h in 3M HCl at 80°C

Corrosion inhibition coefficient .	Compound									
	7	8	10	11	12	13	14	15	16	17
γ	10,2	59,1	52,7	4,4	163,8	596,7	629,1	90,8	466,3	421,7
$[\gamma]$	0,04	0,21	0,19	0,02	0,46	1,47	1,55	0,26	1,15	1,04

Results and discussion

N-Aryl-N¹-pyridylthioureas 6-10 were obtained by a one-step synthesis in 63-89% yields, undescribed N-(2-naphthyl)-N¹-(4-pyridyl)thiourea (11) was synthesized by the same method, elemental analysis data corresponded to its empirical formula, the ¹HMR spectrum contained a broadened singlet of 2 protons of the NH groups at 10.27 ppm. For pyridinium salts 12-17 obtained by benzylation of thioureas 6-11, the elemental analysis data also corresponded to their empirical formulas, and their ¹HMR spectra

contained signals methylene protons of CH₂- groups of benzyl radicals at 5.87-7.39 ppm, signals of 2 protons of NH groups at 10.09-12.56 and 11.45-13.82 ppm.

To evaluate the anticorrosion properties of the synthesized compounds, we studied their effect on the corrosion of steel 08 kp for 0.25 h in 3 M HCl at 80°C, using them in an amount of 0.01 mol, determined the corrosion inhibition coefficient γ and recalculated it into the reduced corrosion inhibition coefficient $[\gamma]$, taking into account the molecular weight of the tested compounds.

As can be seen from Table 2, the anticorrosion properties of thioureas 6-11 and their pyridinium salts 12-17 differ sharply. The first exhibit a rather weak protective effect, the values of the coefficient γ when they are used range from 4.4 to 59.1. This can be explained by the fact that the ability of the molecules of these thioureas to be adsorbed on the metal surface and protect it from corrosion is limited only by the donor-acceptor interaction π -electrons of a multiple bond and p-electrons of heteroatoms with vacant metal orbitals [2], which is affected by the size and spatial arrangement of the phenyl, naphthyl, and pyridyl radicals.

The introduction of a benzyl radical into the structure of synthesized urea molecules to obtain salts 12-17 leads to the formation of a new, stronger adsorption ammonium center, which creates intramolecular synergy and the inhibitory effect is sharply enhanced (Table 2). In the series of benzylated thioureas, 12-17 are the least active as inhibitors of salts 12 and 15, in the structure of which there is a phenyl radical. In the presence of naphthyl radicals in their structure, the anticorrosion properties naturally increase by almost 4 times and the coefficient γ increases to 421.7-629.1, which can be explained both by the stronger blocking effect of these radicals and by the energy parameters of the cations of such salts adsorbed on the metal surface. It is known from the literature [12] that such parameters can be the energies of the frontier orbitals E_{HOMO} , E_{LUMO} and $\Delta E = E_{\text{LUMO}} - E_{\text{HOMO}}$.

We carried out quantum-chemical calculations of these parameters for salt cations 12-17 and their results, as well as the values of the coefficients γ and $[\gamma]$ are given in Table 3, from which follows the confirmation of the dependence of inhibitory effects on energy characteristics, proposed by the authors of [12-15].

Table 3. Inhibitory effect and quantum-chemical parameters of cations of compounds 12-17

Compound	E_{HOMO} , eV	E_{LUMO} , eV	ΔE , eV	$e^{\Delta E}$	γ	$[\gamma]$
12	-11,31	-2,12	9,19	9820	163,81	0,46
13	-8,23	-5,60	2,63	13,90	596,65	1,47
14	-8,06	-5,71	2,35	10,50	629,11	1,55
15	-11,21	-1,92	9,29	10860	90,77	0,26
16	-8,66	-5,34	3,32	27,72	466,33	1,15
17	-8,72	-5,35	3,37	29,14	421,72	1,04

Table 3 shows the dependence of the anticorrosion properties of the studied salts on the E_{HOMO} value of the following order 14 > 13 > 16 > 17 > 12 > 15, and the decreasing values of ΔE occur in the series 15 > 12 > 17 > 16 > 13 > 14, which correlates with values γ and $[\gamma]$. According to Table 3, a graph of the linear dependence $[\gamma] = f(\Delta E)$

was constructed and an approximation was carried out ($R=0.96$), for the dependence graph $[\gamma] = f(e^{\Delta E})$, the correlation coefficient is a more correct value of 0,99 than in [12, 13] when studying the anticorrosion properties of other amines. When applying the IMCA principle to the processes of metal dissolution and corrosion inhibition, the investigated compounds 12-17 can be attributed to "hard" molecules due to the ΔE values found for them and having the ability to create strong bonds with the metal surface.

Conclusions

N-aryl-N¹-pyridylthioureas were obtained by a one-step synthesis, and pyridine salts were synthesized by benzylation in 44-98% yields. The anticorrosive properties of the synthesized compounds were studied in the study of corrosion of steel 08kp in 3M HCl at 80°C for 0.25 h. Introduction into the structure of N-aryl-N¹-pyridylthioureas of the benzyl fragment leads to the appearance of a new adsorption ammonium center, which enhances the overall anticorrosive efficiency of the obtained compounds. The coefficient of corrosion inhibition γ when using N-aryl-N¹-pyridylthioureas as inhibitors, having a value from 4.5 to 59.0, increases for their pyridinium salts to 90.8-629.0. For the latter, the reduced corrosion inhibition coefficient $[\gamma]=\gamma/M$, where M is the molecular weight of the inhibitor, correlates better than the coefficient γ with such energy characteristics of the cations of these salts as E_{HOMO} and $\Delta E=E_{\text{LUMO}}-E_{\text{HOMO}}$.

References

1. Reshetnikov S.M. *Ingibitory kislotnoj korrozii metallov*. Khimiya; 1986. 144 p.
2. *Fiziko-khimicheskie aspekty zashity metallov ingibitorami korrozii klassa azolov*. Kuznetsov Yu.J., Kazanskii L.P. // *Uspehi khimii*.-2008.-Vol.77.-N3.-pp.227-241.
3. Antropov L.I., Makushin E.M., Panasenko V.F. *Ingibitory korrozii metallov*. Kiev: Technika; 1981. 183p.
4. Granovsky A.A., Firefly version 8. <http://classic.chem.msk.su/gran/firefly.index.html> [Internet]
5. *Computational methods for large systems* / Schmidt M.W., Baldridge K/K., Boatz J.A. // *J. Comput. Chem.* -1993.-Vol.14.-P.1347-1363.
6. *Theoretical aspects of chemical reactivity* / Parr R.G., Donnelly R.A., Levy M., Palke W.E. // *J. Chem.Phys.*-1978.-Vol.68.-P.3801-3807.
7. *Absolute hardness: companion parameter to absolute* /Parr R.G., Pearson R.G. // *J. Am.Chem.Soc.*-1983.-Vol.105.-P.7512-7516.
8. *A new efficient synthesis of isothiocyanates* / Munch H., Hansen J.S., Pittelkow M., Cristensen J.B. et al // *Tetrahedron Lett.*-2008.-Vol.49.- P.3117-3119.
9. *Organophosphine – free cooper catalyzed isothiocyanation of amines with sodium bromodifluoroacetate and sulfur* / Wei F., Xing-Guo Z. // *Chem.Comm.*-2019.-Vol.55.-N8.- P.1144-1147.
10. *Synthesis and in vitro urease activity of N,N¹ –disubstituted thioureas* / Khan K.M., Naz F., Taha M., Khan A. et al // *Eur.Med.Chem.*-2014.-Vol.74.-P.314-323.

11. *N,N'* –Diarylthioureas and related compounds of potential biological interest / Buk-Hoi, Xuong, Nam. // *J.Chem Soc.*-1955.- P.1573-1580.
12. *Molecular orbital theoretical studies of some organic corrosion inhibitors* / Sastri V.S., Perumareddi J.R. // *Corrosion.*-1997.-Vol.53.-N 8.- P.617-622.
13. *DFT-study of new bipyrazole derivatives and their potential activity as corrosion inhibitors* / Wang He., Wang X., Wang Li, Lui Ai // *J.Mol.Model.*-2007.-Vol.13.-P.147-153.
14. *Corrosion inhibitors: quantitative structure –activity relationships* / Lukovits J., Shaban A., Kalman E. // *Russ.J.Electrochem.*- 2003.-Vol.39.-P.177-181.
15. *Dependence of anti-corrosion properties on the energy characteristics of benzylated N-arylnicotinamides* / D.A.Pisanenko, Yu.E.Klimko, A.V.Gaidai, S.V.Dubskaja // *Pharm. Chem.J.*-2020.-Vol.7-N2.-P.64-67.

A REVIEW OF SEMANTIC KNOWLEDGE BASES FOR ENGINEERING DESIGN BASED ON NATURAL LANGUAGE PROCESSING

Jiahui Huang

Independent Research
Columbia University

Abstract

Engineering design has entered the era of data-intensive development, where large volumes of technical documents, experimental records, engineering reports, design specifications, and multimedia resources are continuously generated throughout the product lifecycle. Despite the increasing availability of engineering knowledge, conventional document management systems remain heavily dependent on keyword-based retrieval methods, limiting the efficient reuse of valuable engineering experience. Recent advances in natural language processing (NLP), deep learning, and Transformer-based language models have significantly improved semantic understanding and information retrieval, enabling the development of semantic knowledge base systems capable of capturing contextual relationships beyond lexical matching.

This review summarizes recent progress in semantic knowledge base technologies for engineering design, with particular emphasis on semantic embedding models, domain-specific language representation, heterogeneous engineering document management, and semantic retrieval techniques. The evolution from traditional rule-based and statistical retrieval approaches toward deep semantic representation is first discussed. Subsequently, recent engineering-oriented semantic knowledge base architectures are reviewed, including systems integrating textual documents, engineering drawings, experimental data, figures, and metadata into unified semantic repositories.

Finally, future research opportunities involving large language models (LLMs), retrieval-augmented generation (RAG), multimodal engineering intelligence, and engineering digital twins are discussed. The review highlights the growing importance of semantic knowledge management as a fundamental infrastructure supporting intelligent engineering design, manufacturing, and decision-making.

1 Introduction

Engineering design is fundamentally a knowledge-intensive activity. Throughout the entire product lifecycle, engineers continuously generate and accumulate various forms of information, including design specifications, simulation reports, experimental records, manufacturing documents, maintenance manuals, engineering drawings, images, and technical standards. These heterogeneous resources collectively constitute valuable engineering knowledge assets that support future product development, process optimization, and technological innovation.

However, the rapid growth of engineering documentation has created a significant challenge for knowledge management. Although modern enterprises possess enormous collections of engineering documents, efficiently locating relevant information remains difficult. Traditional document management systems primarily rely on manually assigned metadata or keyword matching algorithms. Such approaches perform adequately when users know the exact terminology used in existing documents, but they often fail when semantically related documents employ different vocabularies or technical expressions. Consequently, a considerable amount of engineering knowledge remains underutilized despite being digitally archived.

Early engineering information retrieval systems were largely based on rule-based techniques and statistical text processing methods. Keyword indexing, Boolean retrieval, TF-IDF weighting, and BM25 ranking algorithms dominated engineering document retrieval for several decades because of their simplicity and computational efficiency. Nevertheless, these approaches largely ignore semantic relationships among engineering concepts and therefore struggle to retrieve documents describing similar engineering problems using different terminology.

The rapid development of machine learning, particularly deep learning, has fundamentally transformed natural language processing during the past decade. Word embedding models, including Word2Vec and GloVe, introduced distributed semantic representations capable of capturing latent relationships among words. More recently, Transformer-based language models, especially Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT), have dramatically improved contextual language understanding by simultaneously modeling both preceding and following textual contexts. These advances have enabled semantic retrieval systems that compare conceptual similarity rather than merely lexical overlap.

The introduction of semantic embeddings has consequently inspired a new generation of engineering knowledge management systems. Instead of indexing isolated keywords, modern semantic knowledge bases encode complete sentences or documents into dense vector representations, allowing semantically similar engineering documents to be retrieved even when they contain different technical terminology. Such capabilities are particularly valuable in multidisciplinary engineering environments, where terminology varies across different engineering domains.

Recent research has further expanded semantic retrieval beyond textual information. Engineering design documents typically include numerous non-textual resources, such as engineering drawings, experimental figures, process flowcharts, parameter tables, simulation outputs, and external references. Effective knowledge management therefore requires preserving semantic relationships among heterogeneous information rather than treating each data type independently.

Among recent engineering-oriented studies, Shen and Liao proposed a semantic knowledge base architecture specifically designed for engineering document management. "Designers need to extract new information and methods from past design documents, but due to poor document management and the limitations of keyword search, retrieving relevant information becomes challenging". This

observation accurately reflects one of the fundamental bottlenecks in contemporary engineering knowledge management and provides strong motivation for semantic retrieval technologies.

Compared with general-purpose semantic search systems, engineering-oriented semantic knowledge bases present unique technical challenges. Engineering documents frequently contain domain-specific terminology, numerical parameters, engineering symbols, structured tables, and multimodal information. Consequently, effective semantic retrieval requires not only advanced language representation models but also unified management of heterogeneous engineering artifacts and domain-specific semantic modeling. The integration of semantic embedding techniques with engineering document management therefore represents an increasingly important research direction for intelligent manufacturing and digital engineering.

The objective of this review is to summarize recent advances in semantic knowledge base technologies for engineering design. The review first introduces the evolution of engineering information retrieval methods before discussing recent progress in semantic representation learning, Transformer-based language models, and engineering-oriented semantic knowledge bases. Particular attention is given to engineering applications involving heterogeneous knowledge management and semantic retrieval, including the framework proposed by Shen and Liao. Finally, emerging research directions involving large language models, retrieval-augmented generation, multimodal engineering intelligence, and future engineering knowledge ecosystems are discussed.

2 Related Work

The earliest engineering document management systems primarily relied on manually defined rules and keyword indexing. Engineers assigned metadata, predefined categories, and controlled vocabularies to technical documents so that subsequent users could retrieve information through Boolean queries or keyword matching.

Rule-based systems provided several advantages, including transparency, ease of implementation, and relatively low computational requirements. However, these systems exhibited poor scalability as document collections expanded. More importantly, keyword matching ignored semantic relationships between engineering concepts. Documents describing identical engineering phenomena using different terminology frequently could not be retrieved simultaneously.

For example, an engineer searching for "battery degradation" may fail to retrieve documents describing "capacity fading" or "electrochemical aging," despite their strong semantic similarity. Such vocabulary inconsistency is common in multidisciplinary engineering environments and substantially reduces retrieval effectiveness.

Traditional statistical retrieval models, including TF-IDF and BM25, improved document ranking by considering term frequency and document frequency. Nevertheless, these approaches remained fundamentally dependent on lexical overlap rather than conceptual understanding.

As engineering enterprises accumulated increasingly complex digital assets—including CAD drawings, simulation reports, inspection records, images, process parameters, and experimental data—it became evident that keyword-oriented retrieval alone could no longer satisfy industrial knowledge management requirements. Machine learning introduced a significant paradigm shift by allowing retrieval systems to automatically discover statistical patterns from large document collections instead of relying entirely on manually defined rules.

Early machine learning applications employed supervised classification algorithms such as Support Vector Machines (SVM), Decision Trees, Random Forests, and Naïve Bayes to categorize engineering documents. Although these methods substantially improved document organization, they still required handcrafted textual features and often struggled to capture deeper semantic relationships.

The emergence of distributed word representations further transformed information retrieval. Word embedding models such as Word2Vec and GloVe represented words as dense vectors learned from large corpora, enabling semantically related words to occupy nearby positions in the embedding space. Consequently, retrieval systems could begin recognizing semantic similarity rather than exact lexical correspondence.

Despite these advances, word-level embeddings possessed an important limitation. Individual word vectors are context-independent, meaning that the same technical term receives identical representations regardless of its surrounding context. Engineering language, however, frequently contains highly specialized terminology whose meanings depend strongly on context. Therefore, contextual language models became necessary for engineering knowledge retrieval.

3 Methodology

Compared with traditional engineering document management systems, semantic knowledge bases enable conceptual retrieval independent of exact wording. Engineers can therefore retrieve documents describing similar engineering principles even when different technical expressions are employed.

Recent engineering-oriented research has increasingly emphasized integrating textual and non-textual information into unified semantic repositories. Engineering documents rarely exist as plain text; instead, they often contain engineering drawings, figures, experimental curves, parameter tables, simulation outputs, photographs, and external hyperlinks. Preserving semantic relationships among these heterogeneous artifacts therefore becomes essential for comprehensive engineering knowledge reuse.

One representative framework was proposed by Shen and Liao, who developed a semantic knowledge base system specifically designed for engineering design applications. Their architecture links textual descriptions with associated figures, tables, image captions, and web resources before storing the information within a unified engineering database. Data preprocessing includes document cleaning, normalization, relationship preservation, and metadata organization to maintain semantic consistency among heterogeneous engineering resources.

A distinguishing characteristic of this framework is its emphasis on maintaining semantic relationships between textual and non-textual engineering artifacts throughout the storage process. Rather than treating figures and tables as isolated

attachments, the system explicitly associates these resources with their corresponding textual descriptions, enabling unified semantic retrieval across multiple information modalities. Such design better reflects the intrinsic organization of engineering knowledge, where experimental figures, process charts, and engineering diagrams frequently provide information that cannot be adequately represented by text alone.

For semantic representation, the proposed system employs a domain-specific BERT model that is pre-trained and fine-tuned using engineering documents. Sentences, captions, metadata, and textual descriptions associated with non-textual resources are encoded into a common semantic vector space. During retrieval, user queries undergo identical semantic encoding, after which cosine similarity is calculated between the query embedding and stored document embeddings to identify the most relevant engineering knowledge.

Compared with conventional keyword-based engineering document management systems, this architecture illustrates several notable advantages. First, semantic retrieval substantially reduces dependence on exact terminology. Second, heterogeneous engineering resources become searchable within a unified framework. Third, engineering knowledge accumulated during previous projects becomes more reusable, thereby reducing duplicated design efforts and accelerating engineering decision-making. Although additional validation across broader engineering domains remains desirable, the framework provides an illustrative example of how modern NLP techniques can be effectively integrated into practical engineering knowledge management systems.

4 Discussion

Despite remarkable progress, several technical challenges remain before semantic knowledge bases become widely deployed throughout engineering industries.

The first challenge concerns domain adaptation. Engineering language differs substantially from general natural language, containing numerous abbreviations, mathematical expressions, engineering symbols, and discipline-specific terminology. Consequently, general-purpose language models often require domain-specific pre-training or fine-tuning before achieving satisfactory retrieval performance.

A second challenge involves multimodal engineering knowledge representation. Engineering documents frequently include CAD drawings, simulation outputs, engineering photographs, process flow diagrams, tables, and sensor data that cannot be fully represented using textual embeddings alone. Future semantic knowledge bases should therefore integrate multimodal representation learning capable of jointly modeling textual and visual engineering information.

Scalability also remains an important consideration. Large industrial enterprises may maintain millions of engineering documents accumulated over several decades. Efficient indexing, vector database optimization, and distributed retrieval algorithms will therefore become increasingly important research directions.

More recently, the emergence of Large Language Models (LLMs) has opened new opportunities for engineering knowledge management. Instead of simply retrieving relevant documents, LLMs can summarize engineering reports, explain technical

concepts, compare historical design alternatives, and generate engineering recommendations.

The integration of semantic knowledge bases with Retrieval-Augmented Generation (RAG) is particularly promising. Under this paradigm, semantic retrieval provides relevant engineering evidence, while LLMs synthesize retrieved information into coherent responses grounded in enterprise knowledge. Such systems may significantly improve engineering decision support while reducing hallucination commonly observed in standalone language models.

Another promising direction involves combining semantic retrieval with knowledge graphs, allowing engineering entities, components, manufacturing processes, and causal relationships to be explicitly represented alongside semantic embeddings. Hybrid architectures integrating symbolic reasoning and neural semantic representations may become an important research direction for future engineering intelligence systems.

The engineering-oriented semantic knowledge base proposed by Shen and Liao provides a practical foundation upon which many of these future technologies may be integrated. By organizing heterogeneous engineering information into unified semantic representations, their framework establishes an extensible architecture capable of incorporating future advances in language models, vector databases, and intelligent engineering assistants.

5 Conclusion

The rapid development of artificial intelligence has fundamentally transformed engineering knowledge management. Traditional keyword-based retrieval systems are gradually being replaced by semantic retrieval approaches capable of understanding conceptual relationships within engineering documents. Recent advances in Transformer-based language models have further enabled semantic representations that significantly improve engineering information retrieval across heterogeneous document collections.

This review has summarized recent progress in semantic knowledge bases for engineering design, including the evolution of engineering information retrieval, semantic representation learning, engineering-oriented semantic architectures, and practical industrial applications. Modern semantic knowledge bases extend conventional document management by integrating textual documents, figures, tables, engineering metadata, and multimedia resources into unified semantic repositories that support natural language retrieval.

Among recent developments, the semantic knowledge base framework proposed by Shen and Liao represents a practical engineering-oriented implementation that combines heterogeneous document management with domain-specific BERT-based semantic representation. Their work demonstrates how engineering documents and associated non-textual artifacts can be organized within a unified semantic space to improve engineering knowledge reuse and retrieval efficiency, particularly in lithium battery energy storage systems and intelligent machining applications.

Looking forward, semantic knowledge bases are expected to evolve beyond document retrieval toward comprehensive engineering intelligence platforms

integrating multimodal learning, vector databases, retrieval-augmented generation, knowledge graphs, and large language models. Such technologies will likely become fundamental infrastructures supporting intelligent engineering design, digital manufacturing, and future Industry 5.0 ecosystems.

References

1. Shen, A., & Liao, X. (2024). SEMANTIC DEVELOPMENT AND APPLICATION BASED ON NATURAL LANGUAGE PROCESSING. WORLD WAYS AND METHODS OF IMPROVING OUTDATED THEORIES AND TRENDS, 287.
2. Hong, Z., & Hu, K. (2025, June). CRNET-HGTA: HIERARCHICAL GRAPH-TEMPORAL ATTENTION NETWORK FOR EXPLAINABLE CREDIT RISK MODELING. In The 24th International scientific and practical conference “Integration of new technologies into science to improve research”(June 17–20, 2025) Paris, France. International Science Group. 2025. 404 p. (p. 25).
3. Hong, Z., & Mehra, A. (2025, September). TRANSRISKX–STANDARDSALIGNED MULTI-AGENT REASONING FOR TRANSPARENT CROSS-BORDER TRANSACTION RISK ASSESSMENT. In The 1st International scientific and practical conference “Technologies, research, inventions: improving science and education”(September 02-05, 2025) Krakow, Poland. International Science Group. 2025. 131 p. (p. 25).
4. Hong, Z., & Gutsch, P. (2025, May). BROAD LEARNING-BASED ADAPTIVE FRAUD DETECTION IN FINANCIAL ACCOUNTING DATA. In The 20th International scientific and practical conference “Innovative scientific research: latest theories, modern methods and practices”(May 20–23, 2025) Seville, Spain. International Science Group. 2025. 432 p. (p. 88).
5. Hong, Z., & Gutsch, P. (2025, May). ADAPTIVE RELAXED BROAD LEARNING FOR IMBALANCED FINANCIAL RISK DETECTION. In The 19th International scientific and practical conference “Current problems of the development of science: trends and innovations”(May 13–16, 2025) Oslo, Norway. International Science Group. 2025. 354 p. (p. 66).
6. Hu, K., & Hong, Z. (2025, June). TEMPORAL REASONING AND STRUCTURED REPRESENTATIONS FOR FINANCIAL RISK ESTIMATION. In The 22th International scientific and practical conference “Current trends in the development of science by attracting new ideas”(June 03–06, 2025) Hamburg, Germany. International Science Group. 2025. 289 p. (p. 32).
7. Hu, K., & Hong, Z. (2025, June). TEMPORAL REASONING AND STRUCTURED REPRESENTATIONS FOR FINANCIAL RISK ESTIMATION. In The 22th International scientific and practical conference “Current trends in the development of science by attracting new ideas”(June 03–06, 2025) Hamburg, Germany. International Science Group. 2025. 289 p. (p. 32).
8. Hu, K., & Mehra, A. (2025, July). EXPLAINABLE CONVERSATIONAL FINANCIAL AUDIT REASONING WITH AUDITGUARD. In The 26th International scientific and practical conference “Scientific developments for improving modern

education”(July 01–04, 2025) Porto, Portugal. International Science Group. 2025. 195 p. (p. 19).

9. Hu, K., & Lin, Y. (2025, July). TRACING DECEPTION: A TRANSFORMER-BASED MODEL FOR EXPLAINABLE FINANCIAL FRAUD ANALYSIS IN CORPORATE REPORTING. In The 29th International scientific and practical conference “Teaching and research at universities and contemporary issues”(July 22-25, 2025) Krakow, Poland. International Science Group. 2025. 122 p. (p. 15).

A REVIEW OF MACHINE LEARNING BASED ASSET ALLOCATION FRAMEWORKS FOR PORTFOLIO SELECTION

Jiahui Huang

Independent Research
Columbia University

Abstract

Portfolio selection has remained one of the central research topics in modern finance since the introduction of Modern Portfolio Theory (MPT). Traditional portfolio construction generally follows a two-stage paradigm in which expected returns and covariance matrices are estimated before solving an optimization problem. Although this framework has been widely adopted in academia and industry, its performance is often constrained by estimation errors, high-dimensional financial data, and the increasing complexity of modern capital markets. Recent advances in artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) have introduced alternative approaches capable of modeling nonlinear relationships directly from large-scale financial datasets, offering new opportunities for portfolio optimization.

This review summarizes recent developments in machine learning-based portfolio selection, with particular emphasis on frameworks that directly learn optimal portfolio weights from asset characteristics. Existing studies employing linear regularization models, dimensionality reduction techniques, deep neural networks, and recurrent learning architectures are first reviewed. Their respective advantages and limitations in handling high-dimensional financial information are discussed.

1 Introduction

Portfolio selection has long served as one of the foundational problems in financial economics. Since Markowitz introduced Modern Portfolio Theory (MPT), portfolio optimization has generally relied on estimating expected returns and covariance matrices before determining the allocation of capital among available assets. This framework established the theoretical basis for numerous portfolio construction models and remains widely employed in both academic research and professional asset management.

Despite its theoretical elegance, traditional portfolio optimization faces several practical limitations. Financial markets generate increasingly large volumes of heterogeneous information, including firm characteristics, accounting variables, market indicators, trading behaviors, macroeconomic variables, textual disclosures, and alternative data. As the dimensionality of available information continues to increase, conventional econometric models often struggle to extract useful investment signals while maintaining statistical robustness.

Another important limitation concerns the sequential nature of classical portfolio optimization. Traditional approaches first estimate expected returns and risk before solving an optimization problem. Errors introduced during return prediction inevitably

propagate into the subsequent portfolio construction process, reducing the overall quality of investment decisions.

Recognizing these limitations, recent studies have increasingly explored artificial intelligence techniques for quantitative investment. Machine learning algorithms possess several characteristics that make them particularly attractive for financial applications. Unlike conventional linear models, modern machine learning techniques can automatically discover complex relationships among numerous predictors while effectively handling nonlinear interactions and high-dimensional datasets.

As emphasized by Shen, traditional portfolio management suffers from the separation between return prediction and portfolio construction, while high-dimensional asset characteristics remain insufficiently utilized in conventional models. To address these issues, the author proposed a framework that integrates return prediction and portfolio optimization by learning portfolio weights directly from asset characteristics.

One particularly notable contribution of this framework is the reformulation of portfolio optimization itself. Rather than estimating future returns as an intermediate objective, Shen proposed "a machine learning-based portfolio selection framework that leverages the intrinsic advantages of machine learning technologies" and "directly predicts portfolio weights using high-dimensional features."

This design reflects an important conceptual shift in quantitative investment. Instead of treating return prediction as the primary modeling objective, the framework directly optimizes the final investment decision. Such end-to-end learning architectures have become increasingly common in artificial intelligence because they reduce the accumulation of estimation errors across multiple processing stages.

Another important motivation for machine learning arises from the growing complexity of financial markets. Financial asset characteristics often exhibit nonlinear relationships with portfolio performance that cannot be adequately represented through conventional regression models. As noted in the original study, machine learning techniques are capable of "autonomously discover[ing] and adapt[ing] to complex linear or nonlinear relationships between predictors and target variables." Such capabilities provide significant advantages for modern quantitative investment, where predictive information is frequently distributed across numerous interacting variables.

Beyond methodological innovation, the proposed framework also represents an important attempt to bridge classical financial theory and contemporary artificial intelligence. Instead of replacing Modern Portfolio Theory, the ML-AC framework extends it by incorporating machine learning into portfolio construction while maintaining the objective of maximizing investor utility. This integration reflects an emerging research trend in which data-driven learning complements rather than replaces established financial principles.

The objective of this review is to summarize recent developments in machine learning-based portfolio selection with particular emphasis on direct portfolio weight prediction. Existing approaches based on statistical learning, regularization, dimensionality reduction, and deep neural networks are first reviewed. Subsequently, the Machine Learning and Asset Characteristics (ML-AC) framework proposed by

Shen is discussed in detail as a representative example of end-to-end portfolio optimization. Finally, current challenges and future research directions for artificial intelligence in quantitative investment are highlighted.

2 Related Work

Machine learning has become one of the fastest-growing research areas in quantitative finance during the past decade. Early applications primarily focused on improving stock return prediction through supervised learning algorithms such as Support Vector Machines (SVM), Random Forests, and Artificial Neural Networks. These methods generally attempted to improve forecast accuracy while preserving the traditional two-stage portfolio construction process.

Subsequent studies introduced regularized regression techniques, including Lasso, Ridge Regression, and Elastic Net, to address the high-dimensional nature of financial variables. These methods perform automatic feature selection while reducing overfitting caused by multicollinearity, making them particularly suitable for large financial datasets containing hundreds of asset characteristics.

Dimensionality reduction techniques such as Principal Component Analysis (PCA) were later incorporated into portfolio optimization to compress redundant financial information into lower-dimensional latent factors. Although PCA improves computational efficiency, its linear transformation often sacrifices interpretability and may overlook complex nonlinear interactions among asset characteristics.

Recent advances in deep learning have significantly expanded the capabilities of quantitative investment models. Recurrent Neural Networks (RNNs), Long Short-Term Memory (LSTM) networks, and Deep Feedforward Networks (DFNs) have demonstrated improved abilities to model temporal dependence and nonlinear financial relationships. These architectures have become increasingly popular for capturing complex market dynamics that traditional econometric models frequently fail to identify.

Among recent developments, the Machine Learning and Asset Characteristics (ML-AC) framework proposed by Shen represents a distinctive methodological contribution because it fundamentally changes the learning objective itself. Instead of predicting returns, the framework assumes that "portfolio weights are a function of asset characteristics" and directly models the relationship between financial features and investment decisions.

As described by the author, the ML-AC framework "employs machine learning techniques to model the complex underlying relationships" between asset characteristics and portfolio weights while optimizing investor utility. Compared with conventional return prediction models, this formulation aligns the optimization target directly with the ultimate investment objective, thereby reducing the error accumulation associated with multi-stage portfolio construction.

Furthermore, Shen emphasized that the proposed framework "not only reduces the complexity and potential biases involved in traditional two-step estimation processes but also enhances the accuracy and efficiency of predictions." From the perspective of this review, this systems-level reformulation represents one of the framework's most significant contributions. Rather than introducing a single predictive algorithm, it

establishes a unified learning architecture capable of integrating various machine learning models—including linear selection methods, dimensionality reduction techniques, and deep neural networks—within a common portfolio optimization framework.

Overall, recent literature indicates a gradual transition from prediction-oriented financial modeling toward decision-oriented learning. The ML-AC framework exemplifies this evolution by demonstrating how machine learning can be incorporated directly into portfolio construction, providing a flexible foundation for future intelligent asset management systems.

3 Methodology

Machine learning has transformed portfolio optimization by enabling investment decisions to be learned directly from large-scale financial data instead of relying solely on handcrafted financial models. Existing machine learning approaches differ considerably in model complexity and predictive capability, ranging from regularized linear regression to deep neural networks. Among these methods, the Machine Learning and Asset Characteristics (ML-AC) framework proposed by Shen provides a unified architecture that incorporates multiple learning strategies while maintaining a common optimization objective. Traditional portfolio optimization generally follows a sequential pipeline. Expected returns are first estimated from historical information, followed by covariance estimation and portfolio optimization under Modern Portfolio Theory. Although theoretically sound, this procedure introduces multiple sources of estimation error, since inaccuracies generated during return prediction inevitably influence the subsequent optimization stage.

Recognizing this limitation, Shen proposed an alternative framework in which portfolio weights are learned directly from asset characteristics rather than predicted returns. As described in the original paper,

"The framework proposed in this paper, termed ML-AC (Machine Learning and Asset Characteristics), assumes that portfolio weights are a function of asset characteristics."

This formulation fundamentally changes the optimization objective. Instead of learning an intermediate variable (future returns), the model directly estimates the final investment decision. From the perspective of machine learning, such end-to-end optimization is advantageous because the learning objective is directly aligned with portfolio construction, thereby reducing the accumulation of estimation errors across multiple stages.

Compared with conventional quantitative investment models, this formulation provides greater flexibility for incorporating large numbers of financial variables without requiring explicit assumptions regarding their linear relationships.

4 Discussion

Recent advances in artificial intelligence have shifted quantitative investment research from improving prediction accuracy toward optimizing investment decisions directly. The ML-AC framework represents an illustrative example of this transition.

One notable contribution of the framework is its reformulation of portfolio selection as a direct learning problem. As emphasized in the original paper, the

framework "directly predicts portfolio weights using high-dimensional features, circumventing the conventional two-step portfolio management paradigm."

From the perspective of this review, this reformulation constitutes more than a technical improvement. Instead, it changes the conceptual relationship between prediction and decision-making in quantitative finance. By learning portfolio weights directly, the framework aligns machine learning optimization with investors' ultimate objectives rather than intermediate forecasting tasks.

Another significant strength lies in its ability to exploit high-dimensional asset characteristics. Modern financial markets continuously generate structured and unstructured information, including accounting indicators, trading behavior, macroeconomic variables, textual disclosures, and alternative financial data. Traditional econometric models frequently experience instability when processing such large feature spaces.

The ML-AC framework addresses this challenge by integrating regularized regression, dimensionality reduction, and deep neural networks into a common architecture capable of extracting useful information from complex financial datasets. As stated by Shen,

"The investment strategies derived from this framework effectively capture incremental information within high-dimensional features and explore both linear and nonlinear relationships between asset characteristics and investment weights."

The empirical evaluation further indicates that nonlinear ML-AC models outperform conventional linear approaches under multiple evaluation metrics, suggesting that nonlinear relationships among asset characteristics contribute meaningful information for portfolio construction.

Beyond empirical performance, the framework also exhibits considerable extensibility. Because the learning objective is independent of any specific prediction algorithm, future developments in machine learning—including Transformer architectures, graph neural networks, multimodal financial models, and large language models—may be incorporated into the same optimization framework without fundamentally altering its overall design.

Nevertheless, several challenges remain. Deep learning models generally require large datasets and considerable computational resources. Model interpretability also continues to be an important concern for institutional investors, regulators, and risk managers. Although the ML-AC framework includes both linear and nonlinear models, further research is needed to improve the transparency and explainability of complex investment decisions generated by artificial intelligence systems.

5 Conclusion

Artificial intelligence is rapidly transforming quantitative investment by providing powerful tools capable of learning from increasingly complex financial information. Compared with traditional portfolio optimization methods, machine learning approaches demonstrate substantial advantages in modeling nonlinear relationships, handling high-dimensional asset characteristics, and adapting to evolving market environments.

This review has summarized recent developments in machine learning-based portfolio selection with particular emphasis on the Machine Learning and Asset Characteristics (ML-AC) framework proposed by Shen. Unlike conventional portfolio optimization models that separate return prediction from investment decision-making, the ML-AC framework directly models portfolio weights using asset characteristics, providing an end-to-end learning architecture for quantitative investment. As stated by the author, the framework "leverages artificial intelligence technologies such as machine learning to directly predict portfolio weights using asset characteristics," thereby addressing the challenges posed by large-scale asset allocation and high-dimensional financial data.

From the perspective of this review, the principal contribution of the ML-AC framework lies not merely in the application of machine learning algorithms, but in its unified methodological perspective. By integrating classical portfolio theory with modern artificial intelligence techniques, the framework establishes a scalable foundation for future intelligent asset management systems capable of incorporating richer financial data, more advanced learning algorithms, and increasingly sophisticated decision-support technologies.

Looking ahead, continued advances in explainable artificial intelligence, multimodal financial learning, reinforcement learning, and large language models are expected to further expand the capabilities of portfolio optimization. Frameworks such as ML-AC provide an important starting point for this evolution and illustrate how machine learning can move beyond return prediction toward comprehensive, data-driven investment decision-making.

References

1. Xia, H., Zhao, Y., Liu, G., Huang, C. Y., & Liao, X. (2024). Research on portfolio selection based on machine learning and asset characteristics. *WORLD WAYS AND METHODS OF IMPROVING OUTDATED THEORIES AND TRENDS*, 320.
2. Hong, Z., & Hu, K. (2025, June). CRNET-HGTA: HIERARCHICAL GRAPH-TEMPORAL ATTENTION NETWORK FOR EXPLAINABLE CREDIT RISK MODELING. In The 24th International scientific and practical conference "Integration of new technologies into science to improve research"(June 17–20, 2025) Paris, France. International Science Group. 2025. 404 p. (p. 25).
3. Hong, Z., & Mehra, A. (2025, September). TRANSRISKX–STANDARDSALIGNED MULTI-AGENT REASONING FOR TRANSPARENT CROSS-BORDER TRANSACTION RISK ASSESSMENT. In The 1st International scientific and practical conference "Technologies, research, inventions: improving science and education"(September 02-05, 2025) Krakow, Poland. International Science Group. 2025. 131 p. (p. 25).
4. Hong, Z., & Gutsch, P. (2025, May). BROAD LEARNING-BASED ADAPTIVE FRAUD DETECTION IN FINANCIAL ACCOUNTING DATA. In The 20th International scientific and practical conference "Innovative scientific research: latest theories, modern methods and practices"(May 20–23, 2025) Seville, Spain. International Science Group. 2025. 432 p. (p. 88).

5. Hong, Z., & Gutsch, P. (2025, May). ADAPTIVE RELAXED BROAD LEARNING FOR IMBALANCED FINANCIAL RISK DETECTION. In The 19th International scientific and practical conference “Current problems of the development of science: trends and innovations”(May 13–16, 2025) Oslo, Norway. International Science Group. 2025. 354 p. (p. 66).

6. Hu, K., & Hong, Z. (2025, June). TEMPORAL REASONING AND STRUCTURED REPRESENTATIONS FOR FINANCIAL RISK ESTIMATION. In The 22th International scientific and practical conference “Current trends in the development of science by attracting new ideas”(June 03–06, 2025) Hamburg, Germany. International Science Group. 2025. 289 p. (p. 32).

7. Hu, K., & Hong, Z. (2025, June). TEMPORAL REASONING AND STRUCTURED REPRESENTATIONS FOR FINANCIAL RISK ESTIMATION. In The 22th International scientific and practical conference “Current trends in the development of science by attracting new ideas”(June 03–06, 2025) Hamburg, Germany. International Science Group. 2025. 289 p. (p. 32).

8. Hu, K., & Mehra, A. (2025, July). EXPLAINABLE CONVERSATIONAL FINANCIAL AUDIT REASONING WITH AUDITGUARD. In The 26th International scientific and practical conference “Scientific developments for improving modern education”(July 01–04, 2025) Porto, Portugal. International Science Group. 2025. 195 p. (p. 19).

9. Hu, K., & Lin, Y. (2025, July). TRACING DECEPTION: A TRANSFORMER-BASED MODEL FOR EXPLAINABLE FINANCIAL FRAUD ANALYSIS IN CORPORATE REPORTING. In The 29th International scientific and practical conference “Teaching and research at universities and contemporary issues”(July 22–25, 2025) Krakow, Poland. International Science Group. 2025. 122 p. (p. 15).

ГІБРИДНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ НА ОСНОВІ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ ТА НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ В СИСТЕМІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА

Подскребко Олександр Сергійович

к.е.н., доцент
КНУ ім. Тараса Шевченка, м. Київ
Метінвест Політехніка,
м. Запоріжжя, Україна

Іванченко Надія Олександрівна

к.е.н., доцент,
КНУ ім. Тараса Шевченка, м. Київ

Кудін Володимир Іванович

д.т.н., професор,
КНУ ім. Тараса Шевченка, м. Київ

Чолишкіна Ольга Геннадіївна

к.т.н., доцент,
КНУ ім. Тараса Шевченка, м. Київ

Густера Олег Михайлович

к.е.н.
КНУ ім. Тараса Шевченка, м. Київ

Управління запасами є одним із ключових контурів логістичної системи підприємства, яке безпосередньо впливає на рівень операційних витрат, ритмічність виробництва, якість обслуговування клієнтів, а також на економічну стійкість суб'єкта господарювання в цілому. В умовах переорієнтації виробничо-логістичних ланцюгів, високої волатильності попиту та підвищеної ймовірності зриву поставок класичні аналітичні моделі оптимізації запасів спираються на детерміновані або строго ймовірнісні припущення, які на практиці виконуються рідко. Складність посилюється тим, що частина критично важливої вхідної інформації, а саме оцінка надійності постачальника за своєю природою є якісною та суб'єктивною, що ускладнює пряму статистичну формалізацію.

Водночас стратегічне забезпечення економічної безпеки підприємств дедалі тісніше пов'язується з цифровізацією економіки України та інтеграцією цифрових технологій у процеси прийняття управлінських рішень [1]. Отже, постає потреба в інструментарії, здатному працювати з неповними, суб'єктивними та лінгвістично вираженими даними про ризик і водночас розв'язувати оптимізаційну задачу з жорсткими ресурсними обмеженнями.

Метою роботи є розроблення оптимізаційної моделі управління запасами, яка поєднує генетичний алгоритм (ГА) та нечітку логіку, дає змогу враховувати ризик зриву постачань ресурсів і наслідки дефіциту готової продукції й тим самим сприяє зміцненню економічної безпеки підприємства.

Генетичний алгоритм є популяційним метаевристичним алгоритмом, який використовує ймовірнісні правила переходу та добре піддається розпаралелюванню, що робить його привабливим у багатьох галузях, зокрема в логістиці та управлінні ланцюгами постачання. Бібліометричний аналіз засвідчує стійке зростання кількості публікацій і цитувань у сфері, що розглядається [2]. ГА не потребує диференційовності цільової функції, він стійкий до її нелінійності та дискретності, а тому придатний до задач із великою кількістю змінних і обмежень, де класичні методи лінійного програмування чи градієнтного спуску не дають задовільного результату.

Нечітка логіка, в свою чергу, забезпечує реалістичний опис реальних систем із притаманною їм неточністю та невизначеністю, що особливо актуально для систем підтримки прийняття рішень, які функціонують у динамічних середовищах із неповною інформацією. Інтеграція нечіткої логіки з іншими інтелектуальними технологіями, зокрема з генетичними алгоритмами, дає змогу створювати гібридні системи з підвищеною адаптивністю та ефективністю [3, 4, 5]. Таким чином, ГА відповідає за пошук у просторі рішень, а нечітка логіка за коректне представлення невизначеності.

У формалізованій постановці задачі позначимо: x_i – обсяг закупівлі ресурсу R_i ($i = 1, \dots, n$); y_j – обсяг випуску продукції P_j ($j = 1, \dots, m$); a_{ij} – норма витрат ресурсу R_i на одиницю продукції P_j ; u_i та h_i – відповідно ціна закупівлі та вартість зберігання одиниці ресурсу; s_j – ціна реалізації одиниці продукції; d_j – очікуваний попит; γ_j – штраф за дефіцит продукції P_j ; r_i – рівень ризику зриву постачання ресурсу R_i ($r_i \in [0; 1]$); $p(r_i)$ – штраф за цей ризик, отриманий нечітким логічним виведенням за трьома лінгвістичними термами (низький, середній, високий); B – бюджет підприємства; S – місткість складу; C – максимальна виробнича потужність.

Цільова функція моделі максимізує прибуток і містить чотири складові, а саме, дохід від реалізації продукції, витрати на закупівлю та зберігання ресурсів, нечіткий штраф за ризик недопостачання і штраф за незадоволений попит. Система жорстких обмежень охоплює п'ять компонентів: ресурсне обмеження на виробництво, бюджетне обмеження, обмеження складських потужностей, обмеження максимально можливого обсягу випуску та умови невід'ємності змінних (наприклад, обсягу закупівлі ресурсів).

Ключова особливість моделі полягає в тому, що ризик постачальника входить до цільової функції не як довільно призначений експертний коефіцієнт, а як результат нечіткого логічного виведення. Це робить модель чутливою до якості ланцюга постачання, тобто, за інших рівних умов алгоритм уникатиме ризикованих постачальників навіть тоді, коли ціна ресурсу в них нижча. Штраф за дефіцит, своєю чергою, дає змогу кількісно зважити наслідки незадоволеного попиту, такі як репутаційні втрати, відтік клієнтів та недоотриманий прибуток.

Модель реалізовано мовою Python із використанням спеціалізованих бібліотек DEAP (генетичний алгоритм) і Scikit-Fuzzy (нечітке виведення), а також Pandas, NumPy та Matplotlib. Вибір DEAP узгоджується з практикою обчислювальних експериментів, у яких на цій платформі показано лінійну залежність часу виконання ГА від розміру вхідних даних [6]; це підтверджує масштабованість запропонованого підходу на задачі більшої розмірності.

Аналіз чутливості показав, що штрафні коефіцієнти за дефіцит потребують обережного налаштування: надмірно високі штрафи різко знижують маржинальність або взагалі унеможливають випуск окремих видів продукції. Це узгоджується з тим, що багатоцільова модель, яка одночасно мінімізує витрати на зберігання, енергоспоживання та ризик дефіциту, виявляє чітко окреслену множину оптимальних рішень, яка демонструє компроміс між економією та ризиком дефіциту [4, 7]. Отже, вагові коефіцієнти штрафів фактично виконують роль регуляторів стратегії, а саме, від агресивного зростання до консервативної політики економії, і їх зміна не потребує перебудови самої моделі.

Таким чином, запропонована гібридна модель формалізує задачу управління запасами з одночасним урахуванням ризику зриву постачань ресурсів і наслідків дефіциту готової продукції. Поєднання генетичного алгоритму з нечіткою логікою забезпечує пошук наближено глобального оптимуму у великому дискретному просторі рішень і водночас коректну роботу з неповними та суб'єктивними даними. Модель є масштабованою, тобто, додавання нових ресурсів чи видів продукції не потребує перебудови алгоритму буде достатньо оновити вхідні параметри та базу нечітких правил.

Список літератури

1. Пілецька С. Т., Ареф'єв С. О., Петровська С. В., Колесников С. О. Стратегічне забезпечення економічної безпеки підприємств в контексті цифровізації економіки України. Проблеми економіки. 2024. № 2. С. 181–190. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2024-2-181-190>.
2. Lam W. H., Lam W. S., Lee P. F. A bibliometric analysis of a genetic algorithm for supply chain agility. Mathematics. 2024. Vol. 12, № 8. Art. 1199. DOI: <https://doi.org/10.3390/math12081199>.
3. Зінов'єва О. Г. Використання нечіткої логіки в системах прийняття рішень. Вісник Херсонського національного технічного університету. 2025. Т. 2, № 1 (92). С. 71–75. DOI: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2025.1.2.10>.
4. Подскребко О.С., Іванченко Н.О., Самохвалов Ю.Я., Кудін В.І. Інтелектуальна модель управління запасами на основі генетичних алгоритмів і нечіткої логіки для підвищення економічної безпеки підприємства / Науковий Журнал Метінвест Політехніки. Серія: Технічні науки, № 4, 2025. С. 113-118. DOI: <https://doi.org/10.32782/3041-2080/2025-4-14>.
5. Sousa J. M. C., Luís R., Santos R. M., Mendonça L., Vieira S. M. Fuzzy multi-item newsvendor problem: an application to inventory management. Mathematics. 2024. Vol. 12, № 11. Art. 1652. DOI: <https://doi.org/10.3390/math12111652>.

6. Пиріг Я. Оцінка обчислювальної складності генетичного алгоритму. Інфокомунікаційні технології та електронна інженерія. 2024. Т. 4, № 1. С. 52–60. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2024/may/34495/paper6.pdf>

7. Santos J., Martins M. S. E., Pinto R. M., Vieira S. M. Towards sustainable inventory management: a many-objective approach to stock optimization in multi-storage supply chains. Algorithms. 2024. Vol. 17, № 6. Art. 271. DOI: <https://doi.org/10.3390/a17060271>.

8. Kim D.-H., Kim G.-Y., Noh S. D. Digital twin-based prediction and optimization for dynamic supply chain management. Machines. 2025. Vol. 13, № 2. Art. 109. DOI: <https://doi.org/10.3390/machines13020109>.

ВПЛИВ ХРОНІЧНОГО СТРЕСУ, ПОВ'ЯЗАНОГО З ВІЙНОЮ В УКРАЇНІ, НА ПОШИРЕНІСТЬ І СТРУКТУРУ ЗАХВОРЮВАНЬ ТКАНИН ПАРОДОНТА В ОСІБ МОЛОДОГО ВІКУ

Кисіль Андрій Романович,

асистент кафедри терапевтичної стоматології,
пародонтології та стоматології ФПДО
ДНТ «ЛНМУ ім. Д.Галицького»

Лабуш Юлія Захарівна,

PhD, асистент кафедри терапевтичної стоматології,
пародонтології та стоматології ФПДО
ДНТ «ЛНМУ ім. Д.Галицького»

Актуальність:

Хронічний психоемоційний стрес є одним із важливих модифікуючих факторів розвитку та прогресування захворювань тканин пародонта. Повномасштабна війна в Україні призвела до значного підвищення рівня хронічного стресу серед населення, особливо серед внутрішньо переміщених осіб (ВПО). Стрес негативно впливає на стан тканин пародонта через порушення імунної відповіді, підвищення рівня кортизолу, активацію прозапальних механізмів, погіршення гігієни порожнини рота та зниження прихильності пацієнтів до лікування. У зв'язку з цим дослідження впливу хронічного психоемоційного стресу на поширеність і структуру захворювань тканин пародонта є актуальним.

Мета дослідження:

Вивчити поширеність і структуру захворювань тканин пародонта в осіб із різним рівнем хронічного психоемоційного стресу.

Матеріали та методи:

Обстежено 250 внутрішньо переміщених осіб віком 19–45 років, які проживали у модульних містечках м. Львова. Для оцінки рівня психоемоційного стресу використовували українську версію шкали Impact of Event Scale-6 (IES-6). Залежно від отриманих результатів було сформовано дві групи:

- основна група — 145 осіб із високим рівнем стресу;
- група порівняння — 105 осіб із низьким або помірним рівнем стресу.

Стан тканин пародонта оцінювали відповідно до сучасної класифікації AAR/EFP (2018). Визначали клінічно здоровий пародонт, гінгівіт, пародонтит I, II та III стадій.

Результати досліджень:

Поширеність захворювань тканин пародонта серед осіб із високим рівнем стресу становила 82,07%, тоді як у групі з низьким або помірним рівнем стресу — 68,57%. Частка осіб із клінічно здоровим пародонтом була достовірно

більшою у групі порівняння (31,43%) порівняно з основною групою (17,93%), тобто майже у 1,8 раза ($p < 0,05$).

Аналіз структури захворювань показав такі особливості:

- гінгівіт виявлено у 15,17% осіб із високим рівнем стресу та у 22,86% осіб із низьким або помірним рівнем стресу;
- пародонтит I стадії діагностовано відповідно у 20,69% та 24,76% обстежених;
- пародонтит II стадії зустрічався у 28,97% пацієнтів основної групи та у 16,19% осіб групи порівняння, що у 1,8 раза частіше при високому рівні стресу;
- пародонтит III стадії діагностовано у 17,24% пацієнтів із високим рівнем стресу та лише у 4,76% осіб із низьким або помірним рівнем стресу, що у 3,6 раза частіше.

Отримані відмінності були статистично достовірними ($p < 0,05$).

Обговорення:

Отримані результати узгоджуються з даними сучасних досліджень, які свідчать, що хронічний психоемоційний стрес є важливим фактором ризику розвитку та прогресування захворювань тканин пародонта. Підвищений рівень стресу сприяє порушенню імунної відповіді, посиленню запальних процесів, погіршенню гігієни порожнини рота та зниженню прихильності пацієнтів до лікування. В умовах війни ці механізми набувають особливого значення серед внутрішньо переміщених осіб, які зазнають тривалого психоемоційного навантаження.

Висновки:

1. Високий рівень хронічного психоемоційного стресу асоціюється зі статистично значущим збільшенням поширеності захворювань тканин пародонта.
2. Поширеність патології пародонта у пацієнтів із високим рівнем стресу становила 82,07%, що у 1,2 раза перевищувало аналогічний показник у групі з низьким або помірним рівнем стресу (68,57%; $p < 0,05$).
3. Особи з високим рівнем стресу достовірно частіше мали тяжкі форми пародонтиту (II–III стадій), тоді як у групі порівняння переважали клінічно здоровий пародонт, гінгівіт і пародонтит I стадії.
4. Хронічний психоемоційний стрес є важливим модифікуючим фактором розвитку та прогресування захворювань тканин пародонта.
5. Внутрішньо переміщені особи з високим рівнем психоемоційного стресу повинні розглядатися як група підвищеного ризику щодо розвитку тяжких форм пародонтиту та потребують своєчасного стоматологічного обстеження, профілактики й комплексного лікування.

Список літератури

1. Castro MML, Ferreira RO, Fagundes NCF, Almeida APCPSC, Maia LC, Lima RR. Association between psychological stress and periodontitis: a systematic review. Eur J Dent. 2020;14(1):171-179. doi:10.1055/s-0039-1693507.

2. Ball J, Darby I. Mental health and periodontal and peri-implant diseases. *Periodontol* 2000. 2022;90(1):106-124. doi:10.1111/prd.12452.
3. Macrì M, Papi P, Santonocito S, Cordaro M, Iandolo A, Cordaro A, et al. Periodontal health and its relationship with psychological stress, mindfulness, and socioeconomic variables: a cross-sectional study. *Dent J (Basel)*. 2024;12(5):145. doi:10.3390/dj12050145.
4. Вербенець ХВ, Фурдичко АІ, Федун ІР, Пилипів НВ, Різник ЮБ. Дослідження стану тканин пародонта у внутрішньо переміщених осіб молодого віку. *Вісник стоматології*. 2024;54(4).
5. Skrypnykov PM, Skrypnykova TP, Lupatsa NA, et al. Oral health status of internally displaced persons. *Ukrainian Dental Almanac*. 2023;(1):12-16. doi:10.31718/2409-0255.1.2023.02.
6. Kolenko YG, Volovyk IA, Voronina IE, Dementieva OV, Chumak EA. The influence of the psychosocial stress on oral health status in the conditions of being in Ukraine during the prolonged state of martial law. *Wiad Lek*. 2024;77(8):1593-1602. doi:10.36740/WLek202408109.
7. Висоцький В.Я. Оцінка рівня сприйняття стресу та стану тканин пародонта у військовослужбовців Збройних Сил України. *Клінічна стоматологія*. 2025;(4):7-13. doi:10.11603/2311-9624.2025.4.15961.
8. Boytsanyuk S., Levkiv M., Zaliznyak M., Manashchuk N., Patskan L., Pohoretska Kh, Chornii N. Impact of war stress on oral health. *Journal of Education Health and Sport*. 2025. 78:58835. DOI: 10.12775/JEHS.2025.78.58535
9. Білан, В., Бандрівський, Ю. (2024). Індексна оцінка стану тканин пародонта у військовослужбовців зсу із запальними і дистрофічно-запальними захворюваннями тканин пародонта залежно від їх стресостійкості та рівня реактивної тривожності. *Український стоматологічний альманах*, (2), 5 <https://doi.org/10.31718/2409-0255.2.2024.01>
10. Caton JG, Armitage G, Berglundh T, Chapple ILC, Jepsen S, Kornman KS, et al. A new classification scheme for periodontal and peri-implant diseases and conditions - introduction and key changes from the 1999 classification. *J Periodontol*. 2018;89 Suppl 1:S1-S8. doi:10.1002/JPER.18-0157.
11. Chapple ILC, Mealey BL, Van Dyke TE, Bartold PM, Dommisch H, Eickholz P, et al. Periodontal health and gingival diseases and conditions on an intact and a reduced periodontium: consensus report of workgroup 1 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Periodontol*. 2018;89 Suppl 1:S74-S84. doi:10.1002/JPER.17-0719.
12. Олексюк О.О. Рекомендації щодо статистичної обробки даних медичних та біологічних досліджень: методичні рекомендації. Львів: ЛНМУ імені Данила Галицького. 2016; 12 с.
13. Хороз ЛМ, Лукович МЮ, Лукович ІМ, Синиця ВВ. Посттравматичний стресовий розлад та його вплив на ендоекологію порожнини рота: необхідність мультидисциплінарного підходу у сучасній стоматології (огляд літератури). *Via Stomatologiae*. 2025;2(1):8-17. doi:10.32782/3041-1394.2025-1.1.

PHOTOSYNTHESIS IN THE ERA OF CLIMATE CHANGE: INTEGRATING PLANT PHYSIOLOGY, CARBON DYNAMICS, AND ECOSYSTEM RESILIENCE

Poleva Julia

Ph.D., Visiting Professor
Florida Institute of Technology,
Melbourne, Florida, USA

Photosynthesis is the primary biological process that converts solar energy into chemical energy, providing the foundation for life on Earth and regulating the global carbon cycle. Through the fixation of atmospheric carbon dioxide (CO_2), plants, algae, and cyanobacteria produce organic compounds that sustain food webs while simultaneously acting as major carbon sinks. However, ongoing climate change is significantly altering the environmental conditions under which photosynthesis has evolved, thereby affecting plant growth, productivity, and ecosystem stability [1, 2].

Temperature is one of the most critical factors regulating photosynthetic efficiency. Moderate warming may stimulate photosynthesis in temperate regions by extending the growing season and accelerating enzymatic reactions. However, temperatures exceeding the optimum range impair the photosynthetic apparatus by disrupting chloroplast membranes, reducing Rubisco activity, inhibiting electron transport within photosystem II, and increasing photorespiration [3]. Heat stress also enhances the production of reactive oxygen species (ROS), which can damage proteins, lipids, and nucleic acids unless neutralized by antioxidant defense systems (photo 1).



Photo 1. Forest vegetation represents one of the largest terrestrial photosynthetic systems, playing a fundamental role in carbon assimilation, oxygen production, and the regulation of ecosystem resilience under changing climatic conditions (the author's personal development).

Water availability is another major determinant of photosynthetic performance. Increasing drought frequency causes stomatal closure, limiting CO₂ diffusion into leaves and reducing carbon fixation. Prolonged water deficits may also lead to non-stomatal limitations, including impaired chloroplast metabolism, reduced ATP synthesis, and degradation of photosynthetic pigments. Consequently, plant productivity declines, and carbon allocation shifts from growth toward maintenance and stress defense. In contrast, excessive precipitation and flooding reduce oxygen availability in the root zone, impair nutrient uptake, and indirectly suppress photosynthetic activity.

Different photosynthetic pathways exhibit varying degrees of climate resilience. C₃ species, which account for approximately 85% of terrestrial plant species, are generally more responsive to elevated atmospheric CO₂ but are also more susceptible to heat and drought stress. C₄ plants possess a carbon-concentrating mechanism that minimizes photorespiration and allows them to maintain higher photosynthetic efficiency under high temperatures and limited water availability. Crassulacean Acid Metabolism (CAM) plants demonstrate exceptional drought tolerance by opening their stomata primarily at night, thereby minimizing water loss while maintaining carbon assimilation in arid environments.

Plants have evolved numerous adaptive mechanisms to maintain photosynthetic efficiency under environmental stress. These include stomatal regulation, osmotic adjustment, synthesis of compatible solutes such as proline and glycine betaine, activation of antioxidant enzymes, production of heat shock proteins, and photoprotective processes such as non-photochemical quenching (NPQ). Long-term adaptation may also involve modifications in leaf morphology, root architecture, gene expression, and epigenetic regulation, enabling plants to acclimate to changing environmental conditions [4].



Photo 2. Subtropical ecosystems: hotspots of year-round photosynthetic activity and carbon sequestration (the author's personal development).

Recent advances in plant physiology, molecular biology, remote sensing, and ecosystem modeling have significantly improved our understanding of photosynthetic responses to climate change [5, 6]. High-throughput phenotyping, chlorophyll fluorescence imaging, satellite observations, and artificial intelligence-based predictive models provide new opportunities to assess photosynthetic performance across scales ranging from individual leaves to entire ecosystems. These interdisciplinary approaches support the development of climate-resilient crops, sustainable agricultural practices, and effective ecosystem management strategies.

Photosynthesis is the central metabolic process that sustains terrestrial life by converting solar energy into chemical energy while simultaneously regulating atmospheric carbon dioxide concentrations. As the primary mechanism underlying plant growth, biomass accumulation, and crop productivity, photosynthesis directly links plant physiology with global carbon cycling, food security, and ecosystem resilience. In the era of rapid climate change, understanding the physiological regulation of photosynthesis has become increasingly important for agriculture, environmental management, and biological education [7, 8].

Climate change is characterized by rising atmospheric CO₂ concentrations, increasing temperatures, altered precipitation patterns, and a growing frequency of droughts, floods, and heatwaves [9]. These environmental changes affect both the light-dependent reactions occurring in the thylakoid membranes and the Calvin–Benson cycle within chloroplasts. Although elevated atmospheric CO₂ may temporarily stimulate carbon fixation in many C₃ crops by suppressing photorespiration, this "CO₂ fertilization effect" is often constrained by nutrient deficiencies, water scarcity, and thermal stress. Consequently, the expected increase in crop productivity is frequently lower than predicted under controlled experimental conditions.

Agricultural ecosystems illustrate the complexity of photosynthetic responses to climate variability [10 – 12]. Major cereal crops such as wheat (*Triticum aestivum*), rice (*Oryza sativa*), barley (*Hordeum vulgare*), and soybean (*Glycine max*) rely primarily on the C₃ photosynthetic pathway and therefore exhibit considerable sensitivity to elevated temperatures and drought. Heat stress exceeding the optimum temperature for Rubisco activity reduces carbon assimilation, accelerates chlorophyll degradation, disrupts thylakoid membrane integrity, and increases oxidative stress through excessive production of reactive oxygen species (ROS).

In contrast, C₄ crops - including maize (*Zea mays*), sorghum (*Sorghum bicolor*), and sugarcane (*Saccharum officinarum*) - possess a specialized carbon-concentrating mechanism that minimizes photorespiration and allows higher photosynthetic efficiency under high temperatures, intense solar radiation, and limited water availability (photo 3). As global temperatures continue to rise, C₄ species may become increasingly important for sustainable agricultural production in semi-arid and tropical regions.

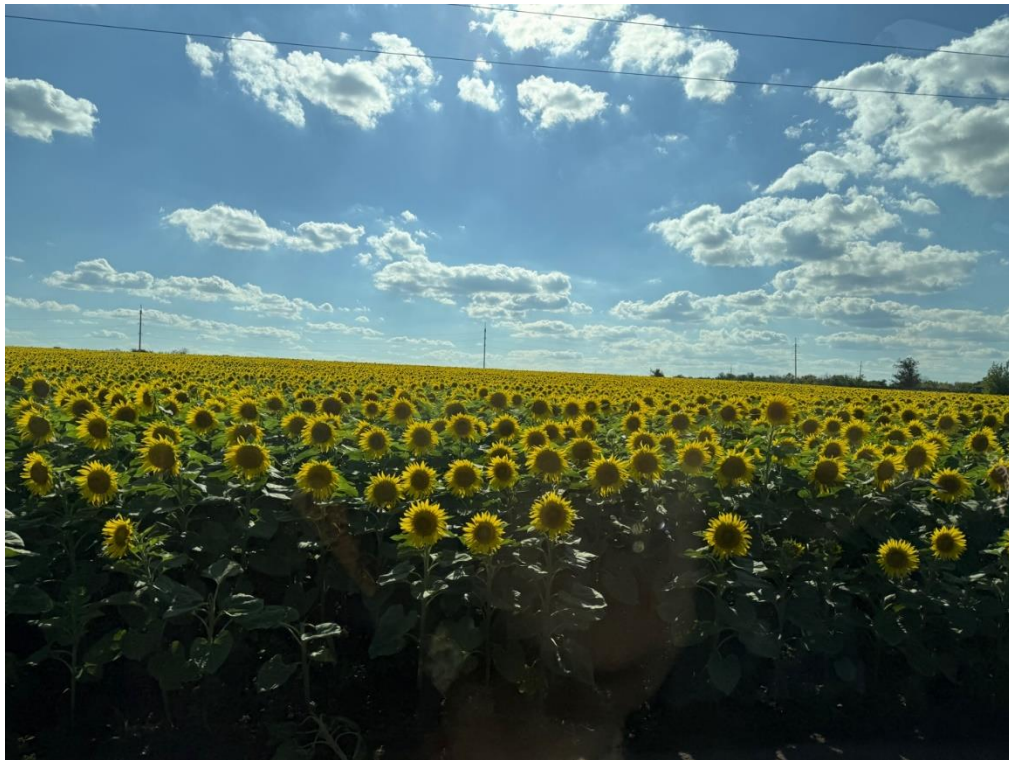


Photo 3. Photosynthetic productivity of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in the Steppe zone of Ukraine under high solar irradiance and continental climatic conditions (original work by the author).

Photosynthetic responses also differ among climatic zones. In temperate ecosystems, moderate warming may initially enhance photosynthesis by extending the growing season and promoting earlier leaf development. Nevertheless, excessive summer temperatures and irregular precipitation increasingly offset these benefits [13, 14]. Boreal forests are expected to experience longer periods of carbon uptake due to warmer conditions; however, increased wildfire frequency, insect outbreaks, and permafrost degradation may reduce their long-term carbon sequestration capacity. In Mediterranean and semi-arid climates, chronic water deficits induce prolonged stomatal closure, decreasing CO₂ diffusion into mesophyll tissues and significantly limiting photosynthetic productivity. Tropical forests, despite their high primary productivity, may also experience declining photosynthetic performance when temperatures exceed species-specific thermal optima or when prolonged drought disrupts hydraulic conductivity.

Plant adaptation to climate change involves numerous physiological and biochemical mechanisms that preserve photosynthetic efficiency. These include regulation of stomatal conductance, optimization of mesophyll conductance, activation of antioxidant enzymes such as superoxide dismutase, catalase, and ascorbate peroxidase, accumulation of compatible osmolytes, synthesis of heat shock proteins, and photoprotective mechanisms including non-photochemical quenching (NPQ). At the molecular level, climate adaptation is associated with differential expression of photosynthesis-related genes, remodeling of chloroplast ultrastructure, and epigenetic regulation that may contribute to stress memory and transgenerational acclimation.

The study of photosynthesis is of particular importance for students specializing in biology, plant sciences, agriculture, ecology, and environmental science. As one of the most integrative biological processes, photosynthesis combines concepts from biochemistry, molecular biology, genetics, physiology, ecology, and climate science. Understanding photosynthetic mechanisms enables students to explain how plants respond to environmental stress, regulate carbon metabolism, and contribute to ecosystem stability. Furthermore, knowledge of photosynthesis provides the scientific basis for addressing global challenges including climate change mitigation, biodiversity conservation, sustainable agriculture, and food security [15, 16].

Practical education in photosynthesis also develops essential research competencies. Laboratory investigations involving chlorophyll fluorescence, gas exchange systems, pigment analysis, and measurements of photosynthetic efficiency familiarize students with modern experimental techniques widely used in plant physiology and environmental research [17]. Field-based observations across contrasting climatic regions allow students to connect physiological responses with ecosystem processes, strengthening interdisciplinary thinking and scientific reasoning.

From an educational perspective, integrating climate change into the teaching of photosynthesis enhances systems thinking by demonstrating the interactions among atmospheric processes, plant metabolism, agricultural production, and ecosystem functioning. Students gain an appreciation of how molecular events occurring within chloroplasts scale up to influence global carbon dynamics, climate regulation, and human well-being [18, 19]. Such interdisciplinary training prepares future biologists, agronomists, ecologists, and environmental managers to develop innovative strategies for improving crop resilience, conserving biodiversity, and supporting sustainable development in a changing climate.

Overall, the study of photosynthesis under climate change represents a critical intersection of plant physiology, agricultural science, ecosystem ecology, and education. Continued research on photosynthetic regulation across diverse climatic zones will be essential for enhancing crop adaptation, maintaining terrestrial carbon sinks, and training the next generation of biological scientists capable of addressing the environmental challenges of the twenty-first century.

In conclusion, photosynthesis remains one of the most important biological processes determining the resilience of terrestrial ecosystems under climate change. Its response to elevated CO₂, rising temperatures, altered water availability, and environmental stress is governed by complex interactions between plant physiology, carbon metabolism, and ecosystem processes. Integrating knowledge from physiology, ecology, molecular biology, and climate science is essential for safeguarding global food security, enhancing carbon sequestration, and promoting sustainable ecosystem functioning in an increasingly warming world.

References

1. Poleva Julia (2025) Observations of climate changes in the Steppe zone of Ukraine. The 7th International scientific and practical conference “Sociological and psychological models of youth communication” (February 18 – 21, 2025) Copenhagen,

Denmark. International Science Group. 30 – 33. <https://isg-konf.com/sociological-and-psychological-models-of-youth-communication/>

2. Poleva Ju., Polev M. (2024) Climate change and agriculture, some methods of adaptation. The 17th International scientific and practical conference “The latest technologies in the development of science, business and education” (April 30–May 03, 2024) London, Great Britain. International Science Group. p. 43-46.

3. Poleva Ju., Polev M. (2024) Raising student awareness to study and address climate change. The 16th International scientific and practical conference “Innovations in education: problems, prospects and answers to today’s challenges,” (April 23 – 26, 2024), Zagreb, Croatia. International Science Group. 37 – 39. <https://isg-konf.com/innovations-in-educ>

4. Julia Poleva The delicate balance: food chains, ecosystems, and biodiversity//VII International Scientific and Practical Conference «Digital transformation of society: opportunities and challenges», February 17-20, 2026, Milan. 56 – 59.

5. Julia Poleva (2026) The ecosystem as a key concept for integrating biological knowledge in the course “Fundamentals of Biology” //VI International Scientific and Practical Conference «Current state and trends in the development of science and education», 2026, Bilbao, Spain. 66 – 71.

6. Poleva J. (2024) Use of bioindication and biotesting in studying the state of freshwater ecosystems. The 6th International scientific and practical conference “Old and new technologies of learning development in modern conditions” (February 13-16), Berlin, Germany. International Science Group, 1, 40 – 43.

7. Poleva, J. L. (2020). Characteristics of bottom fauna of small reservoirs of the Steppe zone of Ukraine. Ecology and noospherology. Dnipro, Ukraine, 31(2), 105–107. <https://doi.org/10.15421/032017>

8. Julia Poleva (2026) Silent architects of nature: the ecological importance of lichens. The 28th International scientific and practical conference “Transforming education with modern digital tools and technologies” (July 14–17, 2026) Milan, Italy. International Science Group. 2026. 192 – 196.

9. Julia Poleva (2026) Rich biodiversity as evidence of a healthy environment: the case of Florida. The 29th International scientific and practical conference “Digital transformation: current challenges and future plans” (July 21–24, 2026). 2026. 18 – 25.

10. Poleva J. L., Polev M. D. (2024) «Lace Miracle», lichens as an indicator of the ecological situation using the example of Turkey Creek, Florida. Ecology and noospherology, Oles Honchar Dnipro National University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, 35 (1), 66 -71.

11. Ju. Poleva, M. Polev The importance of environmental research for science-based and multifaceted climate change action// The 5th International and practical conference “Problems of science development in the context of global transformations” (October 01 – 04, 2024) Zagreb, Croatia. International Science Group. 2024. pp. 26 – 28.

12. Poleva Ju. L. (2024) Life is like a reservoir into which a scientist who is completely devoted to his work plunges. Studies in History and Philosophy of Science

and Technology. Oles Honchar Dnipro National University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, 32 (2), 125 – 131.

13. Julia Poleva Connection of information communication with the ecological installation //The 17th International scientific and practical conference “Trends in the development of science in the digital transformations” (April 29 – May 02, 2025) Milan, Italy. International Science Group. 2025. 46. <https://isg-konf.com/trends-in-the-development-of-science-in-the-digital->

14. Poleva Ju., M. Polev Factors for the formation of theory and methodology for teaching ecology//The 15th International scientific and practical conference “New knowledge: strategies and technologies for teaching young people” Lisbon, Portugal. International Science Group. 2024. pp. 36 – 41.

15. Julia L. Poleva Aspects of the formation of ecological knowledge and skills for students majoring in ocean engineering, marine science, biomedical and chemical engineering //The 11th International scientific and practical conference “Advanced technologies for the implementation of educational initiatives” Boston, USA. International Science Group. 2024. pp. 26 – 28.

16. Poleva Julia (2025) Research work as a part of modern teaching technologies. The 5th International scientific and practical conference “Problems of students in universities and new ways of solving them” (February 04–07, 2025) Paris, France. International Science Group. 2025. 15 – 16.

17. Julia Poleva Features of the process of forming students’ interest in studying biology (2025) //The 8th International scientific and practical conference “Modern pedagogical technologies and innovative methods” (February 25 – 28, 2025) Seville, Spain. International Science Group. 2025. 24 – 27.

18. J. Poleva, N. Bilova The use of innovative methods and trends in biological education // Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference. (September 16 – 19) Hamburg, Germany. 2025. 18 – 21. <https://isg-konf.com/research-on-the-dev>

19. Julia Poleva The research-active educator: guiding students toward academic careers //The 8th International scientific and practical conference “Science, technology and innovation: vectors of transformation” (February 24-27, 2026) Berlin, Germany. International Science Group. 2026. 75 – 80.

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН НАСАДЖЕНЬ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ У НАЦІОНАЛЬНОМУ ПРИРОДНОМУ ПАРКУ «ХОЛОДНИЙ ЯР»

Кученко Богдан Вікторович,

аспірант кафедри екології,
Національний університет «Києво-Могилянська академія»

Національний природний парк «Холодний Яр» був оголошений Указом президента 1 січня 2022 року в межах однойменного лісового масиву Черкаської області. До його складу увійшли з викупом у попередніх землекористувачів 6 833,5 га земель державної власності, зокрема 6829,5 га земель лісового фонду [7].

Ця територія являє собою цілісний масив широколистяних лісів природного та, частково, штучного (лісові культури) походження, в якому домінують такі види дерев: дуб звичайний *Quercus robur* L., ясен звичайний або найвищий *Fraxinus excelsior* L., клен гостролистий *Acer platanoides* L., граб звичайний *Carpinus betulus* L., липа серцелиста *Tilia cordata* Mill.. В межах окремих лісових ділянок Холодного яру до домінантних видів також можна віднести клен польовий *Acer campestre* L. та в'яз шорсткий *Ulmus glabra* Huds.. У Холодному яру збереглися значні площі стиглих дубово-ясенових та ясеново-грабово-дубових лісів, що мають високу природоохоронну цінність [6]. При цьому, тут досить поширені ділянки лісу, які внаслідок господарської діяльності зазнали трансформації видового складу, і в яких домінують чужорідні види дерев. Зокрема, відносно поширеними у межах цього НПП є ділянки (лісогосподарські виділи), в яких висаджено сосну звичайну *Pinus sylvestris* L. [1] – аборигенний для України вид, який є чужорідним для екосистем Холодному Яру.

Методи досліджень: ГІС-аналіз поширення лісових ділянок з домінуванням сосни звичайної (з використанням програми QGIS); польові дослідження: проведення геоботанічних описів гомогенних ділянок розміром 20 на 20 метрів, на основі методики еколого-флористичної класифікації Браун-Бланке, а також Методології польового картування оселищ [4], оцінка ступенів збереженості типу природного оселища G1.A1 в межах досліджуваних ділянок; камеральний аналіз та порівняння результатів польових досліджень.

Згідно з таксаційними даними лісовпорядкування 2013 року (найновіші доступні дані), сосна звичайна є головною породою (домінуючим видом у деревостані за задумом лісівників) на ділянках загальною площею 192,7 га. Площа лісових ділянок із часткою *Pinus sylvestris* у деревостані щонайменше 10% становить 271 га. Вік соснових насаджень у межах таких ділянок коливається від 22 до 80 років (у перерахунку на 2026 рік), а найбільш поширений клас віку – 61-70 років [1]. Аналіз картографічних матеріалів показав, що ці ділянки переважно зосереджені в північній частині нацпарку. Така

концентрація дещо спрощує організацію регулярного моніторингу та впровадження подальших управлінських заходів на цих ділянках.

У минулому згадані ділянки були вкриті широколистяними лісами, що були зрубані в рамках планової лісгосподарської діяльності. Ключовим науковим підходом, який визначив подальше висадження тут лісових культур саме сосни звичайної, стала лісотипологічна класифікація на основі «едафічної сітки» Алексеева – Погребняка. Ця сітка передбачає класифікацію всіх ділянок лісів за категоріями вологості (гігротоп) та родючості (едафотоп) ґрунтів, які разом формують 24 варіації типів лісорослинних умов (едафотопів). Для кожного з едафотопів, залежно від складу лісоутворюючих порід, які притаманні конкретному географічному регіону, виділяють від одного до декількох типів лісу [8]. Для кожного типу лісу передбачені цільові деревостани, видовий склад яких чітко обмежений, виходячи передусім із економічних інтересів лісокористувачів.

У контексті менеджменту лісових оселищ заснований на принципах лісотипологічної класифікації підхід часто суперечить оселищній концепції збереження біорізноманіття, яка є базовим підходом до природоохоронної діяльності в сучасній Європі та полягає в охороні систем надорганізмowego рівня. Фундаментом цієї концепції та, водночас, основним нормативно-правовим актом, який регламентує необхідність збереження природних оселищ в Україні є Бернська конвенція про охорону дикої флори та фауни і природних середовищ існування в Європі, яка була затверджена 19 вересня 1979 року. Подальшим розвитком оселищної концепції збереження біорізноманіття в країнах Європейського союзу вважаються Оселищна (92/43/ЄЕС) та Пташина (2009/147/ЄС) директиви [2]. Ці документи передбачають, зокрема, збереження типів природних оселищ (ділянок суші або водойм, які визначаються за географічними, абіотичними та біотичними особливостями), які перебувають під загрозою на рівні Європи. А ключовою метою є збереження типів природних оселищ у сприятливому природоохоронному статусі, або їх відновлення до такого статусу [9].

Одним із практичних прикладів такої суперечності є питання відновлення та підтримки корінних деревостанів у неексплуатаційних лісах: природоохоронних, рекреаційних та захисних. Особливо гостро ця проблема стоїть для природоохоронних територій, які з одного боку мають забезпечувати збереження біорізноманіття, зокрема охоронюваних типів природних оселищ, а з іншого – перебувають у рамках норм українського лісового законодавства, що базуються на традиційних підходах до управління лісами.

На прикладі вищезгаданих насаджень *Pinus sylvestris* в НПП «Холодний Яр» розглянемо проблеми, які можуть виникати коли під час формування деревостанів покладатись лише на тип лісу, без врахування особливостей типів природних оселищ.

Ділянки з висадженими культурами *Pinus sylvestris* переважно (90%) належать до типу лісу «свіжа грабово-соснова судіброва». Заплановані для нього цільові деревостани мають включати сосну звичайну, разом із дубом звичайним;

можлива участь граба звичайного та незначних домішок липи серцелистої та клена гостролистого. Водночас, щонайменше 29,1 га займають культури *Pinus sylvestris*, висаджені в умовах типу лісу «свіжа грабова діброва». До цього типу лісу корінними деревостанами вважаються насадження дуба звичайного з домішками ясена звичайного, кленів гостролистого та польового, а також липи серцелистої. При цьому, висаджені лісівниками соснові деревостани відносяться до похідних.

Для аналізу в польових умовах, нами було відібрано 8 лісових ділянок у межах Креселецького лісництва нацпарку: 4 – з насадженнями сосни звичайної, та 2 – місцевих листяних дерев в умовах свіжої грабово-соснової судіброви, а також 2 ділянки насаджень сосни звичайної в умовах свіжої грабової діброви. При цьому, за результатами аналізу видів рослинного покриву практично всю територію НПП «Холодний Яр», включаючи всі 8 досліджуваних ділянок, за результатами досліджень науковців парку було віднесено до охоронюваного типу природного оселища «G1.A1. Дубово-ясенево-грабові ліси на евтрофних і мезотрофних ґрунтах» [5].

У ході проведення польових досліджень було оцінено видову та просторову структуру фітоценозів 8 відібраних ділянок, наявність на них мертвої деревини, дерев великого діаметру (понад 50 см), а також видів Червоної книги України. Також нами було оцінено ступені збереженості типу природного оселища G1.A1 у межах відібраних ділянок, базуючись на розробленій раніше методології [3]. Оцінка ступенів збереженості оселища здійснюється шляхом співставлення ступенів збереженості структури, функцій та можливості відновлення охоронюваного оселища для кожної з ділянок. При цьому враховуються такі параметри лісових фітоценозів: середній вік та видова структура деревостанів, рівень антропогенного тиску, представленість крупномірної сухостійної та поваленої мертвої деревини, стан підросту деревних видів, наявність неаборигенних, зокрема інвазійних, видів у деревостані та підрості.

Характеристики фітоценозів досліджених ділянок, які були використані для порівняння стану цих ділянок, а також результати оцінки ступенів збереженості ділянок оселища G1.A1 подані нижче у вигляді таблиці 1.

Таблиця 1. Порівняння фітоценозів досліджених ділянок.

ПАРАМЕТР*	ДІЛЯНКА 1	ДІЛЯНКА 2	ДІЛЯНКА 3	ДІЛЯНКА 4
Розташування: квартал/виділ	37 / 4	3 / 18	2 / 11	18 / 4
Площа, га	0,6	8,5	13,3	1,6
Тип лісу	С2-гсд	С2-гсд	С2-гсд	С2-гсд
Вік, років	54/к (22/п)	62 / к	61 / к	22 / к
Склад деревостану за документами	10сз+гхг (5клг5гз)	4сз2яз 2лпд1гз 1клг	7сз3гз	7сз2клг 1гхч

Фактичні проєктивні покриття, %	Сз-25, сч-20, клг-5, гз-8, дчр-5, дз-3	Сз-35, яз-15, лпд-15, дз-5, гз-20	Сз-30, клг-15, лпд-15, яз-10, гз-15, дз-7	Сз-35, гз-25, клг-20, гхч-10 лпд-5, бп-5
Кількість видів рослин	15	18	16	17
Види з чку	---	---	---	---
Запас мертвої деревини м ³ /га ^{**}	15-20	80-100	80-100	1-2
Великі дерева, шт./г=20 м ^{***}	---	3	6	---
Збереженість оселища	Середня	Хороша	Хороша	Погана
ПАРАМЕТР*	ДІЛЯНКА 5	ДІЛЯНКА 6	ДІЛЯНКА 7	ДІЛЯНКА 8
Розташування: квартал/виділ	12 / 11	12 / 5	17 / 3	23 / 4
Площа, га	8	4,7	2,8	2,3
Тип лісу	С2-гсд	С2-гсд	Д2-гд	Д2-гд
Вік, років	117 / н	57 / к	64 / к	18 / к
Склад деревостану за документами	блпд1дз 3гз	3яз3гз 1клг1лпд 1ос 1бп	5сз3яз 1клг1лпд	10сз
Фактичні проєктивні покриття, %	Лпд-40, гз-20, дз-15, клг-15, яз-12	Лпд-35, гз-25, яз-20, дз-10, клг-10, бп-5	Сз-40, лпд-35, гз-15, яз-10, клг-5, клп-5	Сз-50, бп-15, кля-15, вк-15, ос-8
Кількість видів рослин	28	22	18	28
Види з чку	<i>Allium ursinum</i> l.	<i>Allium ursinum</i>	---	---
Запас мертвої деревини м ³ /га ^{**}	20-25	25-30	40-50	---
Великі дерева, шт./г=20 м ^{***}	4	---	---	---
Збереженість оселища	Відмінна	Хороша	Погана	Погана

* **Умовні позначення:** ЧКУ – Червона книга України; типи лісу: С2-ГСД – свіжа грабово-соснова судіброва, Д2-ГД – свіжа грабова діброва; походження: К - лісові культури, Н - природне насіннєве, П - природне порослеве; види дерев: Бп - береза повисла, Вк – верба козяча, Дз – дуб звичайний, Дчр – дуб червоний, Гхг – горіх грецький, Гхч – горіх чорний, Гз – граб звичайний, Клг – клен гостролистий, Клп – клен польовий, Кля – клен ясенелистий, Лпд – липа

дрібнолиста, Ос – осика, Сз – сосна звичайна, Сч – сосна чорна, Яз – ясен звичайний.

** - орієнтовний діапазону запасу мертвої деревини, який розрахований шляхом екстраполяції результатів підрахунку сухостійних та повалених відмерлих дерев, діаметром понад 10 см, в радіусі 15 м від спостерігача у центрі досліджуваної ділянки.

*** - кількість дерев, діаметром у нижній частині стовбура більше 50 см в радіусі 20 метрів навколо спостерігача у центрі досліджуваної ділянки

Джерело даних: власні спостереження автора.

Польові дослідження показали, що при досягненні середнього віку в 55-60 років, культури сосни звичайної в обох досліджених типах лісу починають масово всихати та випадати із деревостану, де їх заміщують аборигенні листяні види дерев (ясен звичайний, клен гостролистий, дуб звичайний, липа дрібнолиста, граб звичайний). Це спостереження підтверджує гіпотезу про похідний характер деревостанів за участі *Pinus sylvestris* в лісорослинних умовах свіжого сугруду та свіжого груду на території Холодного Яру. Масове всихання сосни звичайної у деревостанах віком понад 60 років тимчасово створює у них значні запаси мертвої деревини (найбільші серед усіх досліджених ділянок). З одного боку, це створює сприятливі умови для розмноження видів-ксилофагів, а з іншого – підвищує рівень пожежної небезпеки.

Водночас, досліджені молоді насадження сосни (віком до 25 років) характеризуються перегущеними деревостанами, захащені дрібними гілками і мають товстий шар хвойної підстилки, що в комплексі створює високий рівень пожежної небезпеки на таких ділянках. Поява у подібних деревостанах старшого віку значної частки дерев аборигенних листяних видів, що є проявом вторинних сукцесій, зменшує рівень пожежної небезпеки цих ділянок.

На трьох із шести досліджених ділянок соснових насадженнях спостерігається активна експансія інвазійних видів, зокрема клена ясенелистого, дуба червоного та горіха чорного. При цьому, на ділянках де в умовах свіжої грабово-соснової судіброви було висаджено аборигенні види дерев (липу дрібнолисту, ясен звичайний та дуб звичайний) насадження перебувають у кращому стані: характеризуються складнішою просторовою структурою і не спостерігається масового всихання дерев.

Що стосується багатства видів вищих рослин, то у межах ділянок, сформованих насадженнями аборигенних видів, воно є переважно вищим, порівняно з ділянками лісових культур сосни звичайної. Виняток становить ділянка №8, яка наймолодша за віком і характеризується меншою повнотою соснового деревостану, що створює сприятливі умови для росту як аборигенних видів дерев, так і узлісних видів підліску. При цьому, лише у межах 2-х ділянок, деревостан яких сформований аборигенними видами, було зафіксовано вид Червоної книги України – цибулю ведмежу *Allium ursinum* L.

Проведений аналіз 8 ділянок лісових насаджень різного віку та складу деревостанів у межах типу природного оселища G1.A1 дозволяє зробити такі

попередні висновки щодо стану лісових культур сосни звичайної в НПП «Холодний Яр»:

1. В насадженнях *Pinus sylvestris* віком понад 60 років спостерігається масове всихання дерев цього виду, з їхнім заміщенням деревами аборигенних листяних видів. Загалом, цей процес свідчить про сукцесійне відновлення типового для умов холодного яру біотопу.

2. Ділянки, на яких в умовах свіжої грабово-соснової судиброви замість *Pinus sylvestris* було висаджено місцеві листяні види дерев, мають кращий ступінь збереженості типу природного оселища G1.A1.

3. Відновлення лісів виключно на основі лісотипологічної класифікації пов'язане із суттєвими ризиками створення деревостанів, які в дорослому віці будуть нестійкими і потребуватимуть додаткового менеджменту. В умовах природоохоронних територій такий підхід є невиправданим і тому там доцільно першочергово впроваджувати принципи оселищного підходу під час відновлення та формування деревостанів після проведених раніше рубок, а також пожеж та вітровалів.

Список літератури

1. Київська лісовпорядна експедиція, ВО «Укрдержліспроект». Матеріали лісовпорядкування. ДП «Кам'янське лісове господарство» Черкаського обласного управління лісового та мисливського господарства. Черкаси, 2013.

2. Куземко А.А. та ін. Національний каталог біотопів України. За ред. А.А. Куземко, Я.П. Дідуха, В.А. Онищенко, Я. Шеффера. – К.: ФОП Клименко Ю.Я., 2018. – 442 с.

3. Кученко Б.В., Тестов П.С. Методика камеральної оцінки ступеня збереженості лісових біотопів на прикладі НПП «Холодний яр». / Літопис природи НПП "Холодний Яр". Т2, 2024, с. Грушківка (Черкаська обл.). – С.56-64.

4. Ласак Р. та ін. Методологія польового картування оселищ / Расто Ласак, Ян Шеффер, Анна Куземко. Національний каталог біотопів України – К.: ФОП Клименко Ю.Я., 2018. – с. 405-411.

5. Легоняк Б.В. та ін. Літопис природи Національного природного парку «Холодний Яр» / Б. Легоняк, Ю. Мокренчук, К. Лавріненко та ін. Том 2. 2024. – Грушківка, 2025. – 203 с.

6. Мельник В. та ін. Матеріали до Проекту створення національного природного парку «Холодний Яр». В.І. Мельник, О.В. Спрягайло, М.Г. Чорний, Б.В. Легоняк та ін. — Черкаси, 2016. — 33 с.

7. Офіс Президента України. Указ «Про створення національного природного парку "Холодний Яр"». Київ, 1 січня 2022 року, № 2/2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2/2022#Text>

8. Остапенко Б. Типи лісу рівнинної території України. Науковий вісник НЛТУ. 2003. Вип 13-3. С. 27–42.

9. European Union Law. Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A31992L0043>

ВПЛИВ РЕКРЕАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ С.СОЛОТВИНО НА Р.ТИСА

Федорішко Марія Юріївна,

студентка V курсу,
спеціальності Е2 Екологія,
Навчально-науковий інститут хімії та екології

Науковий керівник:

Глух О.С.

к.х.н., доцент, доцент кафедри
екології та охорони навколишнього середовища
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Рекреаційна діяльність с.Солотвино є вагомим чинником антропогенного навантаження на екологічний стан та гідрологічний режим річки Тиса. Найбільша небезпека – не очищенні стічні води, що потрапляють у поверхневі та підземні води, внаслідок відсутності централізованих систем водовідведення у більшій частини рекреаційних об'єктів. Забруднення водних об'єктів призводить до деградації екосистем та погіршення якості води нижче за течією.

Метою дослідження є оцінка рівня антропогенного навантаження баз відпочинку та оздоровчих комплексів селища Солотвино на хімічні показники річки Тиса.

За даними моніторингу, основними джерелами забруднення є господарсько-побутові води, які містять підвищення концентрації азотних сполук, хлорид-іонів та інших гідрохімічних показників. Особливістю Солотвинського рекреаційного вузла є специфічне мінеральне забруднення, спричинене вимиванням солей з шахт та скидом високо мінералізованих вод з басейнів. Встановлено, що в пікові періоди літнього сезону рівень хлорид-іонів у воді в прибережній зоні р.Тиса перевищує гранично допустиму концентрацію (ГДК) у декілька разів, що свідчить про прямий вплив рекреаційних комплексів.

Для оцінки токсичності водного середовища було проведено біотестування з використанням тест-об'єктів *Daphnia magna* (дафнія) та *Allium cepa* (цибуля). Результати показали, що проби води, відібрані безпосередньо нижче зони розташування рекреаційних зон, мають помірну фітотоксичність. Схожість насіння в контрольних зразках (чиста вода) склала **92,4 – 96,8%**, тоді як у зразках води з р. Тиса в межах впливу рекреації — **68,2 – 74,1%**. Отримані дані підтверджують необхідність впровадження сучасних локальних очисних споруд (ЛОС) для кожного суб'єкта господарювання.

Проблема збереження екологічного стану р. Тиса вимагає розробки комплексного плану сталого розвитку Солотвинської рекреаційної зони, що включатиме реконструкцію очисних мереж та суворий контроль за утилізацією відходів.

Особливу занепокоєність викликає транскордонний характер впливу рекреаційного сектору Солотвина, оскільки р. Тиса є головною водною артерією басейну Дунаю. Порушення цілісності соленосних товщ та неконтрольований вихід шахтних вод у поєднанні з антропогенним навантаженням від баз відпочинку створюють ризики масштабного транскордонного забруднення. Підвищення індексу сапробності води в районі рекреаційної активності свідчить про зміну біоценозів річки: чутливі до чистоти види гідробіонтів витісняються більш стійкими до сольового та органічного забруднення організмами. Це ставить під загрозу виконання міжнародних зобов'язань України щодо збереження екологічного статусу транскордонних водотоків відповідно до Водної рамкової директиви ЄС.

Окрім рідких стоків, суттєвим фактором деградації прибережної зони є накопичення твердих побутових відходів, обсяги яких у туристичний сезон зростають експоненціально. Недостатня кількість санкціонованих сміттєзвалищ та відсутність культури поводження з відходами призводять до захаращення заплави річки, що під час паводків спричиняє вимивання токсичних речовин безпосередньо у русло. Більше того, хаотична забудова берегової лінії об'єктами відпочинку часто супроводжується самовільною зміною мікрорельєфу та знищенням прибережної захисної рослинності. Це послаблює природну фільтраційну здатність берегів та активізує ерозійні процеси, що в умовах динамічного режиму р. Тиса підвищує ризики руйнування гідротехнічних споруд та берегової інфраструктури.

Список літератури

1. Закарпатська обласна державна адміністрація. Регіональна стратегія розвитку Закарпатської області на період до 2027 року. Ужгород. 2020. С. 84.
2. Малець, Н. М., та ін. Екологічний моніторинг транскордонних річок Карпатського регіону. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Біологія*, 2021, 50: 15-22.

ОСНОВНІ АКЦЕНТИ ЩОДО ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ЛЮДСЬКИХ РЕСУРСІВ ПІДПРИЄМСТВ

Бриль Ірина Василівна

кандидат економічних наук, старший науковий співробітник
Інститут економіки промисловості НАН України,
м. Київ

В нестабільних умовах економіки збереження людських ресурсів (Human Resources) стає критичним фактором виживання та подальшого розвитку підприємства. Проблеми існування та збереження людських ресурсів підприємства в умовах кризи широко досліджуються в науковій літературі. Зарубіжні дослідники розглядають персонал не як статтю витрат, що підлягає скороченню, а як нематеріальний актив компанії.

За умов кризи ключовими завданнями є утримання кваліфікованих кадрів, оптимізація системи мотивації, зміна стилю управління та вдосконалення кадрової політики. Зарубіжні дослідження акцентують увагу на необхідності гнучкого підходу до управління персоналом, впровадження малобюджетних рішень, автоматизації процесів та використання нових технологій для підвищення ефективності роботи з кадрами в умовах обмежених ресурсів. У центрі уваги перебувають питання адаптації персоналу до нових економічних реалій, перегляду пріоритетів і структури витрат, забезпечення емоційної стабільності співробітників.

У працях зарубіжних авторів, присвячених антикризовому управлінню людськими ресурсами, розглядаються такі напрямки [1-3]:

- стратегії утримання ключових співробітників та підвищення їх лояльності в умовах невизначеності;

- методи нематеріальної мотивації та розвитку корпоративної культури;

- оптимізація організаційної структури та впровадження гнучких форм зайнятості;

- використання партнерств та аутсорсингу для зниження навантаження на основний штат.

Армстронг М. (Armstrong M.) у своїй класичній праці розглядає HRM стратегічний інструмент.

Десслер Г. (Dessler G.) фокусується на практичних аспектах найму, адаптації та утримання співробітників.

Беккер Б., Джерард Б. (Becker B., Gerhart B.) у своїх роботах дослідження людських ресурсів заклали основу метрик HR-ефективності.

Основні фактори збереження людських ресурсів за даними зарубіжних досліджень:

1. Безперервне навчання та управління знаннями. У період спаду зростає потреба у висококваліфікованих спеціалістах. Компанії-лідери зберігають або

збільшують інвестиції у розвиток персоналу (програми підвищення кваліфікації, стажування), щоб підвищити цінність співробітників та їх продуктивність.

2. Оптимізація організаційної структури замість масових звільнень. Замість скорочення штату закордонні практики рекомендують оптимізацію штатного розкладу під поточний ринковий попит, реструктуризацію бізнес-процесів та запровадження віддалених форматів роботи для зниження операційних витрат.

3. Трансформація системи мотивації. Оскільки масштабне підвищення заробітної плати під час кризи часто неможливе, акцент зміщується на нематеріальне стимулювання: розширення соціального пакету (навчання, додаткові відгули), покращення умов праці та психологічну підтримку керівництва. Для багатьох співробітників головним мотиватором залишається наявність стабільної роботи.

4. Внутрішні комунікації та залученість. Підвищення рівня участі співробітників у житті компанії через опитування задоволеності та відкритий діалог знижує тривожність колективу та зміцнює корпоративну культуру, що перешкоджає плинності кадрів.

5. Утримання талантів та наступність знань. Важливим чинником є створення інформаційних баз даних та проведення міжфункціональних нарад, щоб знання співробітників, що йдуть, не були втрачені для організації.

6. Партнерство та аутсорсинг. Встановлення партнерських відносин з іншими підприємствами та передача непрофільних функцій на аутсорс дозволяють зберегти ядро ключових компетенцій усередині компанії при зниженні загального навантаження на HR-бюджет.

У 2025 році чимало компаній повідомляли про труднощі з наймом персоналу через мобілізацію та еміграцію кваліфікованих кадрів. На ринку праці одночасно зберігається дві протилежні тенденції – скорочення числа працівників і досить високий рівень безробіття, хоч і зі зниженням з 20,6 % у 2022 році до 10-11% у 2025 [4]. Основна проблема – потреби роботодавців не співпадають з компетенціями або місцем проживання кандидатів. Тому важливим для роботодавців могло б стати комплексна перепідготовка та працевлаштування працівників необхідних професій. Виникає необхідність у розробці більш довгострокових програм з повернення, підтримки інтеграції, взаємодії з громадянами за кордоном, одночасної зайнятості та проживання у двох чи більше країнах.

Важливим під час нестабільної ситуації в країні, релокації бізнесу, вимушеного переміщення виробництва є забезпечення керівництвом процесів адаптації і стабільних умов праці для співробітників [5], перехід за необхідності на віддалений режим роботи зі збереженням основної заробітної плати, своєчасне інформування співробітників та максимальна підтримка психоемоційного стану, забезпечення заходів мотивації та стимулювання в колективі, підвищення кваліфікації та можливе перекваліфікування в умовах швидкого розвитку технологій цифровізації штучного інтелекту та підвищення рівня цифрових компетенцій співробітника.

Список літератури

1. Армстронг М. (Armstrong M.) «Практика управління людськими ресурсами» (A Handbook of Human Resource Management). Аналіз закордонного досвіду оперативного планування та маркетингу персоналу під час кризи – С. 39–45.
2. Десслер Г. (Dessler G.) «Управління персоналом» (Human Resource Management). Закордонний досвід поєднання економічних та соціально-психологічних методів управління – С. 7–9.
3. Беккер Б., Джерард Б. (Becker B., Gerhart B.) «Зв'язок між управлінням людськими ресурсами та сприйняттям ефективності організації» (The Impact of Human Resource Management on Organizational Performance). Ключові показники ефективності управління людськими ресурсами – С. 41.
4. Стан людського капіталу в Україні робить реформи ринку праці, системи соціальних виплат та фінансування освіти ключовими завданнями на 2026 рік – Human Capital Chartbook, KSE Institute. URL<https://kse.ua/ua/about-the-school/news/stan-lyudskogo-kapitalu-v-ukrayini-robit-reformi-rinku-pratsi-sistemi-sotsialnih-viplat-ta-finansuvannya-osviti-klyuchovimi-zavdannyami-na-2026-rik-human-capital-chartbook-kse-institute/>
5. БРЮХОВЕЦЬКА, Н., БУЛЕЄВ, І., ЧОРНА, О., БРИЛЬ, І., & КОРИТКО, Т. Формування людського капіталу на підприємствах в умовах цифровізації та розвитку штучного інтелекту. *Scopus Наука та інновації* (2025), 21 (2), 15–27. DOI:<https://doi.org/10.15407/scine21.02.015>

ДО ПИТАННЯ ОБ'ЄКТА СУДОВОЇ ЕКСПЕРТИЗИ ЩОДО ВІДНЕСЕННЯ ІСНУЮЧИХ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД ТА ЇХ ЧАСТИН ДО СПОРУД ПОДВІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ІЗ ЗАХИСНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ СХОВИЩ ТА/АБО ПРОТИРАДІАЦІЙНИХ УКРИТТІВ

Осипенко Катерина Олександрівна

доктор філософії у галузі права,
головний судовий експерт лабораторії
будівельно-технічних досліджень
ННЦ «ІСЕ ім. Засл. проф. М.С. Бокаріуса»

На теперішній час вченими та експертами визначено й обґрунтовано поняття об'єкту судової експертизи – об'єкт (від лат. *objectus* – предмет):

1) філософська категорія, що позначає будь-яку дійсну чи уявну, уречевлену чи ідеальну реальність, яка розглядається як щось зовнішнє у відношенні до людини та її свідомості і яка стає предметом теоретичної та практичної діяльності суб'єкта;

2) об'єкт у теорії пізнання виступає складовою пізнавального процесу, що характеризується як взаємодія об'єкта та суб'єкта. Виділяють різновиди цієї взаємодії: взаємодія об'єкта і суб'єкта як предметних утворень, що впливають одне на одного предметним чином; взаємодія об'єкта й пізнавальних здатностей суб'єкта, в першу чергу відчуттів і мислення; відношення об'єкта та засобів (методів) його освоєння; відношення об'єкта та знання [1].

За твердженнями вчених, об'єкти експертизи – це матеріальні предмети (їх властивості, якості, риси, ознаки), живі організми (предмети зовнішнього світу чи людина), що мають певний правовий статус. При цьому зазначається, що «об'єктом є не самі речові чи письмові докази, а предмети та організми як матеріальні чи матеріалізовані носії інформації. Таке розуміння об'єкта відповідає критеріям, закладеним у визначенні об'єкта судової експертизи: гносеологічному та правовому» [2].

Наприклад, О. О. Бондаренко зазначав, що «під об'єктом судової експертизи слід розуміти матеріальні предмети, явища та процеси, які підлягають експертному дослідженню» [3]. Поряд із цим, під об'єктами експертизи пропонували розуміти «ті джерела фактичних даних, ті носії інформації, які піддаються експертному дослідженню, за допомогою яких експерт пізнає обставини, що входять до предмета експертизи. Таким чином, якщо факти, що складають предмет експертизи, є метою, результатом дослідження, то властивості об'єкта є засобом пізнання цих фактів» [4].

Одне з найбільш повних та достовірних визначень об'єкта судової експертизи надає Е. Б. Сімакова-Єфремян зазначаючи, що «судовий експерт досліджує матеріальні та матеріалізовані носії інформації (під останнім розуміють носії інформації, відображеної в певних документах тощо, які досліджує судовий

експерт)» [5].

На підставі узагальнення існуючих точок зору, можна зробити висновок про те, що під загальним об'єктом слід розуміти матеріальні (матеріалізовані) джерела інформації, які досліджуються експертом за допомогою спеціальних знань під час проведення судової експертизи, що призначена компетентною особою чи судом.

Наголошуємо, що об'єкти дослідження у процесі віднесення існуючих будівель та споруд та їх частин до споруд подвійного призначення із захисними властивостями сховищ та/або протирадіаційних укриттів мають свою специфіку. Під час проведення таких будівельно-технічних експертиз експерт має керуватися як «Інструкцією про призначення та проведення судових експертиз та експертних досліджень», так і національними стандартами й іншими нормативно-правовими актами з оцінювання майна. Так, відповідно до даної Інструкції [6]:

«1.4. Під час проведення експертиз (експертних досліджень) з метою виконання певного експертного завдання експертами застосовуються відповідні методи дослідження, методики проведення судових експертиз, а також нормативно-правові акти та нормативні документи (міжнародні, національні та галузеві стандарти, технічні умови, правила, норми, положення, інструкції, рекомендації, переліки, настановчі документи Держспоживстандарту України), а також чинні республіканські стандарти колишньої УРСР та державні класифікатори, галузеві стандарти та технічні умови колишнього УРСР і державні класифікатори, галузеві стандарти та технічні умови колишнього СРСР, науково-технічна, довідкова література, програмні продукти тощо» [6].

Наголосимо, що визначення способу проведення експертизи (вибір певних методик чи методів дослідження) належить до компетенції експерта.

«п. 2.2. На експерта покладаються такі обов'язки: ...особисто провести повне дослідження, дати обґрунтований та об'єктивний письмовий висновок на поставлені питання, а в разі необхідності роз'яснити його [6].

п. 2.3. Експерту забороняється: ...самостійно збирати матеріали, що підлягають дослідженню, а також самостійно вибирати вихідні дані для проведення експертизи, якщо вони відображені в наданих йому матеріалах неоднозначно [6].

п. 4.13. У дослідницькій частині висновку експерта описуються процес дослідження та його результати, а також дається обґрунтування висновків з поставлених питань. Дослідницька частина повинна включати:

...експертну оцінку результатів дослідження;

...опис процесу застосування інструментальних методів дослідження та проведення експертних експериментів можуть обмежуватися викладенням кінцевих результатів. У зазначених випадках графіки, діаграми, таблиці, матеріали експертних експериментів мають зберігатися у наглядних експертних провадженнях і на вимогу органу (особи), який (яка) призначив (ла) експертизу (залучив (ла) експерта), можуть надаватися їм для ознайомлення» [6].

Слід зазначити, що частина об'єктів дослідження може бути матеріалізована

та надана експерту на дослідження ініціатором проведення експертизи. До таких об'єктів слід віднести:

- матеріали інвентаризаційної справи;
- технічний паспорт на всю будівлю;
- проектно-кошторисна документація в повному обсязі;
- виконавча документація в повному обсязі;
- паспорт захисної споруди із зазначенням в ньому площі, об'єму, кількості входів тощо;
- акт технічного огляду щодо технічного стану об'єкту та інженерних систем;
- документи балансоутримувача (документи, які засвідчують право власності або право користування приміщенням) тощо.

Цей перелік не є остаточним і може поповнюватися іншими об'єктами в залежності від специфіки досліджуваного об'єкта. Процедурно ці об'єкти можуть бути розцінені як передані експерту для аналізу. Тим не менше, експерт може самостійно визначати додаткові об'єкти під час натурних обстежень та аналізу науково-технічної літератури, застосовуючи свої спеціалізовані знання. У такому випадку з процедурної точки зору ці об'єкти можуть бути віднесені до створених експертом для проведення дослідження.

У дослідницькій частині потрібно відобразити всі зібрані дані, етапи їх обробки та результати аналізу, які забезпечують правдивість дослідження. Якщо висновок експерта не міститиме всього необхідного обсягу інформації, у подальшому це може вимагати додаткових роз'яснень відповідно до вимог чинного процесуального законодавства [7]. Досліджувані об'єкти, що розглядаються з позиції процесуальної форми, можуть бути віднесені до категорії допоміжних об'єктів, які експерт залучає для вирішення визначених завдань. Виходячи з наведеного вище можна надати визначення об'єктів даного типу – об'єкти судової будівельно-технічної експертизи щодо віднесення існуючих будівель та споруд та їх частин до споруд подвійного призначення із захисними властивостями сховищ та/або протирадіаційних укриттів – це складний комплекс матеріальних і матеріалізованих об'єктів, які можуть бути надані експерту для дослідження, створені експертом особисто для проведення експертизи чи бути допоміжними об'єктами, що використовує експерт для вирішення поставлених завдань.

Список літератури

1. Філософський енциклопедичний словник : НАН України, Ін-т філософії імені Г.С. Сковороди; [редкол.: В. І. Шинкарчук (голова) та ін.]. Київ: Абрис, 2002, VI, 742 с.
2. Салтевський М. В. Криміналістика (у сучасному викладі): підручник. Київ, 2006. 588 с.
3. Бондаренко О. О. Об'єкт і предмет судової експертизи у кримінальному судочинстві. Вісник Харківського національного університету В.Н. Каразіна № 1082. Серія «Право», 2013. Вип. №16. С. 216-218.

4. Спіцина Г. О., Тюленєв С. А., Сімакова-Єфремян Е. Б. та ін. Судові експертизи у цивільному та господарському провадженні: теорія та практика: монографія. Харків: «ННЦ ІСЕ ім. Засл. проф. М. С. Бокаріуса», 2023. 388 с.

5. Сімакова-Єфремян Е. Б. Теоретико-правові та методологічні засади комплексних судово-експертних досліджень: дис. ... д-ра юрид. наук: 12.09.09. Харків, 2017. 503 с.

6. Про затвердження Інструкції про призначення та проведення судових експертиз та експертних досліджень та Науково-методичних рекомендацій з питань підготовки та призначення судових експертиз та експертних досліджень: Наказ Міністерства юстиції України від 08.10.1998 № 53/5 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0705-98>(дата звернення 23.07.2026).

7. Чашин Ю. Г. Збирання, обробка та аналіз даних стосовно подібного майна при проведенні оціночно-будівельних та оціночно-земельних експертиз: методичні рекомендації. Київ. 2024.

ПРАВОВИЙ СТАТУС ДИСЦИПЛІНАРНОГО РЕЧНИКА СУДОВИХ ВИКОНАВЦІВ ЗА ЗАКОНОДАВСТВОМ РЕСПУБЛІКИ ПОЛЬЩА

Шарков Олександр Олександрович,
приватний виконавець виконавчого округу міста Києва

Ефективність дисциплінарної відповідальності представників самоврядних юридичних професій залежить не лише від чіткості нормативного визначення складів дисциплінарних проступків і системи санкцій, а й від належної інституційної побудови інституційно-процедурного механізму реалізації цього виду юридичної відповідальності. У цьому аспекті принципового значення набуває відокремлення функції виявлення та розслідування дисциплінарного проступку, підтримання дисциплінарного обвинувачення і вирішення справи по суті. Поєднання цих функцій в одному органі створювало б ризик обвинувального ухилу, порушення засад змагальності та неупередженості, а також фактичного перетворення дисциплінарного провадження на різновид адміністративного контролю за професійною діяльністю.

Законодавство Республіки Польща ґрунтується на інституційно-функціональній диференціації діяльності з ініціювання, розслідування та підтримання дисциплінарного обвинувачення, з одного боку, і незалежного юрисдикційного розгляду та вирішення дисциплінарної справи – з другого. Повноваження з проведення дисциплінарного розслідування та підтримання обвинувачення покладено на Дисциплінарного речника судових виконавців – Rzecznik Dyscyplinary, тоді як розгляд і вирішення справи по суті здійснює Дисциплінарна комісія при Національній Раді судових виконавців. Нормативною основою статусу Речника є положення розділ 11 Закону Республіки Польща від 22.03.2018 р. «Про судових виконавців» [1].

За характером процесуальних повноважень Речник виконує функцію, близьку до функції публічного обвинувача, він не входить до системи прокуратури та не здійснює кримінального переслідування. Його компетенція є спеціальною, професійно-дисциплінарною і поширюється на судових виконавців, асесорів та аплікантів судових виконавців. Дисциплінарний речник є спеціалізованим суб'єктом дисциплінарного переслідування, наділеним повноваженнями розпочинати й проводити дисциплінарне розслідування, оцінювати зібрані докази, приймати рішення про припинення розслідування або звернення до Дисциплінарної комісії з клопотанням про покарання, а також підтримувати дисциплінарне обвинувачення під час розгляду справи. Закон безпосередньо визначає Речника обвинувачем у дисциплінарному провадженні. Водночас, незалежно від його участі обвинувачами можуть виступати Міністр юстиції, голова відповідного суду, суддя-візитатор, орган професійного самоврядування або судовий виконавець-візитатор. Отже, Речник є основним, але не монопольним носієм функції дисциплінарного обвинувачення. Такий

підхід польського законодавця має важливе значення. З одного боку, він забезпечує сталість і професіоналізацію дисциплінарного переслідування, оскільки розслідування дисциплінарних проступків покладається на спеціально уповноважену особу. З другого боку, можливість участі інших визначених законом обвинувачів запобігає фактичній монополізації дисциплінарної політики одним суб'єктом і створює додаткові гарантії реагування на порушення, що можуть становити загрозу для публічного інтересу, авторитету правосуддя чи прав учасників виконавчого провадження.

Відповідно до ст. 236 Закону Речника призначає Міністр юстиції з-поміж трьох кандидатів, представлених Національною Радою судових виконавців. Отже, професійне самоврядування наділене правом добору й висування кандидатур, однак остаточне кадрове рішення належить представникові державної виконавчої влади. Інституційна легітимация Речника, таким чином, виникає внаслідок поєднання професійної довіри та державного мандата. Зазначена модель відповідає публічно-правовій природі діяльності судового виконавця в Польщі. Судовий виконавець є носієм владних повноважень у сфері примусового виконання, а тому забезпечення професійної дисципліни не може бути виключно внутрішньою справою професійної корпорації.

Речник може виконувати повноваження за допомогою заступників. Їх кількість не може перевищувати трьох. Заступників призначає Міністр юстиції з-поміж кандидатів, запропонованих самим Речником, після отримання висновку Національної Ради судових виконавців. Таким чином, формування корпусу заступників також здійснюється із застосуванням механізму взаємодії держави, Речника та професійного самоврядування. Речник визначає осіб, із якими має намір організувати здійснення своїх повноважень, Національна Рада висловлює професійну оцінку кандидатур, а Міністр юстиції ухвалює остаточне рішення про призначення.

Строк повноважень Дисциплінарного речника та його заступників становить чотири роки і обчислюється з дня призначення. Встановлення строкової каденції слугує гарантією від довільної та ситуативної зміни особи, відповідальної за дисциплінарне переслідування. Водночас, строковість мандата поєднується з можливістю дострокового відкликання у випадках, прямо передбачених законом.

Організаційне та адміністративне забезпечення діяльності Речника і його заступників покладається на Національну Раду судових виконавців. Саме професійне самоврядування забезпечує необхідні умови для здійснення ними повноважень. Однак, організаційне забезпечення не означає процесуального підпорядкування Речника Національній Раді. Рада не наділена правом давати йому обов'язкові вказівки щодо оцінки доказів, правової кваліфікації поведінки конкретного судового виконавця чи змісту обвинувачення.

За ст. 237 Закону Республіки Польща «Про судових виконавців» щороку до 1 березня Речник зобов'язаний подати Міністрові звіт про свою діяльність за попередній рік. Міністр юстиції приймає або відхиляє цей звіт, оцінюючи реалізацію Речником покладених на нього законодавчих завдань. У разі

відхилення звіту Міністр може достроково відкликати Речника, а також його заступників.

Звітність Речника перед Міністром юстиції є формою інституційної підзвітності, обумовленої публічно-правовим характером дисциплінарного переслідування. Проте, на нашу думку, пов'язування відхилення щорічного звіту з можливістю дострокового припинення повноважень породжує питання щодо достатності гарантій стабільності його статусу. Закон не встановлює вичерпного переліку конкретних показників, за якими оцінюється звіт.

Основним напрямом діяльності Речника є проведення дисциплінарного розслідування – *dochodzenie dyscyplinarne*. Закон передбачає дві форми його ініціювання: з власної ініціативи Речника або за клопотанням визначеного законом суб'єкта. Речник розпочинає розслідування *ex officio*, коли самостійно виявляє відомості, які можуть свідчити про вчинення дисциплінарного проступку, або за клопотанням Міністра юстиції, органу самоврядування судових виконавців чи судового виконавця-візитатора.

Істотною особливістю польської моделі є обов'язковість для Речника клопотання про початок дисциплінарного розслідування. Отримавши належне звернення від уповноваженого суб'єкта, Речник не може відмовитися від відкриття розслідування, посилаючись на власну попередню оцінку недостатності даних або недоцільність переслідування.

Обов'язковість початку розслідування, однак, не означає обов'язковості подальшого звернення до Дисциплінарної комісії. Після дослідження обставин справи Речник зберігає повноваження самостійно оцінити, чи достатньо доказів для формулювання дисциплінарного обвинувачення. У цьому полягає важливе розмежування між обов'язком перевірити повідомлення про можливий проступок і обов'язком підтримувати необґрунтоване обвинувачення.

Про початок дисциплінарного розслідування Речник повідомляє суб'єкта, який подав відповідне клопотання, Міністра юстиції, Національну Раду судових виконавців та палату судових виконавців, членом якої є особа, щодо якої здійснюється розслідування. Якщо йдеться про апліканта або асесора, додатково повідомляються голова відповідного апеляційного суду та судовий виконавець, який працевлаштовує цю особу. Такий порядок повідомлення забезпечує інституційну прозорість дисциплінарного переслідування та дає змогу відповідним органам своєчасно реагувати на обставини, що можуть впливати на належне функціонування канцелярії або здійснення виконавчих повноважень.

У процесі дисциплінарного розслідування Речник уповноважений збирати та перевіряти докази, необхідні для встановлення фактичних обставин, оцінювати дії або бездіяльність особи з погляду ознак дисциплінарного проступку, досліджувати форму вини, характер порушеного професійного обов'язку та можливі наслідки поведінки. Оскільки в частині, не врегульованій спеціальним законом, до дисциплінарного провадження відповідно застосовуються положення Кримінального процесуального кодексу Польщі, діяльність Речника повинна відповідати базовим стандартам належної процедури, зокрема

принципам об'єктивності, повноти дослідження обставин, презумпції невинуватості та забезпечення права особи на захист.

Якщо під час розслідування виявлено, що діяння, яке ставиться особі у вину, містить ознаки кримінального правопорушення, переслідуваного за публічним обвинуваченням, Речник зобов'язаний невідкладно повідомити прокурора про підозру у вчиненні злочину. Це повноваження одночасно є обов'язком, оскільки дисциплінарна юрисдикція не може підміняти кримінальне судочинство. Дисциплінарна та кримінальна відповідальність мають різну правову природу, переслідують відмінні цілі та можуть наставати паралельно. Речник не визначає винуватість особи у вчиненні злочину, однак зобов'язаний передати компетентному органу відомості, які об'єктивно свідчать про можливе кримінальне правопорушення.

Речник також бере участь у забезпеченні доказового провадження. За його клопотанням компетентний районний суд може накласти грошове стягнення на свідка або експерта за безпідставну неявку, відмову від давання показань чи складення присяги. За клопотанням обвинувача суд може також постановити про примусовий привід свідка. Отже, хоча сам Речник не наділений повноваженнями безпосередньо застосовувати примусові заходи до учасників доказового процесу, він може ініціювати їх застосування судом.

Окреме повноваження Речника стосується реагування на обставини, які можуть вимагати тимчасового відсторонення судового виконавця від виконання професійних функцій. Рішення про відсторонення ухвалює Міністр юстиції, однак, у разі встановлення відповідних підстав Речник зобов'язаний повідомити про це Міністра.

Завершальним етапом розслідування є прийняття Речником одного з альтернативних процесуальних рішень. Якщо зібрані докази є достатніми для відкриття провадження перед Дисциплінарною комісією, Речник подає клопотання про покарання – wniosek o ukaranie. Подання цього клопотання є юридичним фактом, із яким закон пов'язує початок провадження перед Дисциплінарною комісією.

Клопотання про покарання виконує функцію дисциплінарного обвинувального акта. У ньому мають бути індивідуалізовані особа обвинуваченого, фактичні обставини діяння, його час, місце і спосіб учинення, порушений професійний обов'язок, правова кваліфікація та докази, якими підтверджується обвинувачення. Межі сформульованого Речником обвинувачення визначають предмет розгляду Дисциплінарної комісії та забезпечують особі можливість належно підготувати захист.

Якщо підстав для передачі справи на розгляд Комісії немає, Речник припиняє дисциплінарне розслідування. Закон передбачає припинення, якщо встановлено, що діяння не було вчинене або не містить ознак дисциплінарного проступку; якщо провадження щодо того самого діяння вже завершено остаточним рішенням або було розпочате раніше; а також у разі спливу строку дисциплінарної давності.

Після передачі справи до Дисциплінарної комісії Речник набуває процесуального статусу обвинувача. Він бере участь у засіданнях, подає докази, ставить питання обвинуваченому, свідкам та експертам, висловлює позицію щодо доведеності проступку і виду дисциплінарної реакції, а також може оскаржувати рішення та ухвали, якими завершується провадження. Однак його позиція не є обов'язковою для Комісії. Члени Дисциплінарної комісії незалежні у вирішенні справи й самостійно встановлюють, чи містить поведінка виконавця, асесора або апліканта ознаки дисциплінарного проступку. Така конструкція відповідає принципу *nemo iudex in causa sua* та загальній вимозі відокремлення сторони обвинувачення від органу, який ухвалює рішення.

Правовий статус Речника характеризується поєднанням процесуальної самостійності та інституційної підзвітності [2]. Він самостійно оцінює результати розслідування, достатність доказів і перспективу дисциплінарного обвинувачення. Міністр юстиції чи орган професійного самоврядування не вправі підміняти Речника. Водночас Речник призначається Міністром, звітує перед ним, може бути достроково відкликаний у зв'язку з відхиленням звіту, а клопотання певних суб'єктів про відкриття розслідування є для нього обов'язковим. Дисциплінарний речник має функціональну процесуальну самостійність у межах законодавчо визначеної компетенції.

Польська модель дає підстави виокремити декілька концептуальних ознак інституту Дисциплінарного речника. По-перше, він є так званим спеціальним професійним обвинувачем. По-друге, його легітимация має змішаний характер, оскільки кандидатури формує професійне самоврядування, а призначення здійснює Міністр юстиції. По-третє, Речник поєднує повноваження з розслідування та підтримання обвинувачення, але не наділений правом вирішувати справу по суті. По-четверте, закон розмежовує обов'язковість початку розслідування за належним клопотанням та самостійність Речника в оцінюванні достатності підстав для передачі справи до дисциплінарної комісії. По-п'яте, діяльність Речника підлягає інституційній звітності перед Міністром юстиції, тоді як її організаційне забезпечення здійснює Національна Рада судових виконавців.

Для України польський досвід має значення в контексті вдосконалення механізму дисциплінарної відповідальності приватних виконавців. Чинна українська модель значною мірою концентрує ініціювання, організаційне забезпечення та розгляд дисциплінарних питань у системі органів Міністерства юстиції, що актуалізує необхідність посилення процесуального розмежування функцій перевірки, дисциплінарного обвинувачення і вирішення справи.

Концептуальна цінність польської моделі полягає в тому, що дисциплінарне переслідування відокремлено як самостійну функцію, яка не належить ані органу, що здійснює адміністративний нагляд, ані органу, що вирішує дисциплінарну справу по суті. Таке розмежування є необхідною передумовою справедливого дисциплінарного провадження, оскільки захищає судового виконавця від поєднання в одному суб'єкті ролей ініціатора, обвинувача та судді.

Список літератури

1. Ustawa z dnia 22 marca 2018 r. o komornikach sądowych (Dz. U. 2018 poz. 771). URL :
<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20180000771/T/D20180771L.pdf>.
2. Ustawa o komornikach sądowych. Ustawa o kosztach komorniczych. Kodeks Etyki Zawodowej Komornika Sądowego. Komentarz. M. Świeczkowska-Wójcikowska, J. Świeczkowski (red.) Warszawa: Wolters Kluwer, 2020. 1648 s.

ТИПОЛОГІЯ ТА ФУНКЦІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ НЕРОЗКЛАДНИХ СЛОВОСПОЛУЧЕНЬ ЗІ ЗНАЧЕННЯМ ВИБІРКОВОСТІ

Максим'юк Оксана Василівна,

кандидат філологічних наук, доцент
кафедри сучасної української мови

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Проблема синтаксичної зв'язаності слів у позиційно стійких словосполученнях неодноразово привертала увагу дослідників. Особливо підвищився інтерес учених до проблеми синтаксичної зв'язаності слів та нерозкладних компонентів у структурі речення в останні десятиліття XX ст. та початку XXI ст. у зв'язку з розвитком теорії референційної семантики та ономотології. Тому питання типології та функційних особливостей нерозкладних словосполучень, зокрема, субстантивного типу, з урахуванням ономасіологічних характеристик та репрезентативного потенціалу слів, що входять до їх складу, стало об'єктом нашої уваги.

Для аналізу ми визначили нерозкладні словосполучення з комплетивними відношеннями. Комплетивні (доповнювальні) відношення як окремий різновид граматичних значень синтаксичного словосполучення ґрунтуються на основі синсемантичності головного компонента, що має не предметну, а кількісну семантику (*кількості, міри, сукупності*, типу *два, двоє..., літр..., грудка...* тощо) чи іншу характеризувальну семантику (наприклад, *вибірковості*, характерну для займенників *кожен, хтось* і под.), або ж предметну семантику, позначену рольовою комітативністю (певною спільністю з іншим компонентом), супровідністю, як-от: *ми з вами, вони зі мною, батько з сином* і под. Безперечно, у кожному випадку нерозкладні словосполучення реалізують неоднаково комплетивну семантику, яка залежить від лексико-граматичних характеристик слів, що утворюють синтаксично нерозкладні словосполучення. Основними типами нерозкладних компонентів з комплетивними відношеннями є 1) синтаксично неподільні словосполучення з кількісним значенням; 2) нерозкладні словосполучення зі значенням вибірковості; 3) синтаксично неподільні словосполучення зі значенням сумісності.

Метою нашого дослідження є проаналізувати саме *синтаксично неподільні словосполучення зі значенням вибірковості*. У таких конструкціях головним компонентом виступає займенник чи числівник, а іменник чи його еквівалент позначає множину предметів чи осіб. Ці словосполучення мають власне («внутрішнє») типове значення – в них виражаються відношення вибірковості: головний компонент певною мірою обмежує коло (*число, об'єм, склад* чи ін.) предметів чи осіб, позначених залежним компонентом [2, с. 126]. Virізняючи окрему особу чи предмет з сукупності подібних, мовці в такий спосіб поширюють узагальнення на певну множину.

Головним словом нерозкладних словосполучень цього типу є означальний займенник *кожен*, питально-відносні займенники *хто*, *що*, заперечні займенники *ніхто*, *ніщо* та неозначені займенники *хтось*, *щось*, *якийсь*, *котрийсь*, *дехто*, *що-небудь*, *хто-небудь* та ін.

Автори найновішого видання теоретичної морфології української мови зараховують займенник *кожен* до узагальнено-дистрибутивних займенникових іменників. Він вказує на підкреслено дистрибутивний (розподільний) характер вирізнення якоюсь мірою однорідних осіб, їхнього входження до відповідного класу осіб, тобто на будь-яку людину [1, с. 201]. Отже, займенник *кожний* вказує на те, що вирізняювана з певної сукупності особа виявляє спільність з іншими особами цієї сукупності, як-от: *кожен із студентів*, *кожен з нас*, *кожен з вас*, *кожен з них*. Означальний займенник *кожен* вказує, що носієм чи творцем предикативної ознаки є всі учасники певної сукупності, але кожен окремо.

Субстантивований означальний займенник *кожний* (як і слово *один*) може поєднуватися зв'язком керування з іменником; особовим займенником, рідше, – числівником у формі родового відмінка з прийменником *з*. Така словосполука сприймається як один член речення – підмет або об'єктний поширювач, напр.: *Дай Боже, щоб **кожен з днів** майбутнього року приніс Вам, якщо не саму радість, то щоб хоч оберіг Вас від турбот* (О. Кобилянська).

Займенник *кожен* може стосуватися усіх трьох осіб у множині: 1 ос. – мовця (*кожен з нас*), 2-ої особи – співрозмовника (*кожен з вас*), 3 ос. – (*кожен з них*), напр.: *Яке близьке воно сьогодні мало би бути **кожному з нас!** Подумала і мимоволі згадала* (Т. Севернюк). *Минуло багато днів. **Кожного з них** Марія кликала й чекала маму...* (У. Самчук). *Ти український у своїй основі І цим ти **кожного з нас** поєднав!* (С. Шабас-Савка).

Синтаксично неподільні словосполучення з питально-відносними займенниками – це найчастіше поєднання іменників чи субстантивованих форм з займенником *хто* у ролі головного компонента. Займенник *хто*, виражаючи не точно визначену особу, поєднується з особовими займенниками або іменниками у формі родового відмінка з прийменником *з*, що разом становлять нерозкладну словосполуку і виконують у реченні функцію підмета чи об'єктного поширювача. Питальний займенник *хто* акцентує увагу на з'ясування того, яка особа із зазначеної залежним словом множина осіб є носієм чи творцем ознаки, вираженої присудком, напр.: *Деся там пішло одно з другим, відказує байдужно, як **хто з хатніх** або **знайомих** за котрим питає* (О. Кобилянська). Вживаються такі нерозкладні компоненти і в питальних реченнях: *Може, **хто з Ваших знайомих** теж причиниться до доброго діла* (М. Коцюбинський). – *Чи тоді співав **хто з вас** у хорі?* (Ірина Вільде). *Ах хлопці, хлопці, хто б сказав, **кому з нас** легше добувати про себе віще слово?* (О. Забужко).

Конструкції, до складу яких входять заперечні займенники *ніхто*, *жоден* характеризуються такими ж синтаксичними функціями, як і питальні. Заперечні займенники підкреслюють, що жодна з зазначених осіб не є носієм чи творцем ознаки, вираженої присудком. Вони виступають у реченні в ролі так званих заперечних членів. У сучасних слов'янських мовах, на відміну від

індоєвропейських мов, вони вимагають заперечної форми присудка, тобто речення в них за наявності таких займенників має подвійне заперечення. Заперечні займенники, поєднуючись з іменниками та особовими займенниками в родовому відмінку з прийменником *з*, утворюють позиційно стійкі словосполучення зі значенням вибіркової типу *ніхто з нас, ніхто з слухачів, жоден з них* та ін., які виконують роль одного нерозкладного члена речення, зазвичай підмета чи об'єктного поширювача. Напр.: *Усе на світі обсотали спрути. Нікому з нас життя не віддадуть* (Л. Костенко). ...*Капелюха з такими широкими крисами не носить ніхто з добре одягнених панів* (Ірина Вільде). – *Немає ще нікого з слухачів?* (О. Кобилянська). *Ніхто з українців не піклувався об тім, щоб репрезентувати Україну на всесвітній виставі* (М. Коцюбинський). *Такої довгої ночі, мабуть, ще не мав жоден з них у своєму житті* (П. Загребельний). *Не хочу грати жодної з ролей у цьому сатанинському спектаклі* (Л. Костенко). ... *Не забуваймо жодного з імен! Хай буде їхній рід благословен!* (Л. Костенко).

До складу конструкцій такого типу входить і займенник *котрий*. У сучасній літературній мові цей займенник розглядають як такий, який вимагає визначення порядку і передбачає відповідь у формі числівника. Займенник *котрий* вживається також у давньому значенні розділово-числовому (про це давнє значення йдеться у праці О. О. Потебні) [3]. Виражаючи розподільне значення, займенник *котрий* (*котра, котре*) сполучається з іменником чи особовим займенником (*котрий з нас, котрий з вас, котрий з них*). Наприклад: *Кількасот чоловіків сю мить по Хрещатику йде, І, якщо відкривати стрільбу по рухомих мішенях, то іще не відомо – котрий із них перш упаде!..* (О. Забужко).

Значну частину синтаксично неподільних, позиційно стійких синтаксичних словосполучень з вибірковою значенням становлять також словосполучення, до складу яких входять неозначені займенники *котрийсь, якийсь, хтось, щось, де що, дехто, деякий, що-небудь, хто-небудь, яка-небудь*. Вони вказують на чітко не окреслену якість, властивість або іншу ознаку предмета. Утворені від питальних за допомогою різних часток, вони характеризуються загалом тими ж синтаксичними особливостями, що й питальні. Кожен постфіксальний, префіксальний або префіксоїдний елемент надає неозначеним займенникам специфічних значеннєвих градацій неозначеності. Вказані неозначені займенники сполучаючись з родовим відмінком іменника чи особового займенника (зрідка числівника) з прийменником *з* в реченні виконують функцію підмета або об'єктного поширювача, наприклад: – *Це бувалі, – зауважив технік і підвівся, занепокоївшись, щоб танкісти не зім'яли котрусь із його машин* (О. Гончар). *Хтось десь ніби чув про нього, хтось з полонених немовби й бачив та переказував, що його не пускають з концлагерів, що він збирається тікати* (А. Любченко). *Хтось із них [дівчат] сказав голосно: «А Леся так прямо оче-е-ей не зводить...»* (Гр. Тютюнник). – *Ворон! – кричав хтось із нас. – Ворон, несіть спальники, треба на щось його покласти. Ворон!* (А. Дронь). *А ось під Авдіївкою, на Лимані чи в Серебрянському лісі хтось рахує прильоти поряд і думає, який з них виявиться останнім* (А. Дронь). Серед вказаних словосполук натрапляємо і

на явище інверсії, що пов'язане з актуальним членуванням речення, як-от: *Вижидала кого? З студентів когось* (О. Кобилянська).

Займенники *дехто, де що, деякі*, крім значення вибірконості, містять ще й семантику партитивності й сполучаються з іменниками та займенниками: *Хазяїн виїняв із шафи дві скляночки й попросив дружину потурбуватися про де що з льоху* (А. Любченко). ... *Останнім часом став грішити дехто з священників* (Ірина Вільде). ... *А двері сіпаються, тріщать замки, відпадають деякі з них на землю* (У. Самчук).

Поєднання неозначених займенникових форм із вказівним займенником мають найбільш неозначений характер. Порівняймо: *Але видаючись з людьми ... він не любив говорити про політику...*, *звертав звичайно таку розмову на жарти, а тільки декому з тих* *десь-колись* *закидав: «Побачимо»...* (І. Франко).

Значення вибірконості поєднане з семантикою неозначених займенників, характерне для нерозкладних словосполучень з займенниками *деякий, що-небудь, який-небудь* та ін. Порівняймо: *То була краса, що виховується тільки на Україні, але не така, як мають деякі з наших письменників* (Ю. Винниченко). *Ваше прохання, щоб післати що-небудь з моїх творів, радо виконаю* (О. Кобилянська). *Спершу Отава все очікував, щоб не піддався хто-небудь з них на банальні, але такі непереборні спокуси* (П. Загребельний). *Не хотів би я, щоб яка-небудь з вас відчула себе скривдженою* (Ірина Вільде).

Отже, семантико-синтаксичні значення вибірконості передає особливий тип загальнорозподільних відношень (окремих осіб чи предметів щодо певної їх множини чи сукупності). Ці відношення передають синтаксично неподільні словосполучення, головним компонентом яких виступає займенникове слово. Займенникові іменники різних семантичних розрядів (*кожен, хтось, ніхто* та ін.) вказують на різну розподільність та вибірковість, різну участь окремих осіб як носіїв чи творців предикативної ознаки. Через специфіку передачі значення вибірконості синтаксично неподільні словосполучення з займенниковими словами не вступають у кореферентні співвідношення з іншими мовними засобами.

Список літератури

1. Вихованець І. Р., Городенська К. Г. Теоретична морфологія української мови : Академічна граматика української мови. К. : Пульсари, 2004. 400 с.
2. Гуйванюк Н. В., Максим'юк О. В. Нерозкладні компоненти у структурі речення : монографія. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т. 2010. 224 с.
3. Потебня О. О. Думка і мова. Вибрані праці / перекл., авт. передм. О. Ребрій; наук. ред. Р. Трифонов ; упоряд. О. Савчук. Харків : Видавець Олександр Савчук, 2026. 320 с.

НОРМАТИВНО-ПРАВОВА БАЗА ПСИХОЛОГІЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ УЧАСНИКІВ ЗБРОЙНИХ КОНФЛІКТІВ В УКРАЇНІ: ІНСТИТУЦІЙНІ МОДЕЛІ ТА МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД

Кердивар Валентин Віталійович

доктор філософії, старший дослідник,
начальник навчально-наукової лабораторії екстремальної та кризової психології
навчально-наукового інституту оперативно-рятувальних сил
Національний університет цивільного захисту України, м. Черкаси

Розроблення комплексної нормативно-правової бази психологічної реабілітації учасників збройних конфліктів в Україні являє собою складний багатовекторний процес, що вимагає синтезу вітчизняного досвіду з міжнародними практиками та рекомендаціями експертів. Початок систематичної роботи з цієї проблеми традиційно відносять до 2014 року, коли розпочалася організація перших структур, спеціалізованих на наданні психологічної допомоги учасникам антитерористичної операції.

На початковому етапі (2014 р.) реалізацію програм психологічної реабілітації координувало Міністерство соціальної політики України. В вересні 2014 року в структурі міністерства було створено спеціалізовану установу – Державну службу України у справах ветеранів війни та учасників антитерористичної операції, яка розпочала діяльність з «Відділу соціальної, професійної адаптації та психологічної реабілітації». Це рішення ознаменувало офіційне визнання держави необхідності комплексного підходу до психологічної реабілітації [18].

Значущим етапом розвитку системи став етап міжнародної інтеграції. У рамках партнерства України з Організацією Північноатлантичного договору було ініційовано створення Ерастівського фонду НАТО з медичної реабілітації та протезування військовослужбовців, поранених в ході антитерористичної операції. Спільно реалізовувався Міжнародний проект «Повернення до життя», що став одним з перших комплексних програм соціальної реінтеграції учасників конфлікту.

Вітчизняна система активно запозичала кращі практики зарубіжних країн. Спираючись на досвід США та Хорватії, розпочалася організація спеціалізованих реабілітаційних центрів для ветеранів. З ізраїльської моделі національної мережі центрів забезпечення стресостійкості населення було адаптовано систему психосоціальної підтримки осіб, які потребували невідкладної психологічної допомоги, психотерапії та психологічної реабілітації.

Вагомим міжнародним проектом став проект «Україна-Норвегія» (період 2015-2019 років), розроблений спільно NORD університетом та Міжнародним фондом соціальної адаптації з урахуванням рекомендацій Женевського центру демократичного контролю за збройними силами [25]. Основною метою проекту

визначалася інтеграція моделей професійної перепідготовки та соціальної адаптації військовослужбовців у державну систему адаптації України [24].

Визнання критичної ролі психологічної реабілітації на вищих рівнях державного управління проявилось в грудні 2016 року, коли була запроваджена посада Уповноваженого Президента України з питань реабілітації учасників антитерористичної операції, які отримали поранення, контузію або інші захворювання, пов'язані з участю в конфлікті [26, 27, 28, 29].

Конституційна база психологічної реабілітації закорінена у Конституції України та Законі України «Про соціальний і правовий захист військовослужбовців та членів їх сімей». Ці документи визначили основні засади державної політики у сфері соціального захисту військовослужбовців та встановили єдину систему їх соціального та правового захисту [1, 3]. Законодавством передбачено, що у період вирішальних воєнних операцій військовослужбовці можуть спрямовуватися для проведення медико-психологічної реабілітації до медичних закладів за межами території держави, з повним відшкодуванням витрат із державного бюджету [2].

Розроблення ведомчої нормативно-правової бази розпочалося з серії президентських указів та урядових розпоряджень. Указ Президента України від 18 березня 2015 року № 150/2015 та Розпорядження Кабінету Міністрів від 31 березня 2015 року № 359-р заклали правовий фундамент для розгортання системи медичної, психологічної, професійної реабілітації та соціальної адаптації учасників антитерористичної операції [4]. На основі цих документів було затверджено низку положень про психологічну реабілітацію, створено Центр психологічної реабілітації на базі Санаторного комплексу «Пуща-Озерна» та сформована Міжвідомча координаційна рада з питань психологічної реабілітації [5].

Наказ Міністерства соціальної політики від 23 червня 2015 року № 650 встановив структуру та функції міжвідомчої комісії з питань організації психологічної реабілітації постраждалих учасників операції [18]. Цим актом визначено процедури координації діяльності різних структур у сфері надання психологічної допомоги.

Наказ Міністерства оборони від 9 грудня 2015 року № 702 «Про затвердження Положення про психологічну реабілітацію військовослужбовців Збройних Сил України» визначив коло осіб, уповноважених проводити психологічну реабілітацію [16]. До цих фахівців належать офіцери з морально-психологічного забезпечення, офіцери-психологи, психологи за наявності, начальники медичної служби та військові священники. Цей документ також затвердив перелік стандартизованих психологічних методик для діагностики та моніторингу психологічного стану учасників операції, зокрема Шкалу оцінки впливу травматичної події, Методику самооцінки психофізіологічного стану О. Кокуна, Шкалу депресії Бека, Методику «Стрес-фактори», Опитувальник травматичного стресу, Коротку шкалу тривоги, депресії та посттравматичного стресового розладу та інші.

Наказ Міністерства оборони від 4 листопада 2016 року № 591 передбачив командний підхід до психологічної реабілітації з залученням співтеми фахівців: лікуючого лікаря як керівника команди, психолога або психотерапевта, лікаря фізичної та реабілітаційної медицини, фізичного терапевта та за необхідності ерготерапевта [15]. Цей регламент уточнює процедури організації санаторно-курортного лікування та медико-психологічної реабілітації у структурах Збройних Сил.

Наказ Міністерства охорони здоров'я від 23 лютого 2016 року № 121 розповсюджував медико-технологічні документи зі стандартизації медичної допомоги при посттравматичному стресовому розладі [17]. Цей акт регламентував клінічні протоколи для спеціалізованого лікування посттравматичного розладу, хоча дослідження згодом засвідчили необхідність розширення спектру методів лікування й інших психічних порушень, пов'язаних з участю в збройному конфлікті. Паралельно розроблювалися інші нормативні документи з медичного забезпечення рятувальників [11, 12, 13].

Системний підхід до психологічної реабілітації було затверджено Постановою Кабінету Міністрів від 12 липня 2017 року № 497 та Розпорядженням Кабінету Міністрів від 12 липня 2017 року № 475-р, які встановили Порядок використання бюджетних коштів та Концепцію Державної цільової програми з фізичної, медичної, психологічної реабілітації на період до 2022 року [22]. Постанова Кабінету Міністрів від 27 грудня 2017 року № 1057 розширила коло осіб, які мають право на психологічну реабілітацію, включивши членів сімей учасників конфлікту та близьких осіб загиблих [23].

Нормативну базу доповнювали накази інших міністерств. Наказ МВС України від 10 лютого 2022 року № 116 встановлював порядок організації внутрішньої та гарнізонної служби у ДСНС під час воєнного стану [11]. Наказ МВС України від 19 липня 2023 року № 594 затвердив Порядок взаємодії психологів ДСНС та Національної поліції під час дії воєнного стану [10].

Ключовим міжником розвитку системи психологічної реабілітації стало прийняття Верховною Радою України у лютому 2018 року Законопроекту № 7505, що передбачав створення Міністерства України у справах ветеранів як центрального органу виконавчої влади, одним із основних завдань якого визначалася гарантія адаптації та психологічної реабілітації учасників антитерористичної операції [20]. Це рішення виявило визнання на державному рівні необхідності комплексного системного підходу до реабілітації ветеранів [6].

Кодекс цивільного захисту України, затверджений у жовтні 2012 року як Кодекс України № 5403-VI, визначив нормативну базу для цивільного захисту та включив положення про гуманітарну допомогу [7]. Органи управління єдиної державної системи цивільного захисту спирались на положення цього кодексу при розробленні конкретних процедур психологічної допомоги [21]. Наказ ДСНС від 2 квітня 2024 року № 375 розширив рекомендації щодо виконання завдань у умовах збройної агресії та встановив додаткові вимоги до психологічної підтримки персоналу [8, 9].

Розпорядження Кабінету Міністрів від 24 лютого 2022 року № 179 встановило принципи функціонування єдиної державної системи цивільного захисту під час воєнного стану та визначило роль психологічної підтримки в системі цивільного захисту [30]. Порядок та умови надання психологічної допомоги ветеранам війни та членам їх сімей, затверджені постановою КМУ від 29 листопада 2022 року № 1338, встановили сучасні стандарти психологічної реабілітаційної роботи [19].

Проблема систематичної освітньої підготовки фахівців, які реалізують психологічну реабілітацію, залишається актуальною. Необхідна розробка комплексних навчальних програм для психологів, психотерапевтів, соціальних працівників та медичних спеціалістів. Дослідження засвідчує, що ефективна система психологічної реабілітації потребує не лише законодавчої основи, але й постійного удосконалення, впровадження інноваційних методик, інтеграції цифрових технологій та розширення доступності психологічної допомоги для всіх категорій потребуючих осіб.

Список літератури

1. Закон України від 03.11.2006 р. № 328-V «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України з питань соціального захисту військовослужбовців, військовозобов'язаних та резервістів, які призвані на навчальні (або перевірочні) та спеціальні збори, і деяких інших осіб». URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/328-16>.
2. Закон України від 12.05.2015 р. № 389-VIII. «Про правовий режим військового стану»: станом на 27.07.2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/389-19#Text>.
3. Закон України від 20.12.1991 р. № 2011-XII «Про соціальний і правовий захист військовослужбовців та членів їх сімей». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2011-12/conv>.
4. Закон України від 29.07.2022 р. № 2494-IX. «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо підвищення доступності медичної та реабілітаційної допомоги у період дії воєнного стану». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2494-20#n48>.
5. Закон України від 3.12.2020 р. № 1053-IX. «Про реабілітацію у сфері охорони здоров'я» // Відомості Верховної Ради. 2021. № 8. С. 59.
6. Інформаційний матеріал про визначення терміну ветеран. URL: <https://uk.wikipedia.org/w/index.php?curid=1040050>.
7. Кодекс цивільного захисту України: Кодекс України від 02.10.2012 р. № 5403-VI: станом на 21 вересня 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>.
8. Наказ ДСНС України від 02.04.2024 р. № 375 «Рекомендації про особливості виконання органами управління та підрозділами ДСНС завдань за призначенням у населених пунктах і на територіях під час збройної агресії». URL: <https://dsns.gov.ua/upload/2/0/8/0/8/1/6/rekom.pdf>.

9. Наказ МВС України від 04.05.2016 р. № 356 «Про затвердження Положення про підсистему реагування на надзвичайні ситуації, проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт єдиної державної системи цивільного захисту»: станом на 25.02.2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0792-16#Text>.

10. Наказ МВС України від 06.02.2019 р. № 88 «Про затвердження Порядку організації системи психологічного забезпечення поліцейських, працівників Національної поліції України та курсантів (слухачів) закладів вищої освіти із специфічними умовами навчання, які здійснюють підготовку поліцейських». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0348-19>.

11. Наказ МВС України від 10.02.2022 р. № 116 «Про затвердження Порядку організації внутрішньої, гарнізонної та караульної служб в органах та підрозділах Державної служби України з надзвичайних ситуацій»: станом на 07.03.2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0534-22#Text>.

12. Наказ МВС України від 18.08.2014 р. № 831 «Про затвердження Порядку організації медичного забезпечення в системі Державної служби України з надзвичайних ситуацій». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1095-14#Text>.

13. Наказ МВС України від 19.07.2023 р. № 594. «Про затвердження Порядку взаємодії психологів Державної служби України з надзвичайних ситуацій та Національної поліції України під час дії воєнного стану в Україні або в окремих її місцевостях з питань надання психологічної допомоги постраждалим внаслідок надзвичайних ситуацій». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1313-23#Text>.

14. Наказ МВС України від 26.04.2018 р. № 340 «Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0801-18#Text>.

15. Наказ Міністерства оборони України від 04.11.2016 р. № 591 «Про затвердження Інструкції про організацію санаторно-курортного лікування, медичної та медико-психологічної реабілітації у Збройних Силах України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1538-16#Text>.

16. Наказ Міністерства оборони України від 09.12.2015 р. № 702 «Про затвердження Положення про психологічну реабілітацію військовослужбовців Збройних Сил України та Державної спеціальної служби транспорту, які брали участь в антитерористичній операції, здійснювали заходи із забезпечення національної безпеки і оборони, відсічі і стримування збройної агресії Російської Федерації». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1505-15#Text>.

17. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 23.02.2016 р. № 121 «Про затвердження та впровадження медико-технологічних документів зі стандартизації медичної допомоги при посттравматичному стресовому розладі». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0370-16#Text>.

18. Наказ Мінсоцполітики України від 23.06.2015 р. № 650 «Про затвердження Положення про міжвідомчу комісію з питань організації психологічної реабілітації постраждалих учасників антитерористичної операції». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/878-2015-п#Text>.

19. Порядок та умови надання психологічної допомоги ветеранам війни, членам їх сімей та деяким іншим категоріям осіб: затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 29.11.2022 р. № 1338 (в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 4.12.2023 р. № 1270). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1338-2022-%D0%BF#Text>.

20. Постанова Верховної Ради України від 27.02.2018 р. № 2294-VIII «Про звернення Верховної Ради України до Кабінету Міністрів України щодо створення Міністерства України у справах ветеранів – центрального органу виконавчої влади». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2294-19#Text>.

21. Постанова Кабінету Міністрів України від 09.01.2014 р. № 11 «Про затвердження Положення про єдину державну систему цивільного захисту»: станом на 17.08.2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/11-2014п#Text>.

22. Постанова Кабінету Міністрів України від 12.07.2017 р. № 497 «Про затвердження Порядку використання коштів, передбачених у державному бюджеті для здійснення заходів щодо психологічної реабілітації постраждалих учасників антитерористичної операції та постраждалих учасників Революції Гідності». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/497-2017-п#Text>.

23. Постанова Кабінету Міністрів України від 27.12.2017 р. № 1057 «Про затвердження Порядку проведення психологічної реабілітації постраждалих учасників Революції Гідності, учасників антитерористичної операції та осіб, які здійснювали заходи із забезпечення національної безпеки і оборони, членів їх сімей та членів сімей загиблих (померлих) таких осіб». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1057-2017п#Text>.

24. Постанова Кабінету Міністрів України від 30.10.2013 р. № 841 «Про затвердження Порядку проведення евакуації у разі загрози виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/841-2013-п#Text>.

25. Проект «Україна–Норвегія». URL: <https://www.msp.gov.ua/news/12413.html?PrintVersion>.

26. Публічне управління у сфері цивільної безпеки: конспект лекцій / Укладачі: С.М. Домбровська, О.І. Крюков. Х.: НУЦЗУ, 2020. 169 с.

27. Рада у справах осіб з інвалідністю обговорила проблемні питання медичної, психологічної та професійної реабілітації учасників антитерористичної операції. URL: <https://www.kmu.gov.ua/ua/news/250015823>.

28. Реабілітація військових АТО в Україні. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://nbuviap.gov.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=2572:reabilitatsiya-vijskovikh-ato-v-ukrajini&catid=8&Itemid=350.

29. Реабілітація воїнів АТО: експерти розповіли про головні проблеми. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

<https://ukr.segodnya.ua/regions/donetsk/v-ukraine-prakticheski-net-psiologicheskoy-reabilitacii-voinov-ato-1119218.html>.

30. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 24.02.2022 р. № 179 «Про організацію функціонування єдиної державної системи цивільного захисту в умовах воєнного стану». URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-organizaciyu-funkcionuvannya-yedinoyi-derzhavnoyi-sistemi-civilnogo-zahistu-v-umovah-voyennogo-stanu-179-240222>.

МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОЦІНКА НАКЛАДНИХ ВИТРАТ eBPF-МОДУЛЯ МОНІТОРИНГУ ПОВЕДІНКИ ПЗ

Галас Тимур Тимурович

здобувач вищої освіти третього рівня
факультету інформаційно-комп'ютерних технологій
Державний університет «Житомирська політехніка», Україна

Науковий керівник:

Лисенко Максим Сергійович
доктор філософії з інженерії програмного забезпечення,
Державний університет «Житомирська політехніка», Україна

Анотація. У роботі проведено математико-статистичну обробку експериментальних даних телеметрії низькопродуктивного моніторингу програмного забезпечення на базі технології eBPF. За допомогою параметричного критерію Романовського здійснено вилучення грубої похибки вимірювання накладних витрат процесора. Побудовано регресійну модель методом найменших квадратів, яка описує лінійну залежність затримки детекції аномалій від інтенсивності вхідного потоку транзакцій.

Вступ. Сучасні розподілені програмні комплекси вимагають впровадження бессигнатурних засобів моніторингу в режимі реального часу [1, 3]. Проте застосування моделей штучного інтелекту для аналізу системних трейсів часто обмежується високим рівнем накладних витрат обчислювальних ресурсів. Використання технології eBPF (Extended Berkeley Packet Filter) дозволяє перехоплювати системні виклики безпосередньо у просторі ядра ОС Linux [2] із мінімальним впливом на ЦП. Для обґрунтування інженерної придатності такої системи необхідна сувора математична фільтрація експериментальних даних та побудова аналітичних моделей затримки аналізу.

Мета дослідження: Статистична валідація рівня накладних витрат процесора при функціонуванні eBPF-модуля та побудова регресійної моделі затримки детекції аномалій залежно від навантаження на систему.

Основна частина. Для оцінки накладних витрат ЦП (CPU usage, %) було проведено серію з $N = 10$ незалежних рівноточних вимірювань під час трасування системних викликів:

$$X = \{4.8, 5.1, 4.9, 5.2, 5.0, 4.7, 7.8, 5.3, 4.9, 5.1\}$$

Первинний аналіз показав, що значення $x_7 = 7.8\%$ суттєво відхиляється від загального ряду внаслідок системного промаху. Для початкової вибірки було розраховано середнє значення $\bar{x} = 5.28\%$ та середнє квадратичне відхилення $\sigma_x =$

0.898%. Експериментальне значення критерію Стюдента для аномального елемента становить:

$$t_{\text{exp}} = |x_7 - \bar{x}| / \sigma_x = |7.8 - 5.28| / 0.898 = 2.806$$

Для рівня значущості $\alpha = 0.05$ та $N = 10$ критичне значення за критерієм Романовського становить $t_{\text{crit}} = 2.29$. Оскільки $t_{\text{exp}} > t_{\text{crit}}$ ($2.806 > 2.29$), вимірювання $x_7 = 7.8\%$ було обґрунтовано вилучено з вибірки. Перераховані чисті характеристики становили: $\bar{x}_{\text{new}} = 5.00\%$, $\sigma_{\text{new}} = 0.187\%$. Зменшення показника розсіювання майже в 5 разів свідчить про високу однорідність даних та підтверджує гіпотезу про низьке навантаження монітора на ЦП (до 5%). [4]

На наступному етапі проаналізовано затримку аналізу Transformer-моделі [4] (Detection Latency, Y , мс) залежно від завантаження системи потоком транзакцій (X , тис. req/sec). Зафіксовано 5 пар вимірювань: $X = \{1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0\}$, $Y = \{12.1, 23.9, 36.2, 48.0, 60.1\}$.

За допомогою методу найменших квадратів (МНК) розраховано коефіцієнти лінійної регресії $y = a \cdot x + b$:

$$a = (N \cdot \sum(X \cdot Y) - \sum X \cdot \sum Y) / (N \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2) = 12.01$$

$$b = (\sum Y - a \cdot \sum X) / N = 0.03$$

Отримано рівняння регресії: $y = 12.01x + 0.03$ із залишковою сумою квадратів помилок $S_{\text{МНК}} = 0.0270$. Враховуючи стохастичну природу вимірювань обох осей X та Y , було додатково розраховано параметри ортогональної регресії ($a_{\text{ort}} = 12.012$, $b_{\text{ort}} = 0.024$), що підтвердило стійкість оцінок.

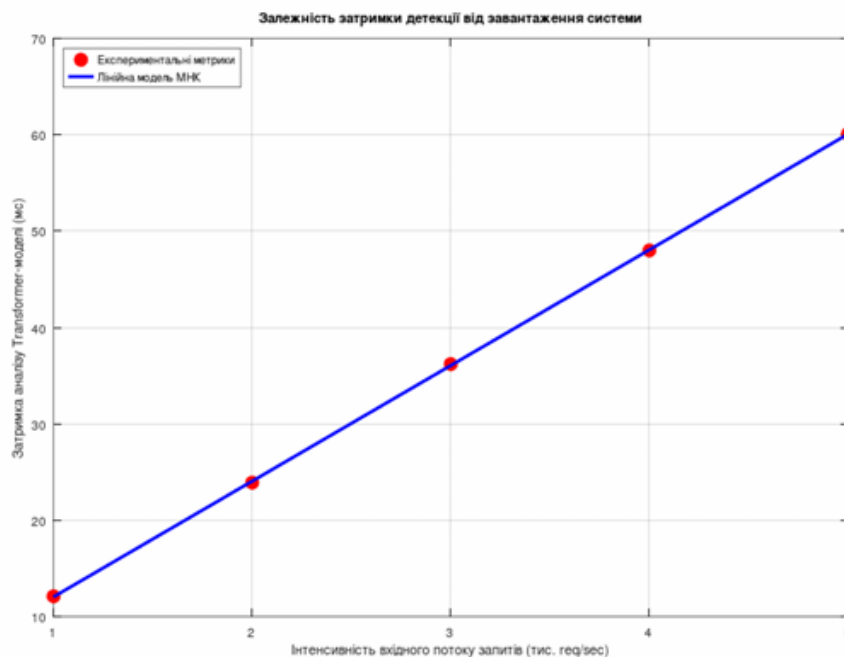


Рисунок 1. Залежність затримки виявлення від завантаження системи
Джерело рисунка: розробка автора.

Висновки. Математико-статистична обробка експериментальної телеметрії підтвердила стабільність роботи eBPF-конвеєра із середніми накладними витратами на рівні 5.00%. [2] Побудована лінійна модель доводить, що затримка детекції зростає строго прогнозовано (без експоненціальних стрибків), що гарантує функціонування системи у межах жорстких обмежень реального часу. [3]

Список літератури

1. Al-Milli, N., & Al-Shboul, A. (2021). Software anomaly detection using machine learning. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 33(4), 411–418.
2. Gregg, B. (2019). *BPF performance tools*. Addison-Wesley Professional.
3. Halas, T. T. (2026). Methods and algorithms for deep analysis of software behavior anomalies using artificial intelligence. *Digitization of Science and Modern Trends in Its Development*, 217–219.
4. Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, Ł., & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 30, 5998–6008.

The authors of the XXX International Scientific and Practical Conference «Modern academic science: main trends and strategic development» were representatives of the following educational institutions:

Baku State University; National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”; Vinnytsia National Technical University; Florida Institute of Technology; National University of Water and Environmental Engineering; Kharkiv National Automobile and Highway University; Military Institute of Telecommunications and Information Technologies named after the Heroes of Kruty; Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University; International University; European University (Tbilisi); Scientific Laboratory “Center for Collective Use”, S. D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University; Kazakhstan-Russian Medical University; Marat Ospanov West Kazakhstan Medical University; O. O. Bogomolets National Medical University; Cherkasy Medical Academy; Ivan Franko Zhytomyr State University; West Ukrainian National University; National University of Food Technologies; Kyiv State University “Kyiv Aviation Institute” and others.

MODERN ACADEMIC SCIENCE: MAIN TRENDS AND STRATEGIC DEVELOPMENT

Scientific publications

Proceedings of the XXX International Scientific and Practical Conference
«Modern academic science: main trends and strategic development»,
Oslo, Norway. 101 p.
(July 28–31, 2026)

UDC 01.1

ISBN – 979-8-90553-931-2

DOI – 10.46299/ISG.2026.1.30

Text Copyright © 2026 by the International Science Group (isg-konf.com).

Illustrations © 2026 by the International Science Group.

Cover design: International Science Group (isg-konf.com)©

Cover art: International Science Group (isg-konf.com)©

All rights reserved. Printed in the United States of America.

No part of this publication may be reproduced, distributed, or transmitted, in any form or by any means, or stored in a data base or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

The content and reliability of the articles are the responsibility of the authors. When using and borrowing materials reference to the publication is required. Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe, Ukraine and from neighboring countries and beyond. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science. The collection of scientific articles is for students, postgraduate students, doctoral candidates, teachers, researchers, practitioners and people interested in the trends of modern science development.

The recommended citation for this publication is: Ias O. Left-cheek skin hydration asymmetry in Florida women: an exploratory finding on automotive UVA exposure. Proceedings of the XXX International Scientific and Practical Conference. Oslo, Norway. 2026. Pp. 21-22 URL: <https://isg-konf.com/modern-academic-science-main-trends-and-strategic-development/>