



COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS



ISSUE
№90

6TH INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND PRACTICAL CONFERENCE

**GLOBAL TRENDS
IN SCIENCE,
TECHNOLOGY
AND ECONOMY**

JULY 22-24, 2026
GRAZ, AUSTRIA





INTERNATIONAL SCIENTIFIC UNITY

6th International Scientific and Practical Conference
**«Global Trends in Science, Technology and
Economy»**

Collection of Scientific Papers

July 22-24, 2026
Graz, Austria

UDC 001(08)

Global Trends in Science, Technology and Economy: Collection of Scientific Papers with Proceedings of the 6th International Scientific and Practical Conference. International Scientific Unity. Graz, Austria. July 22-24, 2026.

ISBN 979-8-89704-984-4 (series)
DOI 10.70286/ISU-22.07.2026

The conference is included in the Academic Research Index ReserchBib International catalog of scientific conferences.

The materials of the collection are presented in the author's edition and printed in the original language. The authors of the published materials bear full responsibility for the authenticity of the given facts, proper names, geographical names, quotations, economic and statistical data, industry terminology, and other information.

The materials of the conference are publicly available under the terms of the CC BY-NC 4.0 International license.

ISBN 979-8-89704-984-4



© Participants of the conference, 2026
© Collection of Scientific Papers "International Scientific Unity", 2026
Official site: <https://isu-conference.com/>

CONTENT

SECTION: ACCOUNTING AND TAXATION

Шевлякова В.В.

МЕТОДИКА НАРАХУВАНЬ ТА УТРИМАНЬ ІЗ ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ ТА ЇХ ВІДОБРАЖЕННЯ В БУХГАЛТЕРСЬКОМУ ОБЛІКУ ПІДПРИЄМСТВА.....	11
---	----

SECTION: AGRICULTURAL SCIENCES

Usyk S.V.

INFLUENCE OF VARIOUS SHORT-CROP ROTATIONS ON THE AMOUNT OF WEEDS AT THE BEGINNING OF SUGAR BEET VEGETATION.....	16
---	----

Usyk S.V.

AMOUNT OF PERENNIAL WEEDS IN SUGAR BEET CROP PLANTS DEPENDING ON VARIOUS SHORT-ROTATION CROP ROTATIONS	18
---	----

Ковтунюк З.

ПРОДУКТИВНІСТЬ КАПУСТИ КИТАЙСЬКОЇ ПІД ДІЄЮ БІОСТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН.....	20
---	----

Садовський І.С.

ВПЛИВ ПОПЕРЕДНИКІВ ТА РІВНІВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ВИЛЯГАННЯ ПОСІВІВ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ.....	22
--	----

SECTION: ART HISTORY AND LITERATURE

Sherbon F., Sherbon O.

SCREEN TEST ARE A CONCENTRATED FORM OF AN ACTOR'S SUITABILITY FOR A CHARACTER.....	26
---	----

SECTION: BIOLOGY AND BIOCHEMISTRY

Максименко Ю.В., Довбня І.І.

ОСОБЛИВОСТІ ПОВЕДІНКИ ПРИМАТІВ.....	31
-------------------------------------	----

SECTION: COMPUTER ENGINEERING

Khoma D.

VEIL: A SOFTWARE SYSTEM FOR NEURAL-NETWORK IMAGE STEGANOGRAPHY.....	33
--	----

SECTION: CULTUROLOGY AND PHILOSOPHY

Москальчук М.М.

ЛЮДИНА В ДИСКУРСІ СУЧАСНОЇ НАУКИ: ЕТИЧНИЙ ВИМІР
ТРАНСГУМАНІЗМУ..... 39

SECTION: ECOLOGY

Balakhanova G.V.

ASSESSMENT OF EDAPHIC INDICATORS FOR ECOLOGICAL
MONITORING AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT..... 42

Həsənova S.M.

İSMAYILLI DÖVLƏT TƏBİƏT QORUĞUNUN FAUNASININ
EKOLOJİ GÖRÜNTÜLƏRİ..... 48

Balakhanova G.V.

INTEGRATED EVALUATION OF EDAPHIC FACTORS AFFECTING
VEGETATION PRODUCTIVITY AND ECOSYSTEM RESILIENCE..... 57

SECTION: ECONOMY

Сарай Н., Сарай Р.

ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК НОВИХ ІНДУСТРІАЛЬНИХ КРАЇН
АЗІЇ ЯК ОРІЄНТИР ДЛЯ СТРУКТУРНОЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ
ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ..... 65

Риговська О.В., Яровий В.Д., Осіпович Т.В.

МЕНТАЛЬНЕ ЗДОРОВ'Я ЯК ЕКОНОМІЧНИЙ АКТИВ РОЗВИТКУ
ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ ТА ЕКОНОМІЧНОГО ВІДНОВЛЕННЯ
УКРАЇНИ..... 67

Пакін Р.М.

РОЛЬ ВІКОВОЇ СТРУКТУРИ НАСЕЛЕННЯ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ
ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ В УМОВАХ
ДЕМОГРАФІЧНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ..... 70

Подрез О., Черепанова В.

ЕКОНОМІЧНА ТА ІННОВАЦІЙНА СКЛАДОВІ МЕХАНІЗМУ
УПРАВЛІННЯ СОЦІАЛЬНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ
ПІДПРИЄМСТВА..... 74

SECTION: INFORMATION TECHNOLOGY & CYBERSECURITY

Dudnyk O.

SOFTWARE REQUIREMENTS ELICITATION USING AI TOOLS..... 78

Shyian I.

API GATEWAY AND ADAPTER AS ARCHITECTURAL
ABSTRACTIONS FOR INTEGRATING HETEROGENEOUS
SERVICES IN A WEB-ORIENTED INFORMATION SYSTEM..... 82

SECTION: JURISPRUDENCE

Присяжнюк А.Г.

ВПЛИВ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА РОЗВИТОК СУДОВО-
ЕКСПЕРТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УМОВАХ ГЛОБАЛІЗАЦІЇ..... 86

Губарева Я.В., Обушенко Н.М.

ОСОБЛИВОСТІ ПРАВОВОГО СТАТУСУ ЮРИДИЧНИХ ОСІБ У
ПЕРЕХІДНИЙ ПЕРІОД: СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ
РОЗВИТКУ ЗАКОНОДАВСТВА..... 88

Kyrychenko O.A.

THE POSSIBILITIES FOR RADICAL REFORM OF THE JUDICIAL
PROCEDURE TO PROTECT THE HONOR AND DIGNITY OF THE
PERSON AS THE HIGHEST SOCIAL VALUES..... 93

Обушенко Н.М., Шиловська Г.І.

РОЗГЛЯД СПРАВ У ПОРЯДКУ СПРОЦЕНОГО ПОЗОВНОГО
ПРОВАДЖЕННЯ..... 95

Бідей О.М.

ЗНАЧЕННЯ ВІКОВОГО ВИДОВОГО ПОДІЛУ ОСОБИСТІСНИХ
ДЖЕРЕЛ АНТИДЕЛІКТНИХ ВІДОМОСТЕЙ ДЛЯ ПОДОЛАННЯ
КРИМІНАЛЬНИХ ТА АДМІНІСТРАТИВНИХ ПРАВОПОРУШЕНЬ.. 97

SECTION: MANAGEMENT AND PUBLIC ADMINISTRATION

Синиця С.М., Олексюк Л.І.

СТРАТЕГІЧНІ НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ МОТИВАЦІЇ
ПЕРСОНАЛУ В ПРИВАТНИХ ЗАКЛАДАХ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я... 99

Сергеев В.Г.

РОЛЬ ОРГАНІВ ДЕРЖАВНОЇ ВЛАДИ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ
ФІНАНСОВОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ..... 103

SECTION: MARKETING AND ADVERTISING

Гусейнов М.И., Исмаилова Г.З., Вализаде Х.Ш., Мушкиев З.А. РОЛЬ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ В РАЗВИТИИ БИЗНЕСА В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ.....	106
--	-----

SECTION: MEDICINE

Пилипенко Р.В., Пилипенко В.В. ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЧОЇ ПРАКТИКИ СТУДЕНТІВ 4 КУРСУ МЕДИЧНИХ УНІВЕРСИТЕТІВ.....	109
---	-----

Aitbay A.R., Ostemir A.B., Baikadam A.B. THE EFFICACY OF POSTPARTUM DEPRESSION SCREENING WITH THE EDINBURGH POSTNATAL DEPRESSION SCALE (EPDS) WITHIN THE FRAMEWORK OF A PRIMARY CARE OBSTETRICS AND GYNAECOLOGY FACILITY.....	113
--	-----

Mamyrkhan D.T., Arystanbek M.O., Omarbay A.U., Nurlybay G.S. OCULAR MANIFESTATIONS OF PREECLAMPSIA: RETINAL CHANGES AND THEIR CLINICAL SIGNIFICANCE IN HYPERTENSIVE DISORDERS OF PREGNANCY.....	117
---	-----

Akhmet A.S., Zhanabaeva N.A., Ydyrysheva S.M., Zhambyl N.O. NEUROIMMUNE CROSSTALK IN ALLERGIC RHINITIS AND ATOPIC DERMATITIS: IMPLICATIONS FOR OTORHINOLARYNGOLOGY AND NEUROLOGY.....	121
---	-----

Буковецький В.В. ОПТИМІЗАЦІЯ АНЕСТЕЗІОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИ ХІРУРГІЧНОМУ ЛІКУВАННІ РАКУ ШЛУНКА.....	125
---	-----

Mirman I.K. ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN RHEUMATOLOGY: IMPROVING EARLY DIAGNOSIS AND DISEASE MONITORING.....	130
---	-----

Suyunbay D.S., Talgat A.B., Rakhmatulla B.Sh., Mirman I.K. EPIGENETIC THERAPY IN MYELOYDYSPLASTIC SYNDROMES AND ACUTE MYELOID LEUKEMIA.....	137
--	-----

Bekenova N.N., Daurenov U.E., Mukatayev E.E., Adilbek A. S. MODERN MANAGEMENT OF OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA: SURGICAL INNOVATIONS AND DIGITAL TECHNOLOGIES.....	142
---	-----

Dauletbayeva P., Daurenov U., Bekzatova D. BIOLOGIC THERAPY IN MODERATE-TO-SEVERE PSORIASIS: CURRENT EVIDENCE AND EMERGING TRENDS.....	147
Abuov S.M., Daurenov U.E., Karimov D.A., Turekulova A.E. ADVANCES IN MINIMALLY INVASIVE CARDIAC SURGERY: CURRENT EVIDENCE AND FUTURE DIRECTIONS.....	152
Zholdas A.K., Daurenov U.E., Mansurova D.R. MODERN APPROACHES TO THE PREDICTION AND PREVENTION OF PREECLAMPSIA: THE ROLE OF BIOMARKERS, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, AND PERSONALIZED MEDICINE.....	158
Karassay A.K. MODERN STRATEGIES FOR HELICOBACTER PYLORI ERADICATION IN THE ERA OF ANTIBIOTIC RESISTANCE.....	163
Daurenov U.E., Nurbay O.M., Ismail A.N., Nurlanova E.N. ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SURGICAL ONCOLOGY: CURRENT APPLICATIONS AND FUTURE PERSPECTIVES.....	168
Denderbayeva A.A. ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ANESTHESIOLOGY AND CRITICAL CARE: CURRENT APPLICATIONS AND FUTURE PERSPECTIVES.....	174
Daurenov U.E., Nurbay O.M., Kenges K.I., Ismail A.N. ADVANCES IN MINIMALLY INVASIVE SURGERY: FROM LAPAROSCOPY TO ROBOTIC-ASSISTED PROCEDURES.....	179
Daurenov U., Saifulla N.F., Rakhmatulla B.Sh., Turekulova A.E. CARDIORENAL SYNDROME: CURRENT CONCEPTS, DIAGNOSTIC CHALLENGES AND MANAGEMENT.....	184
Karassay A.K. ADVANCES IN IGA NEPHROPATHY: NOVEL THERAPEUTIC STRATEGIES AND CLINICAL OUTCOMES.....	188
Бейсен А.М., Ыдырышева С.М., Тузелбекова А.Ш., Жарылкасынова М.Е. МЕДИЦИНСКИЕ АСПЕКТЫ НЕЙРОТОКСИЧНОСТИ В СОВРЕМЕННОЙ ОНКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ: МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕРАПЕВТА И НЕВРОЛОГА.....	195

SECTION: MILITARY AFFAIR

- Скринтовський М.С., Магера М.В., Кравцова В.Р.**
ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ У
СИСТЕМІ ОХОРОНИ ДЕРЖАВНОГО КОРДОНУ: ТАКТИЧНІ ТА
ОРГАНІЗАЦІЙНІ АСПЕКТИ..... 201

**SECTION: OIL AND GAS TECHNOLOGIES, ENGINEERING
AND THERMAL POWER ENGINEERING**

- Yatsenko O., Politykin M.**
VERIFICATION OF A DYNAMIC BUILDING ENERGY MODEL FOR
A MULTI-APARTMENT RESIDENTIAL BUILDING USING
COMMERCIAL HEAT METERING DATA..... 204

SECTION: PEDAGOGY, PHILOLOGY AND LINGUISTICS

- Aitleuova A.B.**
DOMESTICATION AND FOREIGNIZATION IN THE TRANSLATION
OF KAZAKH CHILDREN'S FAIRY TALES: A BALANCE BETWEEN
ADAPTATION AND CULTURAL PRESERVATION..... 209

- Сурмач О.**
МУЗЕЙНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ У ФОРМУВАННІ
НАЦІОНАЛЬНОГО СВІТОГЛЯДУ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ
ПОЧАТКОВИХ КЛАСІВ..... 211

- Гавриловський В.**
РЕАЛІЗАЦІЯ ЄДНОСТІ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ У ВИКЛАДАННІ
ВОГНЕВОЇ ПІДГОТОВКИ..... 214

- Prykhodko D.**
PODCASTING TECHNOLOGY FOR TEACHING AND LEARNING
FOREIGN LANGUAGES..... 217

- Ma Yunhui**
FROM LANGUAGE-CULTURAL EXCHANGE TO DIGITAL
INTERCULTURAL EDUCATION: CHINESE LANGUAGE
EDUCATION AND CHINA-UZBEKISTAN COOPERATION IN THE
AGE OF AI..... 219

- Пальгуй І.**
СТВОРЕННЯ ПСИХОЛОГІЧНО ОРІЄНТОВАНОГО БЕЗПЕЧНОГО
ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЯК СКЛАДОВА ФОРМУВАННЯ
ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ..... 224

Гірняк С.П., Бохонко Б.А. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ ОСНОВИ НАВЧАННЯ ПЕРЕКАЗУ В ПОЧАТКОВІЙ ШКОЛІ.....	227
---	-----

SECTION: PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES

Jalilova R.Q. STUDY THE CLASS OF EXACT PARTICULAR SOLUTIONS FOR VISCOELASTIC MIXTURES.....	233
---	-----

SECTION: PHYSICS AND ASTRONOMY

Рогач Д.М. АСТРОНОМІЧНІ МЕТОДИ ЯК ФУНДАМЕНТ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ У ДОКУМЕНТУВАННІ НАСЛІДКІВ ВІЙНИ ТА ПІСЛЯВОЄННОМУ ВІДНОВЛЕННІ УКРАЇНИ.....	237
--	-----

SECTION: PSYCHOLOGY

Shydlovska I. THE ROLE OF COGNITIVE BIASES IN CONSUMER CHOICE WITHIN DIGITAL MEDIA.....	244
--	-----

Красильніков Д.Є. МУЗИКОТЕРАПІЯ ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ ЗАСІБ ПСИХОЛОГІЧНОЇ ПІДТРИМКИ УЧНІВ В УМОВАХ ВІЙНИ.....	248
---	-----

Яновська Т.А. САМООЦІНКА ЯК ЧИННИК ЛІДЕРСЬКОЇ ПОВЕДІНКИ СТАРШОКЛАСНИКІВ.....	250
---	-----

Каликанова А.М. ЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОРСКОЙ МОДЕЛИ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОФЕССОРСКО- ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА, СОТРУДНИКОВ УНИВЕРСИТЕТА В ФОРМАТЕ КЛУБА «KEY TO THE SOUL».....	254
--	-----

SECTION: TECHNICAL SCIENCES

Melentyev S., Chigirinsky V. IDENTIFICATION OF PLASTIC PROCESSING CONTROL OPTIONS UNDER COMPLEX LOADING CONDITIONS.....	260
--	-----

Олех Т.М.

МАТРИЦЯ ЛЕОПОЛЬДА ЯК ІНСТРУМЕНТ ОЦІНКИ
ЕКОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ ПРОЕКТІВ..... 263

SECTION: MEDICINE

Boranbayeva A.K., Sartova A.A.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ACUTE ISCHEMIC STROKE:
FROM EARLY DIAGNOSIS TO CLINICAL DECISION-MAKING..... 269

SECTION: ACCOUNTING AND TAXATION

МЕТОДИКА НАРАХУВАНЬ ТА УТРИМАНЬ ІЗ ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ ТА ЇХ ВІДОБРАЖЕННЯ В БУХГАЛТЕРСЬКОМУ ОБЛІКУ ПІДПРИЄМСТВА

Шевлякова Вікторія Валеріївна

судовий експерт

Центру судових і спеціальних експертиз
Українського науково-дослідного інституту
спеціальної техніки та судових експертиз

Служби безпеки України

м. Київ, Україна

Заробітна плата є головним джерелом доходів працівників та основною статтею витрат для будь-якого підприємства. Методологія її обчислення базується на Кодексі законів про працю, Податковому кодексі України та інших нормативно-правових актах. Головним завданням бухгалтера підприємства є своєчасне нарахування всіх виплат (окладів, премій, відпускних, лікарняних) та правильне утримання податків.

Нарахування, утримання та сплата податків та зборів із заробітної плати до бюджету країни вимагають великої уваги. До основних нормативних документів, які визначають порядок та розміри здійснення зборів до фондів соціального страхування належать:

- щодо нарахування заробітної плати: Кодекс законів про працю та Закон України «Про оплату праці» — це два базові акти, що регулюють трудові відносини та визначають механізми виплати заробітної плати в Україні [1, 3];

- щодо податків та зборів: Податковий кодекс України — регулює відносини оподаткування доходів фізичних осіб, визначаючи базу, порядок нарахування, утримання та сплати податків із заробітної плати, а також умови застосування податкових пільг [2];

- щодо єдиного соціального внеску: Закон України «Про збір та облік єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування» — регулює правові та організаційні засади збору та обліку єдиного соціального внеску та визначає коло платників, умови, базу нарахування, розмір ставок та порядок сплати внеску, а також повноваження органів, що здійснюють його адміністрування [4];

- щодо розмірів державних гарантій: Закон України «Про державний бюджет України» — щороку встановлює обсяги доходів і видатків держави для забезпечення загальносуспільних потреб, включно з фінансуванням соціального захисту та страхування. Спеціальні положення цього закону щороку визначають розміри мінімальної заробітної плати, прожиткового мінімуму та граничні межі

для нарахування єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування [5].

До обов'язкових утримань із заробітної плати відноситься податок на доходи фізичних осіб (ПДФО) та військовий збір (ВЗ).

До не обов'язкових утримань із заробітної плати відносяться інші утримання за рішенням трудових органів і приписів виконавчих служб, а також утримання за ініціативою підприємства.

Податок на доходи фізичних осіб – це прямий загальнодержавний податок, який стягується з доходів громадян за встановленою ставкою 18 % від об'єкта оподаткування. Об'єктом оподаткування ПДФО із заробітної плати є загальний місячний (річний) оподатковуваний дохід працівника, нарахований роботодавцем: нарахована (сума заробітної плати), зменшена на суму податкової соціальної пільги за умови наявності права на неї.

До об'єкта оподаткування (бази) податку на доходи фізичних осіб входить:

- основна заробітна плата (оклад, тарифна ставка);
- додаткова заробітна плата (премії, доплати, надбавки за роботу в нічний час, понаднормові, тощо);
- інші заохочувальні та компенсаційні виплати (матеріальна допомога, що має систематичний характер);
- відпускні та компенсація за невикористану відпустку.

Формула розрахунку бази оподаткування ПДФО:

База ПДФО = Нарахована заробітна плата – Податкова соціальна пільга
(за умови наявності такої).

Формула податку на доходи фізичних осіб:

$\text{ПДФО} = (\text{Нарахована заробітна плата} - \text{Податкова соціальна пільга}) * 18 \%$.

Військовий збір – це обов'язковий загальнодержавний платіж, запроваджений для фінансування Збройних Сил України. Кошти спрямовуються безпосередньо до спеціального фонду Державного бюджету. Для найманих працівників ставка становить 5 % від нарахованої заробітної плати чи інших доходів. Об'єктом оподаткування військового збору із заробітної плати є загальний місячний (річний) оподатковуваний дохід працівника, нарахований роботодавцем.

До об'єкта оподаткування військового збору включаються всі види виплат, що входять до структури заробітної плати:

- основна заробітна плата: оклад, тарифні ставки;
- додаткова заробітна плата: доплати, надбавки, виробничі премії, тощо;
- заохочувальні виплати: матеріальна допомога, річні бонуси;
- відпускні: оплата всіх видів відпусток;
- лікарняні: виплати за перші 5 днів та допомога від Пенсійного фонду України.

Формула розрахунку бази оподаткування ВЗ:

База ВЗ = Нарахована заробітна плата (оклад + премії + надбавки) + Лікарняні + Декретні + Інші оподатковувані виплати.

Формула розрахунку ВЗ:

$\text{ВЗ} = \text{База ВЗ} * 5 \%$.

Для обліку утримань із заробітної плати використовується типова кореспонденція, де Дебет 661 (Розрахунки за заробітною платою) кореспондує з Кредитом рахунків обліку податків та зобов'язань. Цей запис зменшує суму, що фактично видається працівнику на руки.

В бухгалтерському обліку використовується наступна кореспонденція рахунків для обліку утримань із заробітної плати:

№п/п	Зміст господарської операції	Кореспонденція рахунків	
		Дебет	Кредит
1	Утримана з доходу працівника сума ПДФО (Податок на доходи фізичних осіб, 18%)	661	641
2	Утримана з доходу працівника сума ВЗ (Військовий збір (5%))	661	642
3	Утримання із заробітної плати працівників за виконавчими документами (суми аліментів та інших платежів за виконавчими листами, тощо)	661	685
4	Утримані із сум заробітної плати профспілкові внески	661	685
5	Повернення надміру виплачених коштів / відшкодування матеріальної шкоди	661	375
6	Утриманий із заробітної плати працівників залишок невикористаного авансу з підзвітних сум	661	372

До обов'язкових нарахувань на заробітну плату відноситься єдиний соціальний внесок (ЄСВ). Роботодавець зобов'язаний нарахувати та сплатити ЄСВ поверх суми заробітної плати працівника підприємства.

Єдиний внесок на державне обов'язкове соціальне страхування (ЄСВ) – це обов'язковий консолідований платіж до податкової системи України, який збирається в обов'язковому порядку для забезпечення захисту прав застрахованих осіб. Базою оподаткування (нарахування) ЄСВ з заробітної плати є сума нарахованої працівнику заробітної плати за її видами (основна, додаткова зарплата, інші заохочувальні та компенсаційні виплати). Також до бази нарахування входять лікарняні (оплата за рахунок роботодавця та фонду) і декретні виплати (допомога по вагітності та пологах).

При розрахунку єдиного соціального внеску із заробітної плати діють суворі обмеження щодо мінімальної та максимальної меж бази.

1. Мінімальна база нарахування: якщо працівник відпрацював повний місяць за основним місцем роботи, але його загальний дохід виявився меншим за мінімальну заробітну плату, роботодавець зобов'язаний розрахувати ЄСВ від встановленого державою мінімуму.

Мінімальна заробітна плата у 2026 році – 8 647,00 гривень.

Мінімальний страховий внесок (22 %) у 2026 році – 1 902,34 гривень.

Мінімальна база нарахування виникає, наприклад, за умови роботи на 0,5 ставки чи за наявності відпустки за власний рахунок частину місяця.

Вийняток: правило мінімальної бази не застосовується до працівників за сумісництвом (в цьому випадку внесок платиться з фактичного доходу) та для осіб з інвалідністю (для них діє ставка 8,41 %).

2. Максимальна база нарахування ЄСВ становить 20 розмірів мінімальної плати.

У 2026 році мінімальна заробітна плата, як зазначено вище, становить 8 647,00 грн, тому граничний ліміт доходу для нарахування єдиного соціального внеску дорівнює 172 940,00 грн на місяць.

Максимальний розмір самого внеску (22 %) у 2026 році становить – 38 046,80 гривень.

Існують і деякі нюанси для застосування максимального ліміту. Наприклад для військовослужбовців та поліцейських максимальна база для нарахування ЄСВ дорівнює 15 розмірам мінімальної заробітної плати (у 2026 році – 129 705,00 грн). Обмеження за договорами: ліміт діє на дохід за основним місцем роботи, сумісництвом, а також цивільно-правовими договорами сукупно. Якщо сума перевищує 172 940,00 грн, ЄСВ з надлишку не сплачується.

Облік розрахунків підприємства за загальнообов'язковим державним соціальним страхуванням в Україні ведеться на рахунку 65 «Розрахунки за страхуванням» (переважно на субрахунку 651).

В бухгалтерському обліку використовується наступна кореспонденція рахунків з обліку розрахунків підприємства за соціальним страхуванням:

№п/п	Зміст господарської операції	Кореспонденція рахунків	
		Дебет	Кредит
1	Нарахований єдиний внесок на заробітну плату (відповідно до категорій персоналу)	15,23,91,92,93,94	651
2	Сплачено суму єдиного внеску на зарплату до бюджету	651	311

Звітність з податку на доходи фізичних осіб (ПДФО) та військового збору (ВЗ) в Україні об'єднана в один спільний документ разом із єдиним соціальним внеском (ЄСВ).

Об'єднаний звіт «Податковий розрахунок сум доходу, нарахованого (сплаченого) на користь платників податків-фізичних осіб, і сум утриманого з них податку, а також сум нарахованого єдиного внеску» – це консолідована звітність, яка об'єднує відомості з податку на доходи фізичних осіб (ПДФО), військового збору (ВЗ) та єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування (ЄСВ). Його подають усі податкові агенти та роботодавці.

Об'єднаний звіт складається з основної частини та кількох додатків. Дані щодо заробітної плати податків відображаються в конкретних додатках:

– Додаток 1 (Д1): призначений виключно для персоніфікованого обліку відомостей про суми нарахованого єдиного соціального внеску. В ньому за кожним працівником вказується база нарахування (в межах мінімальної та максимальної) та сума внеску 22 % або 8,41 % для осіб з інвалідністю;

– Додаток 5 (Д5): заповнюється, якщо у звітному місяці працівника було прийнято на роботу, звільнено, переведено на іншу посаду або він пішов у декретну відпустку;

– Додаток 4ДФ: відображає суми нарахування з податку на доходи фізичних осіб (18 %) та військового збору (5 %).

За неподання або подання з помилками передбачено штраф у розмірі 1 020,00 грн (або 2 040, 00 грн за повторне порушення).

Висновком можна зазначити, що методологія нарахування та утримань із заробітної плати вимагає від бухгалтера високої точності, дотримання актуальних ставок податків та чіткого дотримання вимог кореспонденції рахунків. Правильність цих операцій гарантує відсутність штрафних санкцій з боку контролюючих органів та забезпечує соціальні гарантії для найманих працівників.

Список використаних джерел

1. Кодекс законів про працю від 10.12.2071 № 322- VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08#Text> (дата звернення 17.07.2026).
2. Податковий кодекс України від 02.12.2010 № 2755-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text> (дата звернення 17.07.2026).
3. Закон України «Про оплату праці» від 24.03.1995 № 108/95-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/108/95-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення 17.07.2026).
4. Закон України «Про збір та облік єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування» від 08.07.2010 № 2464-VI URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2464-17#Text> (дата звернення 17.07.2026).
5. Закон України «Про державний бюджет України» від 03.12.2025 № 4695-IX. URL: https://mof.gov.ua/uk/budget_2026-844 (дата звернення 17.07.2026).

SECTION: AGRICULTURAL SCIENCES

INFLUENCE OF VARIOUS SHORT-CROP ROTATIONS ON THE AMOUNT OF WEEDS AT THE BEGINNING OF SUGAR BEET VEGETATION

Usyk Serhii Vasylovych

Ph.D. in Agriculture, Associate Professor,
Department of General Agriculture,
Uman National University, Uman, Ukraine

Sugar beet has a weak competitive ability to weeds [1,2], which in turn are often a decisive factor in yield formation [3,4], and here the predecessor, pre-predecessor and other elements of the structure of the sown areas are of great importance, which affect the soil seed reserves and, as a result, the weediness of the crops [5,6].

The study of crop rotation with short rotation at the Department of General Agriculture of Uman National University was carried out on the basis of a stationary experiment established on podzolized chernozem of heavy granulometric composition. The total area of the plot is 168 m², the accounting area is 80 m². The placement of options is systematic with three repetitions. The agricultural technology of growing crops is generally accepted.

The crop rotations differed from each other in both the composition of crops and their alternation, while having one common field of sugar beets (No. 2 spring barley - corn - peas - winter wheat - sugar beets; No. 3 corn - spring barley - peas - winter wheat - sugar beets; No. 4 corn - corn - peas - winter wheat - sugar beets; No. 5 peas - corn - peas - winter wheat - sugar beets; No. 6 spring barley - corn - peas - spring barley - sugar beets; No. 9 corn - spring barley - peas - spring barley - sugar beets; No. 10 corn - spring barley - corn - spring barley - sugar beets; No. 12 spring barley - corn - corn - spring barley - sugar beets; No. 15 corn - peas - corn - spring barley - sugar beets; No. 16 corn - corn - corn - spring barley - sugar beets), which were used in the experiment as a test crop and on the crops of which weediness was determined at the beginning of the growing season by placing a frame with an area of 0.25 m² on the soil surface.

The results of the research showed that during the first two years the total number of weeds was higher in crop rotations 1-5, where the predecessor of beet was winter wheat, and in the following third year - in crop rotations where beet was sown immediately after barley.

In addition, the weed infestation of beet crops was significantly dependent on other elements of the crop rotation structure.

Thus, during the first two years, the highest weed infestation was observed in beet crops containing peas as a precursor, which contributes to the spread of early spring weeds, in particular field mustard, the emergence of which shoots in significant

numbers along with other weeds caused an increase in weed infestation in crop rotation No. 5 with two fields of this crop in the first year to 90.8 pcs./m² and in the second year to 113.1 pcs./m².

In other variants, where the share of peas is 20%, the number of weeds was slightly lower and in the first year this decrease was within 13.0-3.1 pcs./m², and in the second year it was 33.5-7.5 pcs./m².

In addition, in the first year, no significant effect on the weediness of crops was observed by changing the crop rotation or replacing one crop with another, since between variants 2 and 3, which differ only in crop rotation, the difference did not exceed 7.9 pcs./m², and when the share of corn was increased to 40% in crop rotation No. 4, this difference to the control was only 1.1 pcs./m².

In the second year, the change in crop rotation in crop rotation No. 3 was accompanied by a decrease in the number of weeds by 8.2 pcs./m², and the replacement of barley with repeated corn in crop rotation No. 4 was accompanied by another 4.4 pcs./m².

When replacing peas with corn as a precursor and expanding its area to 40 and 60%, a sharp decrease in weed infestation of sugar beet crops was noted: in the first year from 66.9 (No. 16) to 32.4 (No. 12) pcs./m², and in the second year - from 46.3 (No. 10) to 27.4 (No. 15) pcs./m².

Replacing peas with barley in crop rotation No. 15 also contributed to some reduction in weed infestation compared to option No. 10: in the first year by 5.4 and in the second by 18.9 pcs./m².

Regarding the presence of repeated corn crops in the crop rotation, the number of weed seedlings in these options in the first year occupied an intermediate position, despite the largest stock of weed seeds, many of which did not germinate due to unfavorable weather conditions in the spring for seed germination and the emergence of late spring weed seedlings.

In the third year, with an increase in the share of corn in the crop rotation from 20 to 40 and 60%, the number of weeds increased by 2.0-4.3 times, with the highest value of 54.5 pcs./m² in variant No. 16, decreasing as the share of corn decreased: to 42.3 and 35.7 pcs./m² in crop rotations No. 12 and 4.

The smallest number of weeds (16.3 and 12.8 pcs./m²) in the third year was found in crop rotation options No. 2 and 3 with a typical set and crop rotation.

When replacing winter wheat in these crop rotations with a second field of barley (variants No. 6 and 9), an increase in weed infestation by 11.7 and 14.6 pcs./m² was noted, respectively, although a similar absolute weed infestation index (24.9 pcs./m²) was also observed in variant No. 5 (40% peas), and significantly higher, as already noted, in variant No. 4 (40% corn), where the predecessor of beets remained winter wheat.

As a result of three-year studies, it can be concluded that weed infestation of sugar beet at the beginning of the growing season significantly increased due to early spring species, when peas were present in the structure. Replacing the traditional predecessor with a non-traditional one (winter wheat with spring barley) was not accompanied by an increase in weed infestation of the test crop of five-field crop rotations.

References

1. Kosolap M.P. *Herbology: a textbook*. – K.: Aristei, 2004. – 364 p.
2. Ivashchenko O.O., Makukh Ya.P. Shcherinsky V.O. Sugar beets without “green fire” // *Sugar beets*. – 1999. – No. 2. – P. 12-13.
3. Ivashchenko O.O. To protect the field from weeds // *Sugar beets*. – 1998. – No. 2. – P. 8-9.
4. Ivashchenko O.O. Our tasks today // *Collection of scientific works: Weediness of crops and means and methods of its reduction*. – Kyiv, 2002. – P. 3-6.
5. Voitova I.P. The influence of soil cultivation on weed infestation of crops // *Sugar beets*. – 2002. – No. 4. – P.6-7.
6. Yavorsky A.G., Veselovsky Ya.V., Fisyunov A.V. *Weeds and measures to combat them*. – K.: Urozhay, 1979. – 192 p.

AMOUNT OF PERENNIAL WEEDS IN SUGAR BEET CROP PLANTS DEPENDING ON VARIOUS SHORT-ROTATION CROP ROTATIONS

Usyk Serhii Vasylovych

Ph.D. in Agriculture, Associate Professor,
Department of General Agriculture,
Uman National University, Uman, Ukraine

The results of research on the actual weed infestation of sugar beet crops by perennial weeds are presented, provided that they are grown in short-rotation crop rotations, which have a different share of grain and fodder crops in the structure of the sown areas with different rotations. The pattern of distribution of perennials depending on the saturation with different crops is established.

Currently, the introduction of short-rotation crop rotations with narrow specialization, in which a limited number of crops are grown [1], is sufficiently justified. In such crop rotations, in most cases, the share of spring grain crops is maximized [2], and in beet-growing areas, sugar beets are also grown [3]. However, since sugar beets are characterized by weak competitiveness with weeds, and they, in turn, are often a decisive factor in the formation of the crop, the predecessor, pre-predecessor and other elements of the structure of the sown areas that affect the weediness of crops are of great importance [4].

The study of crop rotation with short rotation was carried out at the Department of General Agriculture of Uman National University on the basis of a stationary experiment established on podzolized chernozem of heavy granulometric composition. The area of the plot is 168 m², and the accounting area is 80 m². The placement of variants in the experiment is systematic with three repetitions. The agricultural technology of growing different crops was generally accepted for the region.

The crop rotations differed from each other in both the composition of crops and their alternation, while having one common field of sugar beets (No. 2 spring barley - corn - peas - winter wheat - sugar beets; No. 3 corn - spring barley - peas - winter wheat - sugar beets; No. 4 corn - corn - peas - winter wheat - sugar beets; No. 5 peas - corn - peas - winter wheat - sugar beets; No. 6 spring barley - corn - peas - spring barley - sugar beets; No. 9 corn - spring barley - peas - spring barley - sugar beets; No. 10 corn - spring barley - corn - spring barley - sugar beets; No. 12 spring barley - corn - corn - spring barley - sugar beets; No. 15 corn - peas - corn - spring barley - sugar beets; No. 16 corn - corn - corn - spring barley - sugar beets), which were used in the experiment as a test crop and on the crops of which weediness was determined, at the beginning and in the middle of the growing season by imposing a frame with an area of 0.25 m² on the soil surface along the diagonal of the plot in five replications.

The results of the research showed that the number of perennial weeds fluctuated slightly from year to year. Only more of them were noted in one year, despite the extreme weather conditions of the first months of the sugar beet growing season, which they easily tolerated due to their powerful root system. In the breakdown by options, a clear tendency is observed to reduce the number of perennials with an increase in the share of row crops in the crop rotation, the cultivation technology of which involves multiple tillage, which was the reason for the depletion and destruction of perennial weeds.

For example, if at the beginning of the growing season, on average over three years in crop rotation No. 5, they were noted in the amount of 1.1 pcs./m², and in crop rotations No. 4, 2, 3, 6 and 9 there was only a tendency to reduce their number, then in crop rotations No. 10, 12 and 15 the number of perennial weeds decreased by half, and in crop rotation No. 16 with a share of row crops of 80% - by 10 times.

At the end of the growing season, the number of perennial weeds decreased slightly compared to the first record at its beginning, although the same pattern was generally maintained, when on average over three years their number decreased with an increase in the share of corn. Thus, in crop rotation No. 5, where this crop is absent, perennials were counted at 1.0 pcs./m², with a 20% saturation of crop rotations No. 2, 3, 6 and 9, perennial weeds decreased by 0.3 pcs./m², with a corn saturation of up to 40%, this decrease was 0.4 - 0.6 pcs./m², and with the expansion of corn to 60% of the sown area, it increased to 0.8 pcs./m² or 80%.

So, in conclusion, we can conclude that the weediness of sugar beets with perennial weeds was to some extent related to the structure of the sown areas. And with the expansion of the share of corn due to its repeated sowings, a decrease and almost complete destruction of perennial weeds was noted.

References

1. Shuvar I.A. Binert B.I. Ivanyuk V.Ya. Short-rotation crop rotations and without rotation. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/535-korotkorotatsiniy-sivozminy-ta-bezzminno.html> (accessed 04/13/26)
2. Boyko P.I., Kovalenko N.P. Effective different-rotation crop rotations in modern agriculture. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2014/03/6.pdf> (accessed 05/06/26)

3. P'yatkivskiy M. Sugar beets in crop rotations with short rotation. URL: <https://propozitsiya.com/ua/cukrovi-buryaki-v-sivozminah-z-korotkoyu-rotaciieyu> (access date 14.05.26)
4. Maksimovich V. Sugar beet growing technologies. URL: https://www.syngenta.ua/sites/g/files/kgtney1466/files/media/document/2016/12/20/sugar_beet_30-12-2014-fin.pdf (access date 13.04.26)

DOI 10.70286/ISU-22.07.2026.001

ПРОДУКТИВНІСТЬ КАПУСТИ КИТАЙСЬКОЇ ПІД ДІЄЮ БІОСТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН

Ковтунюк Зоя

канд.. с.-г. наук, доцент

Кафедра овочівництва

Уманський національний університет, Україна

Сучасне овочівництво характеризується постійним пошуком ефективних та екологічно безпечних способів підвищення продуктивності культур і покращення якості продукції. В останні роки біостимулятори розглядаються як один із найбільш перспективних інструментів підвищення ефективності рослинництва та забезпечення сталого розвитку аграрного виробництва [1]. Відповідно до сучасних наукових гіпотез, біостимулятори являють собою речовини або мікроорганізми природного походження, які при застосуванні до рослин або ґрунту активізують природні фізіологічні процеси, покращують засвоєння елементів живлення, підвищують стійкість рослин до абіотичних та біотичних стресів і сприяють покращенню якості врожаю. На відміну від добрив, вони не є безпосереднім джерелом поживних речовин, а стимулюють ефективніше використання наявних ресурсів рослиною.

За даними численних досліджень, використання біостимуляторів сприяє формуванню більш потужної кореневої системи, збільшенню площі листової поверхні та підвищенню інтенсивності фотосинтезу. Внаслідок цього рослини ефективніше використовують вологу й елементи живлення, що позитивно позначається на продуктивності культур. Особливо важливим є те, що біостимулятори дозволяють підвищити коефіцієнт використання добрив, що має суттєве економічне та екологічне значення [2].

Особливого значення біостимулятори набувають у зв'язку зі змінами клімату. Дослідження останніх років свідчать, що біостимулятори здатні активізувати антиоксидантну систему рослин, стабілізувати клітинні мембрани, регулювати водний режим та посилювати механізми адаптації до несприятливих умов вирощування. Це дозволяє зменшити втрати врожаю та підвищити стабільність виробництва овочевої продукції [3,4].

Дослідження проводились протягом 2024–2025 років на полях кафедри овочівництва Уманського НУ. Ґрунт досліджуваного поля – чорнозем опідзолений малогумусний важко суглинковий. Клімат помірноконтинентальний, досить теплий для зони нестійкого зволоження. Досліджуваними факторами на рослинах капусти китайської гібриду Джой Чой F1 були розчини препаратів у концентрації: Контроль (вода), Вимпел 2 — 15 мл/10 л води, Авангард Гроу Аміно — 20 мл/10 л води, Квантум Аміномакс — 20 мл/10л води, Гуміфілд — 20 мл/10 л води згідно рекомендацій виробника. У контрольному варіанті рослини обприскували водою кімнатної температури в такі ж фази як і препарати. Рослини висаджували 20 квітня за схемою 60х40 см.

Застосування біостимуляторів росту сприяло прискоренню настання основних фаз розвитку рослин капусти китайської гібриду Джой Чой на 2-4 доби. Найбільш виражений ефект забезпечив препарат Квантум Аміномакс, за якого технічна стиглість наставала через 67 діб після появи сходів. Період від висаджування розсади до першого збору врожаю становив 27–29 діб проти 32 доби на контролі. Більш ранній урожай отримали за також за використання і препарату Мегафол – 27 діб від висадки розсади Крім того, використання біостимуляторів сприяло подовженню періоду наростання розетки та збирання товарної продукції до 14–15 діб, що створювало передумови для отримання вищої врожайності.

Аналіз біометричних показав, що дворазове підживлення рослин в період вегетації ріст регулюючими препаратами позитивно впливали на збільшення висоти рослин та формування листової маси. Так, за підживлення рослин розчином Авангард Гроу Аміно і Квантум Аміномакс висота рослин становила 36 і 34 см, що на 8 і 6см більше за контроль. У варіантах з використанням препаратів Вимпел-2 і Мегафол даний показник збільшився на 4-5 см до контролю (табл. 1) За кількістю листків у розетці, площею листової поверхні та її діаметром переважали варіанти з використанням препаратів Квантум Аміномакс (15 шт і 25,4 тис. м²/га) та Мегафол (15 шт і 23,8 тис. м²/га) різниця до контролю становила 3 шт листків/роsl та 0,20 і 0,16м²/рослину, що позитивно відобразилось на продуктивності рослин.

Табл.1. Біометричні параметри капусти китайської в період плодоношення

Варіант досліджу	Висота рослин, см	Кількість листків у розетці, шт	Площа листової поверхні розетки		Діаметр розетки. см
			м ² /роsl.	тис. м ² / га	
Контроль	28	12	0,41	17,4	33
Вимпел 2	32	13	0,44	18,7	32
Авангард Гроу Аміно	36	13	0,47	19,5	35
Квантум Аміномакс	34	15	0,61	25,4	38
Мегафол	33	15	0,57	23,8	37

У середньому за роки досліджень найвищу врожайність (45,3 т/га) забезпечив препарат Квантум Аміномакс, приріст до контролю становив 7,3 т/га. Високу ефективність також показали препарати Мегафол та Авангард Гроу Аміно, які забезпечили приріст урожаю 5,9 та 4,6 т/га відповідно.

Величина врожаю на пряму залежала від маси товарної головки. Якщо в контролі середня маса листкової розетки становила 0,90 кг, то під дією біостимуляторів спостерігалось збільшення до 0,98–1,15 кг. Найбільшу середню масу головки сформували рослини у варіанті з використанням препарату Квантум Аміномакс – 1,15 кг, що на 0,25 кг більше за контроль.

Отже, використання біорегуляторів на основі амінокислот та рослинних екстрактів Мегафол і Квантум Аміномакс сприяло активізації фізіологічних процесів фотосинтезу та підвищенню врожайності капусти китайської Джой Чой F1 на 5,9 і 7,3 т/га з середньою масою товарної розетки 1,10–1,15 кг, проти 0,90 кг у контролі.

Список використаних джерел

1. Shahrabian M.H., Chaski C., Polyzos N., Petropoulos S.A. Biostimulants Application: A Low Input Cropping Management Tool for Sustainable Farming of Vegetables. *Biomolecules*. 2021. Vol. 11(5). P. 698.
2. Melini F. et al. Effect of Microbial Plant Biostimulants on Fruit and Vegetable Quality: Current Research Lines and Future Perspectives. *Frontiers in Plant Science*. 2023. Vol. 14. Article 1251544
3. Білітюк А.П., Скуратівська О.В. Біостимулятори. Урожайність. Захист рослин. 2000. №10. С. 21–39.
4. Kaushal P., Ali N., Saini S. et al. Physiological and Molecular Insight of Microbial Biostimulants for Sustainable Agriculture. *Frontiers in Plant Science*. 2023. Vol. 14

ВПЛИВ ПОПЕРЕДНИКІВ ТА РІВНІВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ВИЛЯГАННЯ ПОСІВІВ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Садовський Ігор Сергійович

викладач

Уманський національний університет, Україна

Пшениця озима належить до культур, яка добре реагує на поліпшення умов мінерального живлення, особливо на застосування азотних добрив. Ефективність удобрення та реакція рослин на внесення елементів живлення залежать від ґрунтово-кліматичних умов, попередника, системи удобрення та біологічних особливостей сорту. За даними Г. М. Господаренка та інших дослідників, застосування мінеральних добрив на чорноземі опідзоленому істотно змінює умови живлення пшениці озимої та інтенсивність засвоєння рослинами азоту, фосфору і калію [1].

Поряд із позитивним впливом добрив на ріст і продуктивність рослин підвищення рівня мінерального живлення може посилювати розвиток надземної маси та змінювати морфологічні й механічні властивості стебла. Надмірне азотне живлення сприяє збільшенню висоти рослин, довжини нижніх міжвузлів, одночасно знижуючи щільність тканин і міцність основи стебла. Внаслідок цього ризик вилягання посівів може зростати. Водночас стійкість до вилягання значною мірою визначається генетичними особливостями сорту та його реакцією на рівень удобрення [2–4].

Важливе значення у формуванні умов росту і розвитку пшениці озимої має попередник. Він впливає на поживний і водний режими ґрунту, інтенсивність ростових процесів та ефективність застосування мінеральних добрив. Результатами польових досліджень підтверджено, що реакція пшениці озимої на удобрення та рівень її продуктивності можуть змінюватися залежно від попередника. Зокрема, після гороху створюються сприятливі умови для росту пшениці озимої, які необхідно враховувати під час визначення рівня її мінерального живлення [5].

Метою нашого дослідження було встановити вплив попередників і різних рівнів мінерального удобрення на стійкість сортів пшениці озимої до вилягання на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому.

Дослідження проводили в умовах стаціонарного досліду Уманського національного університету на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому. У досліді вивчали три сорти пшениці озимої: Дебіан, Оберіг Миронівський та Скіфія. Пшеницю озиму вирощували після двох попередників: гороху та кукурудзи на силос.

Схема досліду передбачала чотири рівні мінерального удобрення: варіант без внесення добрив, який був контрольним варіантом, а варіанти з дозою внесення $N_{45}P_{45}K_{45}$; $N_{90}P_{90}K_{90}$ та $N_{135}P_{135}K_{135}$. Під час проведення польових спостережень визначали реакцію досліджуваних сортів на удобрення та враховували наявність або відсутність вилягання рослин.

Нашими дослідженнями було встановлено, що мінеральні добрива впливали на стійкість рослин пшениці озимої до вилягання. При цьому характер їх впливу змінювався залежно від попередника та сортових особливостей.

У дослідному полі, де попередником був горох досліджувані сорти на варіанті без застосування добрив зберігали стійкість до вилягання. Внесення $N_{45}P_{45}K_{45}$ також не спричиняло вилягання рослин сортів Дебіан, Оберіг Миронівський і Скіфія. Отже, за невисокого рівня мінерального живлення всі досліджувані сорти характеризувалися достатньою стійкістю стеблостою.

Підвищення дози мінеральних добрив до рівня $N_{90}P_{90}K_{90}$ після гороху посилювало схильність окремих сортів до вилягання. На цьому варіанті було відмічено вилягання рослин сортів Дебіан і Оберіг Миронівський. Рослини сорту Скіфія за такого рівня удобрення зберігали вертикальне положення.

За внесення найвищої дози мінеральних добрив $N_{135}P_{135}K_{135}$ після гороху характер реакції сортів не змінився. Рослини сортів Дебіан і Оберіг Миронівський вилягали, тоді як рослини сорту Скіфія залишалися стійкими. Отже, після гороху збільшення дози добрив від $N_{45}P_{45}K_{45}$ до $N_{90}P_{90}K_{90}$ знижувало

стійкість до вилягання сортів Дебіан і Оберіг Миронівський. Подальше підвищення рівня удобрення до $N_{135}P_{135}K_{135}$ не змінювало характеру їх реакції.

Також нашими дослідженнями було відмічено, що після кукурудзи на силос стійкість досліджуваних сортів до вилягання була вищою порівняно з їх вирощуванням після гороху. На варіанті без застосування добрив рослини всіх трьох сортів не вилягали. Застосування $N_{45}P_{45}K_{45}$ також не знижувало стійкості посівів до вилягання. За підвищення норми мінеральних добрив до $N_{90}P_{90}K_{90}$ після кукурудзи на силос вилягання рослин не спостерігали. Сорти Дебіан, Оберіг Миронівський і Скіфія за такого рівня мінерального живлення зберігали стійке вертикальне положення.

Внесення $N_{135}P_{135}K_{135}$ після кукурудзи на силос знижувало стійкість до вилягання лише сорту Оберіг Миронівський. Рослини сортів Дебіан і Скіфія на цьому варіанті не вилягали. Отже, після кукурудзи на силос негативний вплив найвищого рівня удобрення проявлявся меншою мірою, ніж після гороху, та залежав від біологічних особливостей сорту.

Сильніший прояв вилягання після гороху, ймовірно, був зумовлений поєднанням сприятливого попередника, високого рівня мінерального живлення та більшої густоти посівів. Після гороху формувався густіший стеблостій, що посилювало конкуренцію між рослинами за світло та сприяло їх інтенсивнішому росту у висоту. Горох як бобова культура також створював сприятливі умови азотного живлення для наступної культури. Додаткове внесення високих доз мінеральних добрив посилювало ріст рослин і формування надземної маси, що збільшувало навантаження на нижню частину стебла та підвищувало ризик вилягання. Після кукурудзи на силос посіви були більш зрідженими, тому рослини мали кращу освітленість і більшу площу живлення, що, ймовірно, сприяло формуванню міцнішого стебла та вищої стійкості до вилягання.

Добрива впливали на досліджувані сорти неоднаково. Найвищу стійкість до вилягання виявив сорт Скіфія. Рослини цього сорту не вилягали після обох попередників на жодному з досліджуваних варіантів удобрення, зокрема й за внесення $N_{135}P_{135}K_{135}$.

Сорт Оберіг Миронівський характеризувався найменшою стійкістю до вилягання. Після гороху його рослини вилягали за внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ та $N_{135}P_{135}K_{135}$, а після кукурудзи на силос – за внесення $N_{135}P_{135}K_{135}$. Сорт Дебіан займав проміжне положення. Вилягання його рослин спостерігали після гороху за внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ і $N_{135}P_{135}K_{135}$, тоді як після кукурудзи на силос він зберігав стійкість за всіх досліджуваних рівнів удобрення.

Найвищу стійкість до вилягання в умовах проведення дослідження виявив сорт Скіфія, а найнижчу – сорт Оберіг Миронівський. Це свідчить про необхідність диференційованого підходу до вибору рівня мінерального удобрення з урахуванням попередника та біологічних особливостей сорту. Після гороху застосування $N_{90}P_{90}K_{90}$ і $N_{135}P_{135}K_{135}$ під сорти Дебіан та Оберіг Миронівський підвищувало ризик вилягання посівів.

Список використаних джерел

1. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Любич В. В., Бойко В. П. Засвоєння основних елементів живлення з ґрунту й мінеральних добрив пшеницею озимою на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2020. Вип. 3. С. 35–44. DOI: 10.31521/2313-092X/2020-3(107)-5.
2. Zhang M., Wang H., Yi Y. et al. Effect of nitrogen levels and nitrogen ratios on lodging resistance and yield potential of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). PLOS ONE. 2017. Vol. 12, No. 11. e0187543. DOI: 10.1371/journal.pone.0187543.
3. Chen X., Wang J., Wang Z. et al. Optimized nitrogen fertilizer application mode increased culms lignin accumulation and lodging resistance in culms of winter wheat. Field Crops Research. 2018. Vol. 228. P. 31–38. DOI: 10.1016/j.fcr.2018.08.019.
4. Li W., Han M., Pang D. et al. Characteristics of lodging resistance of high-yield winter wheat as affected by nitrogen rate and irrigation managements. Journal of Integrative Agriculture. 2022. Vol. 21, No. 5. P. 1290–1309. DOI: 10.1016/S2095-3119(20)63566-3.
5. Babulicová M., Gavurníková S. Influence of fertilisation and crop rotation on grain yield and quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). Agriculture (Poľnohospodárstvo). 2021. Vol. 67, No. 4. P. 191–205. DOI: 10.2478/agri-2021-0017.

SECTION: ART HISTORY AND LITERATURE

SCREEN TEST ARE A CONCENTRATED FORM OF AN ACTOR'S SUITABILITY FOR A CHARACTER

Sherbon Fedir

Senior Lecturer of Acting.

Drama Directing Department.

I.K. Karpenko – Karyi National University of
Theatre, Cinema and Television, Kyiv, Ukraine.

Member of the National Union of

Theatre Artists, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-4971-3340>

Sherbon Olena

Senior Lecturer,

General and Specialized Piano Department

National Music Academy of Ukraine, Kyiv

ABSTRACT. This article presents examples of some of our screen tests and examines key professional skills in actor training. It also explores the significant impact of musical accompaniment on the understanding of a character.

KEYWORDS. Screen tests, an event, an action, the impact of musical accompaniment, working in front of the camera.

Every sphere of human endeavor comprises individuals who possess the skills necessary to execute intentions and tasks within that field at a high professional level. The art of acting is a domain that has influenced public life for many years. Those who enter this profession must achieve mastery over their own psychophysical apparatus and possess a high level of moral and ethical qualities. It is the combination of these two elements that fosters the actor's effective and successful engagement in this professional field.

The art of acting can manifest across various creative disciplines. Today, we will focus on the theatrical and cinematic aspects. An actor working in a theater has the opportunity to continuously maintain and hone their professional skills by participating in acting workshops and movement classes, and, consequently, by performing in the theater's productions.

An actor working in the film industry—without professional ties to the theater—must personally ensure they stay in professional shape. The film industry is a field not characterized by consistency; actors land roles sporadically, often with long intervals between projects.

In the theater, a director can observe an actor on stage and assess their abilities to determine their suitability for a role in a new production. The film industry, however, presents a more complex dynamic regarding the director-actor relationship. Actors

must personally put themselves forward for each new project; often, the film's director may not even be familiar with the actor. The processes of searching for, selecting, and casting an actor rely entirely on auditions.

When considering an actor's self-tape audition for a role, it is necessary to distinguish between the technical aspect and deep psychophysical preparation in order to convey the essence of the character with the utmost precision.

Keep these technical aspects in mind and apply them whenever you need to record a self-tape for a given scenario. Position the camera horizontally to capture a close-up shot of the actor. The casting director needs to see you in a chest-up shot and observe your facial expressions as you react and engage in the scene. Record the audition against a neutral, solid-colored background that won't distract from the actor in the frame. Lighting the filming location and ensuring proper sound design—free of extraneous noise—are undoubtedly crucial elements. It is also essential to select the character's attire to most accurately reveal and highlight the key traits of their persona.



Undoubtedly, once you have mastered the technical aspects, you should devote more attention to the inner substance. First and foremost, understand your character's actions and the events they experience. Next, you need to distinguish between major and minor events. It is important to grasp how the character undergoes internal change: what they were like initially, what happened during the course of the action, and what they became as a result of those events. It is precisely your ability to act from the «I» within the given circumstances—moving toward a full, immersive «merging» with the

character—that will enable an organic, natural presence on screen. This spectrum of key, fundamental principles will make it possible to land that coveted role.[1]

An actor's ability to memorize large amounts of text very quickly is undoubtedly a crucial quality. While not particularly common in our profession, this skill is essential in the film industry; it is the talented actors who possess it that ultimately prevail in the competitive landscape.



A well-chosen musical backdrop for a screen test has always greatly helped us compete quickly and successfully in any self-tape, while also enabling the actor to immerse themselves in the character and the proposed circumstances. Since the co-author of this article is a pianist, we could sit at the grand piano at any moment and immerse ourselves in the atmosphere of Chopin's graceful, refined waltzes (such as the Waltz As-dur , WN28). Such music helped evoke the sophisticated—even noble—personas required for the self-tapes we were preparing. Accompanied by Chopin's exquisite textures and romantic harmonies, the actor's very presence before the camera would shift: their gait, gestures, and facial expressions transformed, their manner of speaking evolved, and the character's conversational pace slowed down.



Such outstanding musical works, with their melodic beauty and richness of texture, seem to complement the rather concise content of the auditions. Music here plays not only a background function, but by and large, plays a leading dramatic role.

Below, in the list of sources, we provide numerous links to our most successful film auditions. [3- 12]

Reference

1. Desiatnuk. G., Lumar L. Pidgotovka do ekranoi robotu. Kyiv,2020,108 P. [In Ukrainian]
2. Chopin .Waltz No.16 As-dur. 2018.
https://youtu.be/qxuU563eSm0?si=H_vwOFaG69WpPuMb
3. Sherbon O. Acting emotion card. 2021.
<https://youtu.be/-To6LhYy8Yw?si=7S4b0oTumyDolGXj>
4. Sherbon O. Try « Olga». 2021.
https://youtu.be/J1d_6OIYzc0?si=jRb1549FIODJhZp9
5. Sherbon O. Try about me ukr. 2021.
https://youtu.be/Dy6xagy_ZpQ?si=uT4JCIi6ra4FvsP4

6. Sherbon F. Try about myself.2025.
https://youtu.be/IEFH7j6YCVg?si=55n_K3CWBLgaqKB7
7. Sherbon F. The actor showreel 1. 2025.
<https://drive.google.com/file/d/18kN7u9YcWvjOaO5p6Ibb7S28pE2tc5c3/view?usp=drivesdk>
8. Sherbon F. The actor showreel 2. 2024.
<https://drive.google.com/file/d/10nbTk1OvoMeKtljiViKL0u57Amvr24M1/view?usp=drivesdk>
9. Sherbon F. Try Antiquary . 2024.
<https://youtu.be/irBa8F0Yeb0?si=86kZhFZ8SmzDIu9A>
10. Sherbon F. Try Andron. 2023.
<https://youtu.be/mRaF1SxjGCI?si=4NtSTBi4A91Ei6mU>
11. Sherbon F. Try Tkachuk. 2023.
https://youtu.be/Tj3POejvask?si=R0c9F_SagNTgpWRB
12. Sherbon F. Try Lusyk. 2023.
<https://youtu.be/YI3VEEad-il?si=BKt9-SgvDjT1FM46>

SECTION: BIOLOGY AND BIOCHEMISTRY

ОСОБЛИВОСТІ ПОВЕДІНКИ ПРИМАТІВ

Максименко Юлія Вікторівна

доцент, кандидат біологічних наук

Довбня Ігор Іванович

здобувач вищої освіти

Житомирський державний університет

імені Івана Франка, Україна

Поведінка приматів і її схожість із людською давно привертає увагу біологів, етологів та антропологів [1; 2]. Примати є одними з найбільш розвинених тварин, оскільки мають добре сформований мозок, складну поведінку та різноманітні соціальні зв'язки. До цієї групи належать лемури, макаки, павіани, шимпанзе, горили та орангутанги. Найближчими до людини є людиноподібні мавпи, які демонструють високий рівень інтелекту, емоційності та соціальної організації [2]. Саме тому їх дослідження допомагає зрозуміти еволюційні витоки людської поведінки.

Однією з ключових рис приматів є їх соціальний спосіб життя. Більшість видів існує у групах, де встановлюється чітка ієрархія [3]. У таких спільнотах є домінуючі особини та підлеглі, формуються союзи і виникають конфлікти. Примати здатні до складних соціальних взаємодій, включаючи співпрацю, підтримку та навіть політичну поведінку. Вони можуть допомагати одне одному, захищати слабших та підтримувати соціальні зв'язки через грумінг, який виконує не лише гігієнічну, а й комунікативну функцію [3].

Комунікація приматів є мультимодальною та включає звуки, жести, міміку і пози тіла [2]. Деякі види мають чітко диференційовані сигнали небезпеки, що дозволяє їм ефективно реагувати на різні загрози. Людиноподібні мавпи здатні до використання символів і можуть навчатися мови жестів, що свідчить про наявність елементів абстрактного мислення та когнітивної складності [2].

Важливою характеристикою є емоційність приматів. Вони здатні переживати широкий спектр почуттів, включаючи радість, страх, агресію, співчуття та горе. Зафіксовано випадки, коли матері тривалий час не залишають своїх померлих дитинчат, що нагадує людську реакцію на втрату. Примати також демонструють емпатію, заспокоюють інших та підтримують членів групи у складних ситуаціях [3].

Ще однією важливою рисою є використання знарядь праці. Наприклад, шимпанзе застосовують палички для добування їжі, камені для розколювання горіхів та листя для збору води. Такі навички не є вродженими, а передаються через навчання і наслідування, що дозволяє говорити про наявність елементів культури [2].

Примати також мають надзвичайно високий рівень інтелекту та розвинену робочу пам'ять. Вони здатні вирішувати складні логічні задачі, запам'ятовувати послідовності дій і користуватися простими механізмами. Наприклад, у лабораторних тестах в Японії шимпанзе Аюму продемонстрував феноменальну миттєву пам'ять, запам'ятовуючи розташування чисел на екрані значно швидше за дорослу людину. Ці тварини активно навчаються через гру та моделювання ситуацій. Подібно до людських дітей, молоді примати багато часу проводять у різноманітних іграх, розвиваючи координацію рухів, навички спілкування, причому дослідники помічають навіть гендерні відмінності (наприклад, самок шимпанзе, які бавляться з паличками, наче з ляльками). Окрім того, великі людиноподібні мавпи успішно проходять «дзеркальний тест» і впізнають себе у відображенні, що прямо свідчить про наявність самоусвідомлення — найважливішої ознаки високорозвиненої психіки та самоідентифікації [3].

Як і люди, примати мають свою темну сторону: вони можуть проявляти сильну ксенофобію, вступати в жорстокі конфлікти через їжу, територію чи домінування, і навіть організовувати патрулі для нападу на сусідні групи, що нагадує первісні людські війни [2]. Проте після сварок вони володіють розвиненими механізмами дипломатії і часто миряться за допомогою тактильних дотиків, поцілунків, обіймів або спільного грумінгу [2]. Особливо миролюбними вважаються карликові шимпанзе (бонобо), у яких панує матріархат, а будь-які конфлікти, стреси та суперечки в групі вирішуються за допомогою соціальних контактів, ніжності та сексуальної поведінки, що знижує рівень агресії до мінімуму [1]. Це свідчить про наявність у приматів складних та гнучких соціальних інструментів підтримання порядку і миру всередині соціуму.

Отже, поведінка приматів має величезну кількість спільних, фундаментальних рис із людською. Вони виявляють здатність до символічного спілкування, переживання найглибших емоцій, передачі знань через покоління, використання знарядь праці та побудови складних політичних відносин у групах [3]. Сучасні дослідження приматів допомагають еволюційним біологам та антропологам краще зрозуміти витоки людської психіки, походження нашої мови, моралі, культури та суспільних інститутів. Саме тому примати вважаються найближчими істотами до людини не лише за анатомічною будовою тіла, а й за глибокими особливостями поведінки.

Список використаних джерел

1. Корж О.П. Основи еволюції: навч. посіб. для студ. ВНЗ – Суми: Університетська книга, 2017. – 381 с.
2. Солохіна Л. О. Антропологія. – Харків, Харківський національний університет внутрішніх справ, 2022. – 194 с.
3. Leach Stefan, Sutton Robbie, Dhont Kristof, Douglas Karen, Bergström Zara. Are We Smart Enough to Remember How Smart Animals Are? *Journal of Experimental Psychology: General*. 2023, Vol. 152, No. 8. P. 2138–2159.

SECTION: COMPUTER ENGINEERING

DOI 10.70286/ISU-22.07.2026.002

VEIL: A SOFTWARE SYSTEM FOR NEURAL-NETWORK IMAGE STEGANOGRAPHY

Khoma Dmytro

Ph.D. student

Department of Artificial Intelligence and Cybersecurity
Donetsk National Technical University, Drohobych, Ukraine

Abstract. A steganographic model that exists only as research code offers no way for a non-specialist user to encode a message, decode one, or check an image for hidden content. This work presents Veil, a software system that delivers the full cycle of neural-network image steganography – encoding, decoding, and steganalysis – as a working tool rather than a training script. The system separates user-facing interaction from computationally heavy inference across two independently deployed servers: veil-web, a Ruby on Rails application handling authentication, image storage, and live status updates over Turbo Streams, and veil-core, a FastAPI computational core that validates requests against a model registry and dispatches inference to two dedicated Celery queues – one for encoding and decoding, one for steganalysis – backed by Redis, so that the interface stays responsive regardless of how long a given inference pass takes. The model registry, covering the baseline SteganoGAN, Edge-UNet, the developed Edge-ASPP model, and five adapted steganalyzers, lets new synthesis or detection methods be added without changing the web application or the task-dispatch logic. Deployed as two token-authenticated Ubuntu VPS instances behind Kamal-proxy, with PostgreSQL and disk-backed Active Storage on the web side and host-mounted model weights on the compute side, the system demonstrates that the architectural and algorithmic results of this line of research can be delivered as a usable, extensible tool rather than remaining confined to a research codebase.

Keywords: image steganography, software architecture, deployment, web application, asynchronous task queue, generative adversarial network, steganalysis.

Introduction. A steganographic model that exists only as research code – a training script and a set of checkpoints – is of limited practical value: it offers no way for a non-specialist user to encode a message, decode one, or check an arbitrary image for hidden content without writing custom scripts around the model. This gap between an architecturally sound model and a usable tool is common in the steganography literature, where published work typically stops at reporting quality and capacity metrics on a held-out test set; our own earlier experience of turning a trained model into a working demonstrator [1] confirmed that most of that effort has nothing to do with the model itself. Closing this gap requires more than wrapping a model in a

command-line interface: a practical system has to serve concurrent users, keep long-running inference from blocking the interface, support more than one model so that results remain comparable, and expose steganalysis as a first-class operation rather than an afterthought. This work presents Veil, a software system designed around exactly these requirements, and reports on its architecture, its user-facing workflow, and its deployment.

System Architecture. Veil separates two concerns that are easy to conflate in a single monolithic application: interacting with the user, and running the neural inference itself. The two concerns are deployed on two independent Ubuntu VPS instances. The web server, `veil-web`, runs a Ruby on Rails application (Puma behind Thruster) responsible for authentication, image upload, the user's gallery, the jobs dashboard, and real-time status updates; it stores relational data – users, images, encoding/decoding/analysis records – in PostgreSQL and the image files themselves through Active Storage on a local disk volume, without any external object-storage dependency. Background responsibilities on this server that do not require the compute side – polling for job updates and broadcasting them to the browser – are handled by Rails' own database-backed Solid Queue and Solid Cable, so no separate broker process is needed on the web tier.

The compute server, `veil-core`, runs a FastAPI application [2] (served by Uvicorn) that exposes separate routers for steganography and steganalysis behind a simple shared-token dependency (X-Auth-Token). `veil-web` calls this API over a REST request authenticated with a server-to-server token; `veil-core` validates the request against a model registry, enqueues the work, and returns immediately rather than blocking on inference. Two dedicated Celery queues, backed by Redis as broker and result store, separate the two kinds of work: a steg queue for the encode/decode workers and an analysis queue for the steganalysis workers, so that a burst of steganalysis requests cannot starve encoding jobs or vice versa – an architectural pattern well established for decoupling request handling from long-running work [3]. Both worker types load PyTorch models from a host-mounted weights volume and run inference on CPU by default, with an optional CUDA build for GPU-equipped deployments. Once a task completes, the worker calls back to `veil-web` on a token-authenticated endpoint (a separate token from the one used for the outgoing request), and `veil-web` pushes the update to the browser as a Turbo Stream over Solid Cable, so the page reflects the result without polling.

Figure 1 shows the resulting deployment diagram: the two VPS instances, each running its services as Docker containers [4] deployed and proxied by Kamal, the Rails and FastAPI applications, the PostgreSQL and Active Storage volume on the web side, and the Redis-backed Celery queues with the shared weights volume on the compute side, with the two request/callback tokens marking the only trust boundary between them.

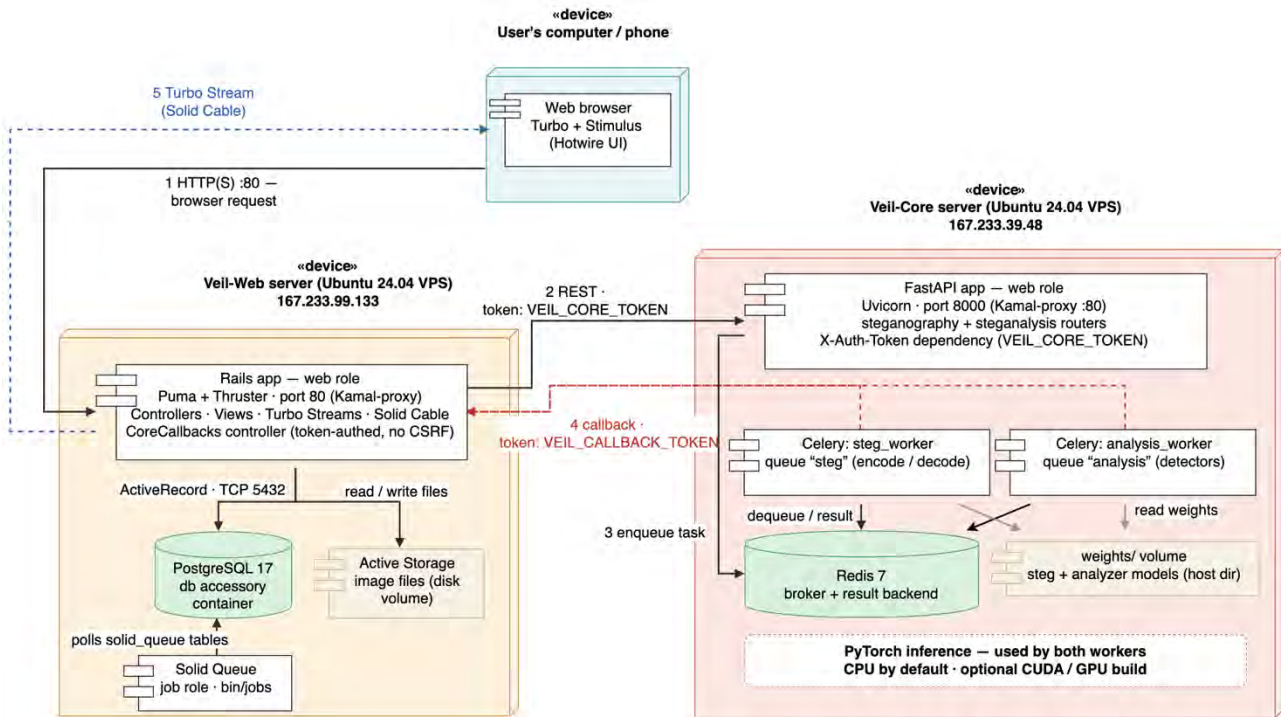


Figure 1. Deployment diagram of the Veil system architecture.

The model registry is the component that keeps this architecture extensible. Each registered model – the baseline SteganoGAN [5], Edge-UNet [6], the developed Edge-ASPP model, and the five adapted steganalyzers – is described by metadata (a path into the shared weights volume, supported payload depth, expected input resolution, checksum) rather than hard-coded into the request-handling logic. Adding a new synthesis method or detector, including ones outside the scope of this study, means registering a new entry and, if needed, a new Celery task with the same input/output contract as the existing ones – no change to the web application or to task dispatch is required.

User Interface and Workflow. Figure 2 summarises the system from the user's side as a use case diagram. A guest can only register an account, log in, or recover access through an emailed password-reset link; every other use case requires the registered-user role that follows once that account exists. A registered user manages a profile, browses a personal gallery of uploaded and generated images, and consults a jobs dashboard that lists encoding, decoding, and analysis tasks by queue and by outcome. The three core operations, encoding, decoding, and steganalysis, all decompose into the same included steps: choosing an existing image or uploading a new one, selecting a model or, for steganalysis, an analyzer group, submitting the job to the veil-core system as an external actor, and receiving a live status update once it completes. Every encoding, decoding, and analysis record can be viewed from its own queue and result screen and deleted independently of the others. An administrator sits alongside the registered-user role rather than replacing it, additionally managing user-facing defaults such as the bulk stego-model catalogue offered on the encoding form.

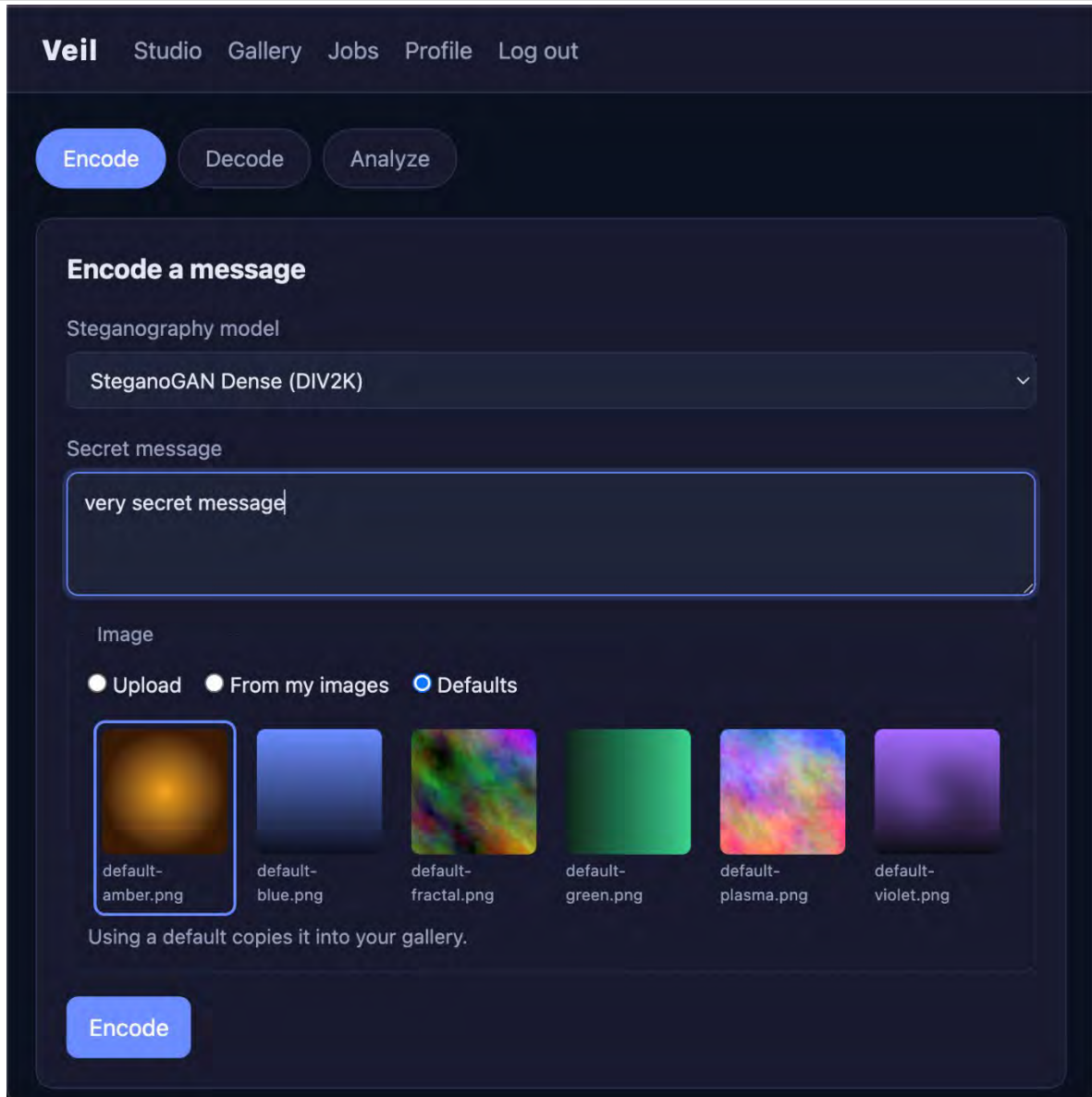


Figure 3. Example of the Veil encoding interface.

Discussion. The value of separating veil-web from veil-core is best seen under load: because inference is dispatched to two independent Celery queues rather than executed inline with the HTTP request, the web tier's ability to serve concurrent users is decoupled from the compute tier's capacity, and encoding/decoding load cannot starve steganalysis requests or vice versa. The same separation is what makes the model registry practical – because every synthesis or steganalysis method exposes the same task contract, the system's coverage can grow without the web application needing to know anything about the internals of a given model. This matters specifically for steganography research, where new architectures and detectors appear frequently: a system that has to be modified at the web-tier level for every new model would quickly become a maintenance burden rather than a research tool. It also matters for reproducing comparative results such as those obtained while contrasting critic and critic-free training regimes for GAN-based steganography [1]: with a shared registry contract, such variants can be deployed and compared side by side instead of as one-off scripts. Keeping veil-web free of any object-storage dependency and CUDA free

by default also keeps the deployment footprint of the web tier deliberately small, leaving GPU provisioning as a purely optional decision on the compute side.

Conclusion. Veil demonstrates that the architectural and algorithmic results of this line of research – an edge-aware synthesis model and a set of colour-adapted, cross-tested steganalyzers – can be delivered as a working system rather than remaining research code. The separation between a Rails-based web application and a FastAPI/Celery computational core, connected through a token-authenticated REST call, two dedicated task queues, and a model registry, keeps the interface responsive under long-running inference and makes the system extensible to future synthesis and detection methods without structural changes. The next steps are to expose the system's own cross-testing protocol as a user-facing benchmarking tool and to package the second-critic retraining procedure, planned as future work on the model itself, as an additional registry entry once available.

References

1. Khoma, D., & Bashkov, Y. (2025). Enhanced image steganography with Keras-SteganoGAN: A TensorFlow-based GAN. *Scientific Papers of Donetsk National Technical University: Computer Engineering and Automation*, 3(5), 48–59. [https://doi.org/10.32782/2786-9024/v3i5\(37\).344525](https://doi.org/10.32782/2786-9024/v3i5(37).344525)
2. Fielding, R. T. (2000). Architectural styles and the design of network-based software architectures [Doctoral dissertation, University of California, Irvine]. <https://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/top.htm>
3. Hohpe, G., & Woolf, B. (2003). *Enterprise integration patterns: Designing, building, and deploying messaging solutions*. Addison-Wesley.
4. Merkel, D. (2014). Docker: Lightweight Linux containers for consistent development and deployment. *Linux Journal*, 2014(239), Article 2. <https://doi.org/10.5555/2600239.2600241>
5. Zhang, K. A., Cuesta-Infante, A., Xu, L., & Veeramachaneni, K. (2019). SteganoGAN: High capacity image steganography with GANs. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1901.03892>
6. Ji, P., Zhang, Y., & Lv, Z. (2025). Edge-guided dual-stream U-Net for secure image steganography. *Applied Sciences*, 15(8), Article 4413. <https://doi.org/10.3390/app15084413>

SECTION: CULTUROLOGY AND PHILOSOPHY

ЛЮДИНА В ДИСКУРСІ СУЧАСНОЇ НАУКИ: ЕТИЧНИЙ ВИМІР ТРАНСГУМАНІЗМУ

Москальчук Марина Миколаївна

кандидат філософських наук

Київський національний університет

імені Тараса Шевченка, Україна

Людина – це складний і часом суперечливий організм. Попри наявність значної кількості досліджень, вона й досі залишається таємницею для багатьох науковців та мислителів. Живучі в онтологічному просторі, людина взаємодіє з природою, створює нові відносини та зв'язки, відбувається постійний обмін інформацією та досвідом. Такий рух світу й кожного з нас сприяє розвитку різних видів технологій і наук, які мають значний вплив на нас, людей. Як вже зазначалось вище, людина й надалі залишається таємницею, поведінку якої неможливо спрогнозувати заздалегідь. Адже кожен із нас керується як власним інтелектом, так і емоціями та почуттями, через що різні особистості реагують на одну й ту саму ситуацію по-різному, спираючись на власний досвід і психоемоційну сферу. Ці ж реакції можуть стосуватись і нових тенденцій, які нам пропонують науки та сучасні технології.

Новітні наукові та технологічні тенденції, які входять в життя людини та суспільства загалом, початково можуть не сприйматись або навіть ігноруватись нами. Але при більш детальному їх вивченню, ми вже дивимось на них не як на щось вороже, а як на те, що здатне покращити й врятувати наше життя та навколишнє середовище. Чи ставили ми собі питання, як на нас вплинуло створення комп'ютерів, телефонів чи телевізорів? Безумовно ці досягнення науки й техніки увійшли в наше життя стрімко та закріпились в ньому міцно. А те, як саме людина буде на них реагувати, залежить від кожного з нас. Ми усвідомлюємо, що повне занурення в цей цифровий світ може нашкодити людству та природі, адже з часом можуть втратитись жива комунікація в суспільстві й обмін досвідом між народами. Проте, людина як інтелектуальна істота має це розуміти та прагнути відповідально ставитись до створення та використання новітніх наукових технологій.

Окрім використання новітніх технологій в нашому буденному житті, ці досягнення активно застосовуються й в інших сферах. Науковці дедалі частіше вертаються до них задля власних досліджень і досягнення нових цілей. Зокрема, в медицині використовуються результати науково-технологічного прогресу, завдяки якому було створено апаратуру й техніку, що допомагають встановити точні діагнози, попередити хвороби та, головне, врятувати життя.

Ми усвідомлюємо, що такі тенденції в науці та технологіях продиктовані не лише прагненням здобути нове знання, а й бажанням покращити та полегшити життя людей, зберегти й врятувати довкілля. І це все залежить від нас – від того, як саме ми їх будемо застосовувати. Адже ми є розумними та чуттєвими істотами, здатними фільтрувати отриману інформацію та робити ґрунтовні висновки.

Сучасна науково-технологічна сфера не залишилася поза увагою багатьох філософів, які почали досліджувати питання її впливу на людину та сприйняття нею цих нових винаходів. Так у сучасному філософському дискурсі та загальнонауковому просторі поширився такий напрям, як трансгуманізм.

Для гуманізму на першому місці стоїть людина – особистість, яка є не пасивним спостерігачем цього світу, а активним його суб'єктом. Згідно з гуманізмом, людина завдяки власній свободі здатна змінити своє життя, досягти поставленої мети й водночас покращувати світ навколо. Ідеї гуманізму почали формуватися та набули значного поширення ще в добу Відродження. Простежуючи його історію, ми бачимо, що гуманізм не зник, а трансформувався відповідно до умов сьогодення, закономірно перерісши в новий світоглядний напрям – трансгуманізм.

Як зазначає відомий представник трансгуманізму Нік Бостром, людина для трансгуманістів не є завершеним організмом – вона все ще має значний потенціал для розвитку. Представники трансгуманізму, в своїй діяльності, звертаючись до новітніх технологій, переконані, що саме вони здатні змінити та вдосконалити людину. «Людський стан покращиться завдяки прикладному розуму, особливо завдяки розробленню та поширенню технологій заради усунення старіння та покращення інтелектуальних, фізичних та психологічних здібностей людини» [1]. Окрім цього, Нік Бостром свої ідеї завжди супроводжує головною думкою, що використовуючи сучасні науково-технологічні здобутки для покращення стану людини, суспільство не повинно забувати про етичний бік їх застосування. Ми маємо усвідомлювати можливі наслідки, що чекатимуть нас в майбутньому, і, що не менш важливо, які можливі загрози несуть ці технології.

Як ми можемо бачити, гуманізм у своїй основі здебільшого звертається до внутрішнього світу людини, тоді як трансгуманізм переконаний, що існує перспектива вдосконалити людину не лише зсередини, але й ззовні. На думку трансгуманістів, завдяки новітнім технологіям людина буде здатна зберегти свою ідентичність, незалежність, сформувати себе самостійно – відповідно до власних відчуттів, переконань і досвіду. Недаремно зазначається, що «трансгуманісти високо цінують автономію: здатність та право людей планувати та обирати своє життя. Трансгуманісти прагнуть створити світ, у якому автономні особистості можуть вирішити залишатися невідосконаленими або ж обрати бути вдосконаленими, і в якому ці вибори будуть поважатися» [1].

Кожен із нас – це унікальна індивідуальність та особистість. Наше становлення починається з народження, і з часом, по мірі дорослішання, ми здобуємо нові знання, які поступово трансформуються в досвід. Трансгуманізм прагне зберегти в своїй філософії розуміння людини, як вільної особистості: «саме людина має вирішувати, яким чином змінювати власне тіло, як

покращувати пам'ять та інтелектуальні можливості» [2]. Таким чином, згідно з трансгуманізмом, кожен із нас, будучи окремою особистістю з раціональним мисленням, здатен прораховувати наперед наслідки і, як результат, належно сприймати нові тренди, які нам пропонує науково-технічний прогрес.

Список використаних джерел

1. Nick Bostrom. The transhumanist FAQ. Version 2.1 (2003). A General Introduction. Published by the World Transhumanist Association. 56 p. <https://nickbostrom.com/views/transhumanist.pdf>
2. Москальчук М.М. (2026). Пізнавальні здібності людини в трансгуманістичному дискурсі. Вісник Львівського університету. Серія Філософсько-політологічні студії. № 64. С. 190-199. https://fps-visnyk.lnu.lviv.ua/archive/64_2026/23.pdf

SECTION: ECOLOGY

ASSESSMENT OF EDAPHIC INDICATORS FOR ECOLOGICAL MONITORING AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

Balakhanova Gumru Vasif
PhD

<https://orcid.org/0000-0002-1709-1442>

Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan

Abstract

Edaphic indicators are essential tools for evaluating soil quality, ecosystem health, and environmental sustainability. This review examines the importance of physical, chemical, and biological soil indicators in ecological monitoring and environmental management. The study synthesizes recent scientific findings on key edaphic parameters, including soil texture, bulk density, moisture, pH, organic carbon, nutrient availability, microbial biomass, enzyme activity, and microbial diversity. The reviewed literature indicates that integrated assessment of these indicators provides a reliable basis for detecting environmental degradation, assessing ecosystem resilience, and supporting sustainable land-use management. Biological indicators, particularly soil microbial communities, were identified as highly sensitive to environmental disturbances and valuable for early detection of ecological change. The review also highlights the growing application of Geographic Information Systems (GIS), remote sensing, molecular biological techniques, digital soil mapping, and artificial intelligence in improving the efficiency and accuracy of ecological monitoring. Despite considerable scientific progress, challenges remain in the standardization of sampling methods, indicator selection, and long-term monitoring protocols. Overall, the assessment of edaphic indicators contributes significantly to biodiversity conservation, ecosystem restoration, climate change adaptation, and evidence-based environmental decision-making. Future research should emphasize integrated and standardized monitoring approaches that combine conventional soil analyses with advanced digital technologies.

Keywords: edaphic indicators, soil quality, ecological monitoring, environmental management, soil health, microbial diversity, ecosystem assessment, sustainable land management, soil biological indicators, environmental sustainability.

Introduction

Edaphic indicators are among the most important components used to assess soil quality, ecosystem stability, and environmental sustainability. They encompass the physical, chemical, and biological properties of soils, including soil texture, structure, pH, moisture content, organic matter, nutrient availability, microbial biomass, enzyme activity, salinity, and cation exchange capacity. These indicators provide

comprehensive information on soil functioning and serve as reliable tools for evaluating ecosystem health under both natural and anthropogenic conditions.

In recent years, growing concerns about climate change, land degradation, biodiversity loss, industrial pollution, and unsustainable agricultural practices have significantly increased the importance of edaphic indicators in ecological monitoring and environmental management. Continuous assessment of these indicators enables researchers and environmental managers to identify early signs of ecosystem degradation, evaluate soil resilience, and implement evidence-based conservation and restoration strategies. Consequently, soil monitoring has become an essential component of sustainable environmental governance and ecosystem-based management[1].

Ecological monitoring aims to detect temporal and spatial changes in environmental conditions through systematic observations and scientifically validated indicators. Among various ecological indicators, edaphic parameters are particularly valuable because soil functions as the primary medium supporting terrestrial ecosystems. Changes in soil characteristics directly influence plant productivity, microbial diversity, nutrient cycling, carbon sequestration, water regulation, and the overall functioning of ecosystems. Therefore, the assessment of edaphic indicators contributes not only to understanding current ecosystem conditions but also to predicting future ecological responses to environmental stressors[2].

Environmental management increasingly relies on integrated monitoring systems that combine conventional soil analyses with advanced technologies such as geographic information systems (GIS), remote sensing, environmental modeling, molecular biological techniques, and machine learning approaches. These technologies improve the accuracy, efficiency, and spatial coverage of ecological assessments while facilitating the identification of degradation hotspots and priority conservation areas. Furthermore, integrating edaphic indicators into environmental monitoring frameworks supports adaptive management by enabling timely interventions and informed decision-making.

Biological edaphic indicators, particularly soil microbial communities and enzymatic activities, have gained considerable attention due to their high sensitivity to environmental disturbances. Soil microorganisms regulate decomposition processes, nutrient mineralization, organic matter transformation, and greenhouse gas dynamics. Alterations in microbial diversity often occur before significant physical or chemical changes become detectable, making biological indicators effective early-warning signals of ecosystem stress. Consequently, multidisciplinary assessment of physical, chemical, and biological soil properties provides a more comprehensive understanding of ecosystem health than relying on individual parameters alone[3].

The application of edaphic indicators extends across numerous environmental sectors, including sustainable agriculture, forestry, urban ecosystem management, wetland conservation, land reclamation, pollution assessment, and climate change mitigation. In agricultural landscapes, soil indicators guide nutrient management and improve crop productivity while minimizing environmental impacts. In urban and industrial environments, they facilitate the assessment of contamination levels and

ecological restoration potential. Likewise, in protected natural ecosystems, continuous monitoring of soil properties supports biodiversity conservation and long-term ecosystem resilience.

Despite substantial advances in ecological monitoring, significant challenges remain regarding the standardization of sampling protocols, indicator selection, spatial heterogeneity, and long-term data integration. Addressing these challenges requires interdisciplinary collaboration among ecologists, soil scientists, environmental managers, and policymakers. Developing standardized assessment frameworks will enhance the comparability of monitoring results across different ecosystems and geographical regions[4].

This review aims to examine the ecological significance of edaphic indicators, evaluate their application in ecological monitoring and environmental management, summarize recent scientific developments, and highlight future research directions for improving sustainable ecosystem assessment and environmental decision-making.

Materials and Methods

This study was conducted as a comprehensive literature review focusing on the assessment of edaphic indicators for ecological monitoring and environmental management. Peer-reviewed scientific articles, review papers, books, technical reports, and international guidelines published primarily between 2020 and 2025 were systematically examined to evaluate recent advances in soil quality assessment and environmental monitoring. The reviewed literature was obtained from internationally recognized scientific databases, including Web of Science, Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, Taylor & Francis Online, Wiley Online Library, and MDPI.

The literature search was performed using combinations of keywords such as edaphic indicators, soil quality, ecological monitoring, environmental management, soil health, soil biological indicators, microbial diversity, soil physicochemical properties, ecosystem assessment, and sustainable land management. Boolean operators (AND, OR) were employed to refine search results and identify the most relevant publications.

Only studies published in English, presenting original research or comprehensive review findings related to soil indicators and ecological assessment, were included. Articles lacking sufficient methodological information, duplicate publications, conference abstracts without full texts, and studies unrelated to terrestrial ecosystems were excluded from the review.

Information extracted from the selected studies included soil physical indicators (texture, bulk density, porosity, aggregate stability, moisture content), chemical indicators (soil pH, electrical conductivity, organic carbon, total nitrogen, available phosphorus and potassium, cation exchange capacity, salinity), and biological indicators (microbial biomass, microbial diversity, soil respiration, enzyme activities, fungal and bacterial community composition). Data regarding sampling techniques, laboratory analytical methods, statistical approaches, and applications in environmental monitoring were also compiled and comparatively evaluated.

The reviewed studies employed internationally accepted soil sampling protocols. In most investigations, composite soil samples were collected from the upper 0–20 cm

soil layer using standardized sampling procedures. Physical and chemical analyses were generally conducted according to internationally recognized laboratory methods, whereas biological assessments included microbial culturing techniques, molecular approaches such as DNA sequencing, phospholipid fatty acid (PLFA) analysis, quantitative PCR, and enzyme activity assays.

Comparative analysis was used to identify common trends in the application of edaphic indicators across different ecosystems, including agricultural lands, forests, grasslands, wetlands, urban environments, and degraded landscapes. Particular attention was given to the relationships between soil indicators, ecosystem services, biodiversity conservation, land degradation, and sustainable environmental management.

The collected information was synthesized qualitatively to evaluate the ecological significance of different edaphic indicators and their effectiveness in monitoring environmental change. Recent scientific findings were compared to identify major advances, existing limitations, and future research priorities for integrating soil indicators into ecological monitoring frameworks and evidence-based environmental management.

Results and Discussion

The reviewed studies consistently demonstrate that edaphic indicators are among the most reliable tools for evaluating ecosystem health and supporting environmental management. Soil physical, chemical, and biological properties respond rapidly to both natural environmental variability and anthropogenic disturbances, making them effective indicators for ecological monitoring. The integration of multiple edaphic parameters provides a more comprehensive assessment of ecosystem condition than the evaluation of individual soil properties alone.

Among the physical indicators, soil texture, bulk density, porosity, aggregate stability, and moisture content were identified as fundamental determinants of ecosystem functioning. Well-structured soils with stable aggregates exhibited greater water infiltration, enhanced root development, reduced erosion risk, and improved microbial habitat quality. Conversely, soil compaction and increased bulk density, frequently associated with intensive agriculture, urbanization, and heavy machinery use, significantly reduced soil aeration and water-holding capacity, ultimately limiting biological productivity and ecosystem resilience.

Chemical indicators also showed strong relationships with ecological stability. Soil pH was found to regulate nutrient availability, microbial community composition, and enzymatic activity. Most studies reported that neutral or slightly acidic soils supported greater microbial diversity and higher nutrient cycling efficiency than highly acidic or alkaline soils. Soil organic carbon emerged as one of the most important indicators because of its influence on soil fertility, carbon sequestration, aggregate formation, and climate regulation. Likewise, total nitrogen, available phosphorus, potassium, and cation exchange capacity were closely associated with vegetation productivity and ecosystem sustainability. Elevated salinity and electrical conductivity negatively affected plant growth and microbial activity, particularly in arid and semi-arid ecosystems.

Biological edaphic indicators were recognized as the most sensitive components of ecological monitoring. Soil microbial biomass, species diversity, enzyme activities, and respiration rates responded rapidly to environmental disturbances, including pollution, land-use change, deforestation, and climate-related stress. Numerous investigations demonstrated that reductions in microbial diversity often occurred before measurable changes in soil physicochemical properties became evident, highlighting their value as early-warning indicators of ecosystem degradation.

Several studies emphasized the ecological importance of fungal and bacterial communities in maintaining soil ecosystem services. Beneficial microorganisms contribute to organic matter decomposition, nutrient mineralization, nitrogen fixation, phosphorus solubilization, and the suppression of soil-borne pathogens. Environmental stressors such as heavy metal contamination, pesticide application, industrial emissions, and prolonged drought altered microbial community composition and reduced biological activity, ultimately impairing ecosystem functioning[5].

The reviewed literature further revealed that combining edaphic indicators with modern environmental monitoring technologies substantially improves ecological assessments. Geographic Information Systems (GIS), remote sensing, digital soil mapping, molecular biological techniques, environmental sensors, and machine learning models allow high-resolution spatial analysis and facilitate continuous monitoring of soil conditions across large landscapes. These technologies enable environmental managers to detect degradation hotspots, identify vulnerable ecosystems, and prioritize restoration efforts with greater accuracy.

Comparative analyses across different ecosystem types demonstrated considerable variability in indicator responses depending on climate, vegetation, soil type, and land-use intensity. Agricultural soils generally exhibited greater fluctuations in nutrient availability and biological activity due to cultivation practices and fertilizer inputs. Forest ecosystems maintained relatively stable biological indicators because of continuous organic matter accumulation and limited soil disturbance. Urban soils frequently showed increased bulk density, reduced organic matter, contamination by heavy metals, and decreased microbial diversity, reflecting the cumulative effects of anthropogenic activities[6].

The synthesis of recent findings indicates that no single edaphic indicator can adequately describe overall ecosystem health. Instead, integrated assessment frameworks that simultaneously evaluate physical, chemical, and biological soil properties provide the highest reliability for ecological monitoring. Such multidisciplinary approaches improve the capacity to detect environmental change, assess ecosystem resilience, evaluate restoration success, and support sustainable land-use planning.

Despite considerable scientific progress, several limitations remain. Differences in sampling methodologies, laboratory protocols, temporal monitoring intervals, and regional environmental conditions often reduce the comparability of research findings. Consequently, future studies should prioritize the development of standardized monitoring protocols, long-term observation networks, and harmonized indicator systems applicable across different ecosystems. Furthermore, integrating artificial intelligence, big-data analytics, and molecular ecological techniques into soil

monitoring programs is expected to significantly enhance the precision, efficiency, and predictive capacity of environmental management strategies.

Overall, the reviewed evidence confirms that edaphic indicators constitute an indispensable foundation for ecological monitoring. Their comprehensive assessment supports biodiversity conservation, sustainable ecosystem management, climate change adaptation, soil restoration, and evidence-based environmental policy development, thereby contributing to the long-term protection of terrestrial ecosystems.

Conclusion

Edaphic indicators represent one of the most comprehensive and scientifically reliable approaches for evaluating soil quality, ecosystem health, and environmental sustainability. The findings of this review demonstrate that the integrated assessment of soil physical, chemical, and biological properties provides valuable information for detecting environmental changes, assessing ecosystem resilience, and supporting sustainable environmental management.

Among the various indicators, soil organic carbon, pH, moisture content, nutrient availability, microbial biomass, enzyme activity, and microbial diversity were identified as particularly sensitive parameters that effectively reflect ecosystem responses to both natural processes and anthropogenic disturbances. Biological indicators, especially soil microbial communities, respond rapidly to environmental stress and therefore serve as efficient early-warning indicators of ecosystem degradation.

The review also highlights that the application of advanced technologies, including Geographic Information Systems (GIS), remote sensing, molecular biological methods, digital soil mapping, environmental sensors, and artificial intelligence, has significantly improved the accuracy and efficiency of ecological monitoring. These technologies facilitate large-scale environmental assessments, support long-term monitoring programs, and strengthen evidence-based decision-making in environmental management.

Nevertheless, challenges remain regarding the standardization of sampling procedures, indicator selection, methodological consistency, and long-term monitoring across different ecosystems. Addressing these limitations through internationally harmonized protocols and interdisciplinary collaboration will improve the comparability and reliability of future ecological assessments.

Overall, the assessment of edaphic indicators plays a fundamental role in ecological monitoring by providing essential information for biodiversity conservation, sustainable land-use planning, ecosystem restoration, climate change adaptation, and environmental policy development. Future research should focus on integrating conventional soil assessment methods with emerging digital technologies to establish more comprehensive, accurate, and adaptive monitoring systems capable of supporting sustainable ecosystem management under changing environmental conditions.

References

1. Delgado-Baquerizo, M., Guerra, C. A., Cano-Díaz, C., Egidi, E., Wang, J. T., Eisenhauer, N., & Singh, B. K. (2021). The proportion of soil-borne pathogens increases with warming at the global scale. *Nature Climate Change*, 11(9), 787–793.

2. Fierer, N. (2022). The complex role of the soil microbiome in ecosystem functioning. *Nature Reviews Microbiology*, 20(9), 571–581.
3. Geissen, V., Briones-Mendoza, A., Huerta-Lwanga, E., & Ritsema, C. J. (2021). Emerging pollutants in soils and their implications for ecosystem functioning. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 52, 64–70.
4. Hartmann, M., Frey, B., Mayer, J., Mäder, P., & Widmer, F. (2021). Distinct soil microbial diversity under different land-use systems. *The ISME Journal*, 15(5), 1405–1418.
5. Jansson, J. K., & Hofmockel, K. S. (2022). The soil microbiome—from metagenomics to ecosystem processes. *Nature Reviews Microbiology*, 20(1), 35–46.
6. Kuzyakov, Y., & Zamanian, K. (2023). Reviews and syntheses: Soil organic matter dynamics and ecosystem sustainability. *Biogeosciences*, 20(2), 305–327.
7. Wall, D. H., Bardgett, R. D., Behan-Pelletier, V., Herrick, J. E., Jones, T. H., Ritz, K., & Six, J. (2021). Soil biodiversity and ecosystem functions: Recent advances and future perspectives. *Annual Review of Environment and Resources*, 46, 261–289.

İSMAYILLI DÖVLƏT TƏBİƏT QORUĞUNUN FAUNASININ EKOLOJİ GÖRÜNTÜLƏRİ

Süveyrat Həsənova Məmmədخان

Dosent

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Azərbaycan

Xülasə.

Uzun illərdən bəri aparılan təbiət müşahidələri bəzi nəticələrə gəlməyə imkan verir.

İsmayilli Dövlət Təbiət Qoruğunun faunasına 161 növ quş daxildir. Bunlar 15 dəstəyə, 44 fəsiləyə və 104 cinsə aiddir. Təsədüfi deyil ki, ağac və kolluq üçün səciyyəvi olan sərçəkimilər qoruqda yayılmış quşların yarısından çoxunu təşkil edir. Qoruqda 15 dəstəyə aid olan 161 növə aid quş məskunlaşmışdır. Onların 60 növə qədəri sərçəkimilərə aiddir. Qış fəslə nisbətən uzun, yay isə qısadır. Qış soyuq, yay isə sərin keçməsi ilə səciyyələnir. Yaz və payız astronomik vaxta müvafiq olunur, yağıntı ilə müşahidə olunur. Ciddi mühafizə nəticəsində meşə bitkiləri sürətlə artır, növlərin bir-birinin əvəz etməsinin, müxtəlif ərazilərdə xüsusiyyətləri müxtəlifdir. Əvvəllər qarışıq olan meşələrdə hazırda palıd, fıstıq, vələs təbii meşə təşkil etməsi prosesi gedir. Bütünlükdə Böyük Qafqazın cənub yamacı əhəmiyyətli olan fıstıq qoruq meşələrində bərpa olunaraq əvvəlki üstünlüyü qazanır. Vələs meşələri sahəsi azdır. Heyvan növlərinin sayının dəyişməsi cüzidir, bunun əsas səbəbi yem ehtiyatı ilə əlaqədardır. Qoruq ərazisində meşə donuzunun azalmasının səbəbi qışın sərt olması, ərazidə canavarlar kəskin artmışdır. Qoruğun bazası olan İsmayilli Dövlət Təbiət yasaqlığı meşələrin güclü qırılmasıdır. Yanğın və sürüşmə sahələrin ağac və kol bitkilərinin artması ilə əlaqədar olaraq sürüşmə və eroziya proseslərinin sürəti olduqca azalmış, bəzi yerlərdə isə təməmilə dayandırılmışdır. Qoruğun Ax – ox çay hövzəsində

davam edən sürüşmə hektarlarla ərazidə meşələrin məhvində səbəb olmuşdur. Bu da Uçuq çayın dağıdıcı eroziyasının nəticəsidir. Ağac və kol bitkilərinin subalp çəmənliyinə doğru inkişaf etdiyi müşahidə edilmişdir. Son illər qoruq ərazisində Qafqaz qonur ayısının , çaqqalın , tülkünün, canavarın sayı xeyli artmışdır. Bu səbəbdən də qoruqda məskunlaşan Qafqaz Nəcib Maralının və çöl donuzlarının ərazisindən uzaqlaşdırılması nəzərdə tutulmuşdur.

Açar sözlər: Nəcib Maral, genetik fond, nadir növlər, Girdmançay, interzonal quşlar, reproduksiya.

Giriş. Müasir Azərbaycan Respublikasında heyvanlar aləminin , o cümlədən quşların qorunmasının əsas elmi-fəlsəfi konsepsiyası 1998-ci ildə qəbul edilmiş olan „Azərbaycan Respublikasının heyvanlar aləmi haqqında ” qanunu adlı sənəddə öz əksini tapmışdır. Ümumi formada desək, bu qanunun əsas tələbi heyvanlar aləminin, o cümlədən quşların genetik fondunun , bioloji müxtəlifliyini və onların əmələ gətirdikləri təbii qrupların qorunub saxlanılmasıdır. Göstərilən ümumi strategiyanın İsmayılı Qoruğunda tətbiqi göstərir ki, bu qoruğun birinci əsas məqsədi faunaya və floraya daxil olan bütün növləri , o cümlədən qoruqda müvəqqəti və ya daimi məskunlaşan bütün quş növlərini qorumaqdır. İkinci əsas tələb ayrı – ayrılıqda növləri deyil, onların təkamül prosesində formalaşma kompleksini (ekoloji baxımdan bağlı olan qrupların) qoruyub saxlamaqdır. Bu tələblərin ümumi müzakirəyə ehtiyacı yoxdur. Faktiki tədqiqatlar arasında nadir və nəsli kəsilmək üzrə olan növlərə münasibət xüsusi yer tutur

İsmayılı Dövlət Təbiət Qoruğunda məskunlaşan faunanın növ tərkibi dəyişikliyi, sayı və populyasiya strukturu çox müxtəlifdir. Müşahidə obyektləri qoruqda olan nadir növlər, yeni növlər və nəsli kəsilməkdə olan heyvan növlərini qeydə almışdır. İsmayılı Dövlət Təbiət Qoruğunda 90 növ quş, 5 dəstəyə aid olan 35 növ məməli heyvan yaşayır. Bunlar maral, cüyür, köpkər, çöl donuzu, qonur ayı , canavar , tülkü , dağ və meşə pişiyi , vaşaq , dovşan , süleysinlər, ağdiş, qonur diş kirpilər, malburunlar və s. ibarətdir.

Quşların 15 dəstəyə aid olan 161 növə qədər quş məskunlaşmışdır. Onların 60 növə qədəri sərcəkimilərə aiddir.

Qoruq ərazisində müəyyən olunmuş heyvan növlərinin sayı aşağıdakı cədvəldə göstərilirdiyi kimi müəyyənləşdirilmişdir:

Sıra №	Siniflər	Dəstələr	Növlər	Miqdarı
1.	Balıqlar	Şirin su balığı	1.Farel 2.Usaç	
2.	Suda-quruda yaşayanlar	Quyruqsuzlar	1.Yaşıl qurbağa 2.Adi quru 3.Ağac qurbağası 4.Zaqafqaziya qurbağası 5.Kiçik asiya qurbağası	
3.	Sürünənlər	1)Kərtənkələ	1.Koramal 2.Köpək balıca 3.Zolaqlı kərtənkələ 4.Deyrus kərtənkələ 5.Çəmən kərtənkəlesi 6.Qafqaz kərtənkəlesi	

		2)İlanlar	1.Adi su ilan 2.Naxışlı bağa ilan 3.Zaqafqaziya bağa ilan 4.Qonur ilan	
4.	Quşlar		1.Yırtıcı quşlar 2.Toyuqkimilər 3.Göyərçinkimilər 4.Qarğakimilər 5.Bayquşkimilər 6.Sərçəkimilər 7.Uzunqanadlılar 8.Şanapipik 9.Ağacdələ 10.Sarıköynək	
5.	1.Cütdırnaqlılar		1.Nəcib maral 2.Cüyür 3.Köpkər 4.Çöl donuzu	
	2.Yırtıcılar		1.Qonur ayı 2.Canavar 3.Tülkü 4.Dələ 5.Porsuq 6.Gəlincik 7.Yenut 8.Meşə pişiyi 9.Vaşaq	
	3.Gəmiricilər		1.Dovşan 2.Süleysin 3.Siçan 4.Sincab	
	4.Həşaratyeyənlər		1.Qonur diş 2.Kirpi 3.Malburun	
	5.Yarasalar		1.Adi uzunqanad	
	6.Həşaratlar		1.Qafqaz ilbizyeyən fişqırdanı 2.Kərməran buynuzlu böcək 3.Maral böcəyi 4.Məxmər xırılacağı 5.Mayböcəyi 6.Zərqanadlılar	
	7.Pulcuqqanadlılar a)Yeni növlər		1.Kvadratşəkilli airə 2.Mavibaftalı sobiç 3.Mayına aiçəsi 4.Kəlləşəkilli saf	
	b)Nadir növlər		1.Tovuzquşu 2.Növ kəpənəyi 3.Pərvanə kəpənəyi 4.Atəşböcəyi 5.Adi apallon	

İsmayılı Dövlət Təbiət Qoruğunun ornitofaunası

İsmayılı Dövlət Təbiət Qoruğunun faunasına 161 növ quş daxildir. Bunlar 15 dəstəyə, 44 fəsiləyə və 104 cinsə aiddir. Təsadüfi deyil ki, ağac və kolluq üçün səciyyəvi olan sərçəkimilər qoruda yayılmış quşların yarısından çoxunu təşkil edir. (87 növ).

İsmayılı Dövlət Təbiət Qoruğunda ornitofaunanın taksonomik spektri.

Sıra №	Dəstələrin adı	Fəsilənin sayı	Cinsin Sayı	Növün Sayı
1.	Maygülükimilər- Podicipitiformes	1	1	1
2.	Leyləkkimilər- Ciconiiformes	2	5	7
3.	Qazkimilər- Anseriformes	1	3	6
4.	Qızılquşkimilər- Falconiformes	2	13	20
5.	Toyuqkimilər- Coliiformes	2	6	6
6.	Durnakimilər- Gruiformes	3	4	5
7.	Cüllütkimilər- Charadriiformes	1	4	4
8.	Göyərçin kimilər- Columbiformes	1	2	4
9.	Ququ quşkimilər- Columbiformes	1	1	1
10.	Bayquşkimilər- Strigiformes	1	5	6
11.	Keçisağan kimilər- Caprimulgiformes	1	1	1
12.	Uzunqanadlılar- Apodiformes	1	1	2
13.	Göyçəqazkimilər- Cathartiformes	4	4	4
14.	Ağacdələnkimilər- Piciformes	1	4	7
15.	Sərçəkimilər- Passeriformes	22	55	87
		44	104	161

Böyük Qafqaz sıra dağlarının cənub yamaclarının Azərbaycan hüduunda dağ meşələri üçün göstərilmiş 184 növ quşdan (Qəmbərov, 1954), İsmayılı qoruğunda olmayan 40 növdən çox açıq sahə quşları Böyük Qafqaz meşələrinin qırılaraq seyrək meşəyə çevrildiyi, bəzi hallarda isə meşənin yerində antropogen landşaft yaradıldığı yerlərdə məskunlaşır.

İsmayılı qoruğunda meşə sıx olduğu üçün həmin quşlar buraya daxil ola bilmirlər. K.M.Qəmbərovun qeyd etdiyi 42 növ quş antropogen təsirlərə çox məruz

qalmış Girdimançay vadisində dağətəyi və ona söykənən aran yerlərində müşahidə etmişdir. Meşə massivinin yaxşı vəziyyətdə qalması sıx yerləri həmin quşlar üçün yararlı biotop deyil.

İsmayılı Dövlət Təbiət Qoruğunda Ornitofaunanın zoocoğrafi və sinekoloji göstəriciləri

Quşların „Fauna tipləri” konsepsiyasının ilk müəllifi B.K.Steqman (1938) Qafqazda Avropa tipli növlərin çoxluq təşkil etməsini göstərir. Lakin, Q. T. Mustafayev (1985) Azərbaycanın ornitofaunasını təhlil edərək müəyyən etmişdir ki, Azərbaycanda növlərin sayına görə Transpalearkt və aralıq dəniz faunasına aid olan quşlar daha çoxdur. Qoruq məlumatlarına görə (İsmayılova 2001) göstərilir ki, İsmayılı Dövlət Təbiət Qoruğu Böyük Qafqaz sıra dağlarında yerləşdiyi üçün, onun ornitofaunasında Transpalearkt (37,9%) və Avropa tipli quşlar (33,0%) çoxluq təşkil edir. Aralıq dəniz faunasına daxil olan quşlar 15,5%-dir. Beləliklə İsmayılı Dövlət Təbiət Qoruğu ornitofaunasının dominant tipi B.K.Steqmanın fikrinə daha çox uyğun gəlir. Qeyd etmək istərdik ki, Q.T.Mustafayev quşların fauna tipinə görə bölgüsünü landşaftlar üzrə verərkən etiraf edir ki, meşə qurşağında Avropa tipi üstünlük təşkil edir. Qoruq ərazisində yayılmış 6,8% quş növü Monqol - Təbiət faunasına 0,6%-ni çin faunasına, 5,6%-i sibir faunasına, 0,6% - i isə İran dağ-səhra fauna tipinə daxildir. İsmayılı Dövlət Təbiət Qoruğu ornitofaunasının mövsümi xarakterinə görə bölgüsündə oturaq növlər çoxluq təşkil edir (39,1%). Maraqlıdır ki, İsmayılı Dövlət Təbiət Qoruğu üzrə müəyyən edilmiş bu göstərici ümumi Azərbaycana dair Q.T.Mustafayevin (2000) verdiyi məlumata (42%) uyğundur. Bu o deməkdir ki, Azərbaycan ərazisində İsmayılı Dövlət Təbiət Qoruğunun ərazisində quşların tələbatını geniş mənada təmin edən şərait var. Oturaq quşların çox olması Qafqazın başqa regionlarında yuvalayan quşlar ikinci (28,6%), köçəri quşlar 7,5%, yalnız qida üçün gələnlər isə 5,6% təşkil edir. Qışlayan quşların az olması qoruğun sahəsinin dağlıq relyefi ilə əlaqədardır. İsmayılı Dövlət Təbiət Qoruğunda quşların şaquli yayılması dağətəyi qurşaqdan subalp çəmənliklərinə qədər müxtəlif şaquli qurşaqları əhatə edir. Lakin, interzonal quşlar (konkret bir şaquli qurşaqla bağlı olmayan) çoxluq təşkil edir (37,9%). Bu baxımdan ikinci yeri dağətəyi meşələrdə yayılanlar (16,8%), üçüncü yeri isə dağətəyindən yuxarı dağ meşələri qurşağına qədər yayılmış növlər qrupu tutur (15,5%). Dağətəyi orta dağ meşə qurşağında yayılan növlər 11,2% təşkil edir. Bizim siyahımızda yalnız bir növ (*Dreuxopus martinis*) orta dağ qurşağından kənara çıxmır. Adi mərcimək quşu orta dağ meşə qurşağından subalp çəmənliklərinə qədər olan ərazilərdə müşahidə edilir. Dağətəyi meşələrdə bu quş qeydə alınmır.

Quşların landşaftdan istifadə xarakterinə görə bölgüsü göstərir ki, İsmayılı qoruğunda 161 növ quşun əksəriyyəti (67,7%) bu ərazidən hər tərəfli istifadə edilir. Meşəyə qidalanmaq və gecələmək üçün gələnlər azdır (26,7%). Yalnız qidalanmaq üçün meşəyə gələnlər 5,6% təşkil edir.

Qoruğun quşları reproduksiya şəraitinə görə iki kateqoriyaya ayrılır:

- 1) açıq şəraitdə yuvalayanlar
- 2) örtülü şəraitdə yuvalayanlar

Açıq şəraitdə yuvalayanlar 70 növdür (64,1%). Bu qrup ona görə zəngindir ki, qoruqda meşə sahəsinin çox olması quşları və onların nəslini kifayət qədər gizlədə

bilər. Bunlar yerdə, ağacda, kolda bəziləri isə ağacda və kolda yuvatikən quşlardan ibarətdir.

Yerdə yuvalayanlara qaya üzərində, torpaqda, ot bitkiləri arasında və kolun-ağacın dibində yuvalayan quşlar daxildir (22,9%) . Açıq şəraitdə ağacda yuvalayan quş növləri 17,4% kolda yuvalayanlar isə 16,5% təşkil edir. Müşahidələrə görə eyni populyasiyanın ağacda və kolda yuvalaması səkkiz növə aid olmuşdur.

İsmayılı Dövlət Təbiət Qoruğunda quşların qida xarakterinə görə bölgüsü.

Sıra №	Kateqoriyalar	Sayı	%-lə
1.	Fitofaq	18	11,2
2.	Zoofaq	94	58,4
	1)Entomofaq	51	31,7
	2)Yırtıcı	26	16,1
3.	Evrifaq	49	30,4
	Cəmi	161	100

İsmayılı Dövlət Təbiət Qoruğunda nadir və nəsli kəsilmək üzrə olan quşların optimal sayının bərpa edilməsinin strategiyası və taktikası.

Son dövrlərdə aparılan tədqiqatlara əsasən İsmayılı Təbiət Qoruğunda 48 növ nadir və nəsli kəsilmək üzrə olan quş müəyyən edilmişdir. İsmayılı qoruğunun əsas sahəsi sıx meşəlikdir. Bəzən quşlar yüksək dağlarda olan çəmənlik və qayalıqlarda nəsil verir, qoruğun sahəsinə isə qidalanmaq, gecələmək və dincəlmək üçün gəlirlər. Elə quşlar var ki, onların nəsil verdiyi yerlərdə qida bazası zəifləmişdir . Ona görə də populyasiyanın sıxlığını optimal vəziyyətə çatdırma bilmirlər. İsmayılı qoruğu təşkil edilməzdən öncə sahələrə tək-tək gəlib qida axtaran quşların sayının artırılmasına şərait qoruq fəaliyyət göstərdiyi müddətdə daha da məhdud olmuşdur. Ona görə ki, qoruqda meşənin özünü bərpası kənar yerlərə nisbətən intensiv gedir.

Bir sıra quşların qidalanması üçün İsmayılı qoruğunun sahəsinə nisbətən aran rayonları daha çox uyğundur. Ona görə həmin quşların populyasiyasının əsas hissəsi aşağıya köçür, tək-tək fərdləri isə qoruğun sahəsində qalır. Qoruğun faunasına daxil olan bir sıra quşların bioindikator əhəmiyyəti var. Məsələn; bəzi quşların sayının azalması meşənin özünü bərpasını gücləndirməsini göstərir. Bir qrup quşların çoxsaylı olması meşənin sıxlığını bildirir. Nadir və nəsli kəsilmək üzrə olan quşlar elə növlərdir ki , onların konkret ekosistemdən çıxması ən çox realdır . Ona görə təbiətin qorunması Beynəlxalq strategiyada belə növlərin qorunmasını ayrıca problem hesab edir.

İsmayılı Dövlət Təbiət qoruğunda yayılmış 161 növ quşdan 55 növü Avropa üzrə müxtəlif mühafizə statuslarına , 5 növü isə qara kərkəs cıvdimdik, doydaq, bəzgək, tetra və tənbel cüllüt dünyanın Qırmızı kitabına daxil edilmişdir. Payız və qış aylarında müəyyən qədər bitki ilə qidalanan quşları fitofaq hesab edirik.

Örtülü şəraitdə yuvalayan quş növləri açıq şəraitdə yuvalayanlardan iki dəfə azdır(35,8 %). Bunların çoxu koğuşda yuvalayır (19,3%). İkinci yeri yarıqda yuvalayanlar tutur (8,3%). 3 növ quş eyni vaxtda koğuşda və yarıqda yuvalayır (2,8%). Müxtəlif şəraitdə 6 növ quş yuvalayır.

İsmayılı Dövlət Təbiət Qoruğunda quşların reproduksiya şəraitinə görə bölgüsü.

Kateqoriyalar	Sayı	% -lə
1.Açıq şəraitdə yuvalayanlar	70	64,1
Yerdə orefil,petrafil	25	22,9
Aşağıda	19	17,4
Kolda	18	16,5
Ağacda və kolda	8	7,3
2.Örtülü şəraitdə yuvalayanlar	39	35,9
Koğuşda	21	19,3
Yarğanda	9	8,3
Koğuşda və yarğanda	3	2,8
Müxtəlif şəraitdə yaşayanlar	6	5,5
Cəmi:	109	100

Sosialogiyasına görə qoruq ərazisində yuvalayan 109 növ quşdan yalnız 7 növü (6,4%) koloniya əmələ gətirir.Qalan 102 növ (93,6%) aid olan quşların yuvaları tək-tək yerləşir. Onların yuva sahəsi var. Bu aydın göstərir ki, qoruqda quşların yuvalamasını təmin edən ekoloji şərait kifayət qədərdir.Onların böyük koloniya əmələ gətirməsinə ehtiyac yoxdur.

İsmayılı qoruğunda quşların inkişaf tipinə görə bölgüsü göstərir ki, ornitofauna-nın əsası (89%) immaturont növləri təşkil edir. Maturanat və aralıq mövqe tutanlar azdır. Ona görə ki,meşə və kolluq landşaftları üçün immoturonat quşlar səciyyəvidir. Meşə və kolluqlar bunların yuvasını və yuvada nəslini yaxşı gizlədir.Maturanat quşların balaları özü-özünə açıq sahədə və fal gizlədə bilir.İsmayılı Dövlət qoruğunda quşların inkişaf tipinə görə bölgüsü İmmaturant (89,0%) Maturant (5,5%) . Aralıq mövqe tutanlar (5,5%)

Qoruqda müəyyən edilmiş quşların sutkalıq fəallığının təşkili göstərir ki, gündüz quşları ornitofaunanın 86,3 % - ni təşkil edir. Alaqaranlıq quşları az (8,1%), gecə quşları daha azdır (5,1%).Məlum olduğu kimi gecə və alaqaranlıq quşları Azərbaycan Respublikasının ümumi ornitofaunasında da azdır (Mustafayev).

Qoruqda quşların populyasiyasının sıxlığını dörd kateqoriyaya ayırmaq olar. Çoxsaylı, adi saylı, nadir və nəslə kəsilmək təhlükəsi olan quşlar. Qoruqda yayılmış 20 növ quş (12,4 %) çoxsaylıdır. Adi saylı quşların növü daha çoxdur (57,8%). Nadir quşlar 41 növdür (25,5%) . Qoruqda əsas narahatedici vəziyyət budur ki, 7 növ quşun (4,3%) nəslinin kəsilmək qorxusu yaranmışdır.

Qidalanma qaydasına görə yerdən qida götürən quş növləri üstün mövqe tutur (49,7%).Bunun əsas səbəbi qoruğun kənar hissələrinin və yasaqlığın çox yerinin açıq sahələrdən ibarət olmasıdır. Xatırladaq ki, qayalıqlar da açıq sahələrə aiddir. Ağacdən qida götürən quş növləri ikinci yeri (13,0 %) tutur. Havadan qida tutanlar 14 növdür. Sudan qida tutanlar azlıq təşkil edir. Ona görə ki, hidrofil biotopların tutduğu sahələr də azdır. 8 növ quş həm ağacda, həm də kolda, 7 növ quş isə həm yerdə, həm də kolda qidalanır.

İsmayılı Dövlət Təbiət qoruğunda olan quşları qida xarakterinə görə 3 kateqoriyaya ayırmaq olar: fitofaq , zoofaq (o cümlədən entomofaq, yırtıcı) və evrifaq. Zoofaq quşların sayı çoxdur (58,4%). Bunlardan entomofaq növlər 31,7%

təşkil edir. Yırtıcı quşlar 26 növdür. (16,1%). Bu baxımdan ikinci yeri evrifaq növlər (yəni həm heyvani, həm də bitki ilə qidalananlar) tutur (30,4%). Fitofaqlar qoruq ərazisində yayılmış növlərin 11,2 % - ni təşkil edir. Biz fitofaq kateqoriyasına ekosistemin birinci qənimət səviyyəli konsumentlərini daxil edirik.

Qoruğun sərhədlərinə antropogen amillərin mənfi təsiri

İsmayılı Dövlət Təbiət Qoruğunun ayrı – ayrı hüduqlarından müşahidə olunan rejiminin pozulması halları aşağıdakılardan ibarətdir.

1. Bu ildə Qoruğun 7 və 8 № - li kvartalları Buynuz və İstisu kənd sakinlərinin mal – qarası tərəfindən otarmaya məruz qalır.

2. Qoruğun 4-5-6-18 № - li kvartalları yay otlaqları ilə əhatə olunmuşdur. Həmin kvartalların ərazisi yay dövründə çobanlar tərəfindən otarmaya məruz qalır.

3. Qoruğun meşə təsərrüfatına məxsus ərazilər ilə sərhədlərində aparılan qanunsuz qırıntı qoruq rejiminə öz mənfi təsirini göstərir.

Nəticə. Uzun illərdən bəri aparılan təbiət müşahidələri bəzi nəticəyə gəlməyə imkan verir.

1. Qış fəslə nisbətən uzun, yay isə qısadır. Qış soyuq, yay isə sərin keçməsi ilə səciyyələnir. Yaz və payız astronomik vaxta müvafiq olunur, yağıntı ilə müşahidə olunur.

2. Ciddi mühafizə nəticəsində meşə bitkiləri sürətlə artır, növlərin bir-birinin əvəz etməsinin, müxtəlif ərazilərdə xüsusiyyətləri müxtəlifdir. Əvvəllər qarışıq olan meşələrdə hazırda palıd, fıstıq, vələs təbii meşə təşkil etməsi prosesi gedir. Bütünlükdə Böyük Qafqazın cənub yamacı əhəmiyyətli olan fıstıq qoruq meşələrində bərpa olunaraq əvvəlki üstünlüyü qazanır. Vələs meşələri sahəsi azdır.

3. Heyvan növlərinin sayının dəyişməsi cüzidir, bunun əsas səbəbi yem ehtiyatı ilə əlaqədardır.

4. Qoruq ərazisində meşə donuzunun azalmasının səbəbi qışın sərt olması, ərazidə canavarlar kəskin artmışdır. Qoruğun bazası olan İsmayılı Dövlət Təbiət yasaqlığı meşələrin güclü qırılmasıdır.

5. Yanğın və sürüşmə sahələrin ağac və kol bitkilərinin artması ilə əlaqədar olaraq sürüşmə və eroziya proseslərinin sürəti olduqca azalmış, bəzi yerlərdə isə təmamilə dayandırılmışdır.

6. Qoruğun Ax – ox çay hövzəsində dava edən sürüşmə hektarlarla ərazidə meşələrin məhvəinə səbəb olmuşdur. Bu da Uçuq çayın dağıdıcı eroziyasının nəticəsidir.

7. Ağac və kol bitkilərinin subalp çəmənliyinə doğru inkişaf etdiyi müşahidə edilmişdir.

8. Son illər qoruq ərazisində Qafqaz qonur ayısının, çaqqalın, tülkünün, canavarın sayı xeyli artmışdır. Bu səbəbdən də qoruqda məskunlaşan Qafqaz Nəcib Maralının və çöl donuzlarının ərazidən uzaqlaşdırılması nəzərdə tutulmuşdur.

İstifadə olunmuş ədəbiyyat

1. Məmmədov Q.Ş. Azərbaycan torpaqlarının ekoloji qiymətləndirilməsi. Bakı. Elm. 1988..

2. Mustafayev Q.T. Azərbaycan quşların yayılması və həyat tərzi. Azərbaycan faunası. VI cild. Bakı . Elm Nəşriyyatı.
3. Əbdürrəhmanov Y.Ə. Azərbaycan faunası. X cild. Məməlilər . Bakı . Elm. 1978.

ECOLOGICAL FEATURES OF THE FAUNA OF THE ISMAYILLI STATE NATURE RESERVE

Süveyrat Hasanova Mammadkhan

Assoc. Prof.

Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan

Abstract.

Long-term ecological observations have made it possible to identify significant patterns in the fauna and ecosystem dynamics of the Ismayilli State Nature Reserve. The reserve's avifauna comprises 161 bird species belonging to 15 orders, 44 families, and 104 genera. More than half of the recorded species are passerines, which is closely associated with the dominance of forest and shrub habitats. Approximately 60 of the bird species belong to the order Passeriformes. The climate is characterized by relatively long, cold winters and short, cool summers, while spring and autumn correspond closely to astronomical seasons and are accompanied by considerable precipitation. Effective conservation measures have promoted rapid forest regeneration and natural successional processes. Mixed forests are gradually being replaced by natural stands dominated by oak, Oriental beech, and hornbeam. Beech forests, which are ecologically significant on the southern slopes of the Greater Caucasus, have largely regained their former dominance, whereas hornbeam forests remain limited in distribution. Changes in wildlife populations have generally been minor and are primarily associated with fluctuations in food availability. The decline of wild boar populations is mainly attributed to severe winter conditions and the increasing abundance of wolves. The establishment of the reserve was preceded by intensive forest exploitation within the former Ismayilli State Nature Sanctuary. The expansion of woody vegetation following conservation efforts has significantly reduced landslide activity and soil erosion, with some areas showing complete stabilization. However, continuing landslides within the Ax–Ox River basin have destroyed extensive forest areas as a consequence of severe erosion caused by the Uchuq River. The upward expansion of trees and shrubs into subalpine meadows has also been observed. During recent years, populations of the Caucasian brown bear, golden jackal, red fox, and grey wolf have increased considerably. Consequently, these changes have affected the spatial distribution of the Caucasian red deer and wild boar populations within the reserve.

Keywords: Caucasian red deer, genetic diversity, rare species, Girdman River, interzonal birds, reproduction.

INTEGRATED EVALUATION OF EDAPHIC FACTORS AFFECTING VEGETATION PRODUCTIVITY AND ECOSYSTEM RESILIENCE

Balakhanova Gumru Vasif

PhD

<https://orcid.org/0000-0002-1709-1442>

Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan

Abstract

Edaphic factors represent one of the most important ecological components determining vegetation productivity, biodiversity patterns, and ecosystem resilience. This study provides an integrated evaluation of the influence of soil physical, chemical, and biological properties on plant development and ecosystem functioning. The analysis demonstrates that soil texture, structure, moisture availability, nutrient status, pH, organic matter content, salinity, and microbial activity collectively regulate plant growth, species composition, and the capacity of ecosystems to withstand environmental disturbances. Physical soil properties determine water availability and root development, chemical characteristics control nutrient accessibility and soil fertility, while biological components regulate decomposition processes, nutrient cycling, and plant–microorganism interactions.

The results indicate that ecosystems with high soil organic carbon content, balanced nutrient availability, stable soil structure, and diverse microbial communities possess greater resistance to climate change, drought, pollution, and anthropogenic pressures. Conversely, soil degradation processes, including erosion, compaction, salinization, nutrient depletion, and loss of microbial diversity, negatively affect vegetation productivity and reduce ecosystem recovery potential. The study emphasizes that ecosystem resilience depends on the synergistic interaction of multiple edaphic factors rather than on individual soil parameters.

Modern approaches, including soil quality assessment, microbial diversity analysis, remote sensing technologies, and ecological modeling, provide effective tools for understanding soil–vegetation relationships and developing sustainable ecosystem management strategies. Maintaining healthy soil conditions through conservation practices, organic matter restoration, and biodiversity protection is essential for preserving ecosystem functions under global environmental change. The integrated assessment of edaphic factors is therefore a key approach for ecological restoration, biodiversity conservation, and sustainable land management.

Keywords: edaphic factors, soil properties, vegetation productivity, ecosystem resilience, soil quality, nutrient availability, soil microbial diversity, organic matter, biodiversity conservation

Introduction

Vegetation productivity and ecosystem resilience are fundamental indicators of ecosystem health and sustainability. These ecological attributes are strongly influenced

by edaphic factors, which encompass the physical, chemical, and biological properties of soil. Soil serves not only as a medium for plant growth but also as a dynamic component of terrestrial ecosystems that regulates nutrient cycling, water availability, microbial activity, and energy flow. Consequently, variations in soil characteristics directly affect plant performance, species composition, primary productivity, and the capacity of ecosystems to resist and recover from environmental disturbances.

Among the most influential edaphic factors are soil texture, structure, pH, organic matter content, moisture availability, nutrient concentrations, salinity, bulk density, and biological activity. Soil texture governs water retention and aeration, while pH determines nutrient solubility and microbial processes. Organic matter enhances soil fertility by improving nutrient availability, aggregation, and water-holding capacity. Essential macronutrients such as nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K), together with micronutrients, regulate plant metabolism and biomass production. In addition, soil microorganisms play indispensable roles in decomposition, nutrient mineralization, symbiotic interactions, and the maintenance of soil fertility, thereby supporting ecosystem productivity and resilience[1].

Climate change, land-use transformation, intensive agriculture, urbanization, pollution, and other anthropogenic pressures increasingly alter soil properties and ecological processes. Soil degradation through erosion, compaction, acidification, salinization, and contamination reduces vegetation productivity and weakens ecosystem resilience. Degraded soils often exhibit diminished biological diversity, impaired nutrient cycling, lower water infiltration, and reduced carbon sequestration capacity, making ecosystems more vulnerable to droughts, invasive species, and other environmental stresses.

Recent ecological research emphasizes that no single edaphic variable adequately explains vegetation productivity or ecosystem stability. Instead, multiple interacting soil properties collectively determine ecosystem functioning. Integrated evaluation approaches, combining physical, chemical, and biological soil indicators, provide a more comprehensive understanding of how soil quality influences vegetation dynamics and ecological resilience. Modern analytical techniques, including multivariate statistical analyses, soil quality indices, remote sensing technologies, and geographic information systems (GIS), have significantly improved the assessment of these complex relationships across different ecosystems.

Furthermore, maintaining favorable edaphic conditions contributes substantially to ecosystem services, including food production, biodiversity conservation, climate regulation, carbon storage, water purification, and sustainable land management. Understanding the interactions between soil characteristics and vegetation responses is therefore essential for ecological restoration, conservation planning, and the development of adaptive management strategies under changing environmental conditions[2].

This review aims to provide an integrated evaluation of the principal edaphic factors influencing vegetation productivity and ecosystem resilience. It synthesizes current knowledge on the physical, chemical, and biological properties of soils, examines their interactions with vegetation dynamics, and highlights their significance

for ecosystem sustainability, biodiversity conservation, and environmental management in the context of global environmental change.

Materials and Methods

This study was conducted as a comprehensive literature-based review aimed at evaluating the integrated effects of edaphic factors on vegetation productivity and ecosystem resilience. The methodology was designed to synthesize current scientific knowledge regarding the relationships between soil properties, plant productivity, biodiversity, and ecosystem stability.

The literature search employed combinations of keywords such as edaphic factors, soil properties, soil quality, vegetation productivity, ecosystem resilience, soil nutrients, soil moisture, soil pH, organic matter, soil microbial diversity, ecosystem functioning, and ecological restoration. Boolean operators (AND, OR) were used to refine the search and identify the most relevant publications.

Studies were selected according to predefined inclusion criteria. Eligible publications investigated one or more physical, chemical, or biological soil properties and their effects on vegetation growth, ecosystem productivity, biodiversity, or ecological resilience. Studies lacking sufficient methodological information, duplicated publications, or those unrelated to terrestrial ecosystems were excluded from the review.

The selected literature was classified into three major categories of edaphic indicators:

- Physical properties: soil texture, structure, bulk density, porosity, water-holding capacity, and soil moisture;
- Chemical properties: soil pH, electrical conductivity, organic carbon, organic matter, nitrogen, phosphorus, potassium, cation exchange capacity, and salinity;
- Biological properties: microbial biomass, microbial diversity, soil enzyme activity, decomposition processes, and plant–microbe interactions.

Information extracted from each study included ecosystem type, geographic location, measured edaphic variables, vegetation characteristics, analytical methods, and the reported relationships between soil properties and ecosystem performance. Comparative evaluation was conducted to identify common patterns and major ecological drivers affecting vegetation productivity and resilience across different environmental conditions.

The collected information was synthesized using a qualitative comparative approach supported by descriptive analysis. Findings from different ecosystems were compared to evaluate similarities and differences in the influence of edaphic factors. Special emphasis was placed on interactions among physical, chemical, and biological soil properties and their combined contribution to ecosystem functioning, resistance to environmental disturbances, and recovery following stress.

This methodological approach provides a comprehensive and up-to-date synthesis of current scientific evidence, enabling an integrated assessment of the role of edaphic factors in sustaining vegetation productivity and enhancing ecosystem resilience under natural and anthropogenic environmental conditions.

Results and Discussion

The integrated evaluation of recent scientific studies confirms that edaphic factors are among the most important ecological determinants controlling vegetation productivity, biodiversity patterns, and ecosystem resilience. Soil properties regulate a wide range of ecological processes, including plant nutrient acquisition, water availability, microbial activity, carbon sequestration, and the recovery capacity of ecosystems after disturbances. The results demonstrate that vegetation productivity cannot be explained by a single soil parameter; rather, it emerges from the complex interactions among physical, chemical, and biological components of the soil environment.

Contemporary ecological research highlights that healthy soils function as dynamic biological systems rather than passive growth substrates. The balance between soil structure, nutrient availability, organic matter accumulation, and microbial processes determines the ability of ecosystems to maintain productivity under environmental stress. Ecosystems characterized by stable edaphic conditions generally support higher plant biomass, greater species diversity, and stronger resistance to climatic variability, whereas degraded soils often experience reduced productivity and limited recovery potential[3].

The results indicate that soil physical characteristics strongly influence vegetation performance by regulating the availability of essential resources for plant growth. Soil texture, which determines the proportion of sand, silt, and clay particles, plays a fundamental role in controlling water retention, nutrient storage, aeration, and root development. Fine-textured soils generally exhibit greater nutrient-holding capacity and higher water availability, allowing plants to maintain physiological activity during periods of environmental stress. In contrast, sandy soils often have limited nutrient retention and are more vulnerable to drought due to rapid water loss.

Soil structure has also been identified as a key factor affecting ecosystem resilience. Well-developed soil aggregates improve infiltration, reduce erosion, enhance microbial habitats, and facilitate root penetration. Stable soil aggregates contribute to the maintenance of soil organic carbon and increase the capacity of ecosystems to withstand disturbances such as drought, heavy precipitation, and temperature extremes. Conversely, soil compaction caused by intensive agriculture, overgrazing, urban expansion, and heavy machinery reduces pore space, restricts root growth, decreases oxygen availability, and negatively affects plant establishment.

Soil moisture availability remains one of the most critical factors determining vegetation productivity, particularly under current climate change scenarios. Recent studies show that increasing frequency and intensity of drought events directly influence plant physiological processes by reducing photosynthetic efficiency, nutrient uptake, and biomass accumulation. Ecosystems with soils capable of maintaining adequate moisture levels demonstrate greater resistance to water stress and faster recovery after drought periods. Therefore, soil water-holding capacity is considered an essential component of ecosystem resilience in water-limited environments[4].

The results demonstrate that chemical properties of soil, particularly nutrient availability, organic matter content, and pH, are fundamental regulators of vegetation

dynamics. Nitrogen availability remains one of the primary factors limiting terrestrial ecosystem productivity because nitrogen is directly involved in chlorophyll formation, amino acid synthesis, enzyme activity, and photosynthetic processes. Studies across different ecosystems indicate that nitrogen enrichment can initially increase plant biomass; however, excessive nitrogen inputs may disrupt species interactions, reduce biodiversity, and alter ecosystem stability.

Phosphorus availability is another major determinant of plant productivity, especially in highly weathered and phosphorus-limited soils. Phosphorus influences root system development, energy metabolism, flowering, and reproductive processes. Limited phosphorus availability can reduce plant growth and modify community composition by favoring species with specialized nutrient acquisition strategies. Potassium, in turn, plays an important role in osmotic regulation, enzyme activation, and plant tolerance to drought, salinity, and temperature stress[5].

Soil organic matter has emerged as one of the most reliable indicators of soil quality and ecosystem sustainability. The accumulation of organic matter improves soil fertility by increasing nutrient availability, enhancing microbial activity, improving aggregation, and increasing water retention capacity. Organic-rich soils provide a stable environment for plant communities and contribute significantly to carbon storage, which is particularly important in the context of global climate change mitigation. In contrast, soil organic matter depletion caused by land degradation, intensive cultivation, and erosion results in reduced fertility, increased vulnerability to climate extremes, and declining ecosystem productivity.

Soil pH represents a major ecological filter determining nutrient accessibility, microbial composition, and plant species distribution. The results indicate that most plant communities achieve optimal productivity under moderate soil pH conditions where essential nutrients are readily available. Extreme acidity or alkalinity can limit nutrient uptake, increase toxic element availability, and reduce microbial activity. Consequently, changes in soil pH caused by acid deposition, agricultural practices, or industrial pollution may significantly alter vegetation structure and ecosystem functioning.

Salinity was identified as an increasing environmental challenge affecting vegetation productivity in coastal areas, irrigated agricultural lands, and arid ecosystems. Excessive accumulation of soluble salts creates osmotic stress, disrupts ion balance, reduces water uptake, and limits plant growth. Salt-affected soils generally exhibit lower species diversity and reduced ecosystem resilience unless dominated by specialized halophytic vegetation adapted to saline conditions[6].

The results emphasize that biological components of soil are essential for maintaining ecosystem processes and long-term productivity. Soil microorganisms, including bacteria, fungi, and other microbial groups, regulate decomposition, nutrient cycling, organic matter transformation, and plant–soil interactions. High microbial diversity enhances ecosystem stability by maintaining functional redundancy, allowing ecological processes to continue even when environmental conditions change.

Recent ecological studies demonstrate that soil microbial communities respond rapidly to environmental disturbances and can serve as sensitive indicators of

ecosystem degradation. Anthropogenic activities such as heavy metal contamination, petroleum pollution, pesticide application, and urbanization can alter microbial community structure, decrease beneficial microorganisms, and disrupt nutrient cycling processes. Such changes may reduce soil fertility and slow vegetation recovery.

Fungal communities, particularly mycorrhizal fungi, have received increasing attention due to their contribution to plant adaptation and ecosystem stability. Mycorrhizal associations improve nutrient acquisition, increase drought tolerance, enhance soil aggregation, and support plant establishment in stressful environments. Similarly, beneficial rhizosphere microorganisms promote plant growth by increasing nutrient availability, producing growth-promoting substances, and protecting plants from environmental stresses.

The results demonstrate that ecosystem resilience depends on the combined functioning of multiple edaphic factors rather than isolated soil characteristics. Physical, chemical, and biological properties interact continuously, creating feedback mechanisms that regulate ecosystem productivity and stability. For example, high organic matter content improves soil structure and moisture retention, which subsequently enhances microbial activity and nutrient cycling. These interconnected processes create positive feedbacks that support vegetation development and ecosystem recovery[7].

Current global challenges, including climate change, land degradation, biodiversity loss, and increasing anthropogenic pressure, highlight the importance of integrated soil assessment. Changes in temperature and precipitation patterns influence soil moisture regimes, microbial activity, nutrient availability, and vegetation responses. Degraded soils often show reduced resilience because of disrupted nutrient cycles, declining organic carbon stocks, and decreased biological activity.

Modern approaches, including soil quality indices, ecological modeling, remote sensing technologies, geographic information systems (GIS), and molecular techniques for microbial analysis, provide new opportunities for evaluating soil-vegetation relationships at different spatial and temporal scales. These methods contribute to improved ecosystem monitoring, prediction of environmental changes, and development of sustainable land management strategies.

Overall, the findings confirm that edaphic factors represent fundamental ecological drivers determining vegetation productivity and ecosystem resilience. Sustainable soil management practices, including organic matter restoration, erosion control, conservation agriculture, reduction of soil disturbance, and protection of soil biodiversity, are essential for maintaining ecosystem functions and ensuring ecological stability under rapidly changing environmental conditions. The integrated assessment of soil properties therefore remains a critical approach for biodiversity conservation, ecological restoration, and sustainable ecosystem management.

Conclusion

The integrated evaluation of edaphic factors demonstrates that soil properties are fundamental determinants of vegetation productivity, biodiversity maintenance, and ecosystem resilience. The findings confirm that the functioning and stability of terrestrial ecosystems are controlled not by individual soil characteristics but by the

complex interactions among physical, chemical, and biological components of the soil environment.

Physical properties, including soil texture, structure, porosity, and moisture availability, regulate water supply, aeration, and root development, thereby directly influencing plant growth and ecosystem productivity. Chemical characteristics, such as soil pH, organic matter content, carbon stocks, salinity, and nutrient availability, determine the quality of the plant growth environment and regulate essential ecological processes. Biological properties, particularly microbial diversity and soil–plant interactions, contribute significantly to nutrient cycling, organic matter decomposition, and the ability of ecosystems to recover after environmental disturbances.

The study highlights that soils with balanced edaphic conditions, high organic carbon content, active microbial communities, and stable physical structures demonstrate greater resistance to climate variability, drought, pollution, and anthropogenic pressures. In contrast, soil degradation processes, including nutrient depletion, erosion, compaction, salinization, and loss of biological diversity, significantly reduce vegetation productivity and weaken ecosystem resilience.

Under current global environmental challenges, including climate change, land-use transformation, and increasing human impacts, the protection and restoration of soil quality have become essential components of sustainable ecosystem management. Integrated assessment of edaphic indicators provides valuable information for predicting ecosystem responses, guiding ecological restoration programs, and supporting biodiversity conservation.

Therefore, maintaining favorable soil conditions through sustainable land-use practices, conservation strategies, organic matter restoration, and protection of soil biological diversity is crucial for ensuring long-term ecosystem stability. Understanding the complex relationships between edaphic factors and vegetation dynamics remains a key scientific priority for improving ecosystem resilience and maintaining ecological functions in a rapidly changing environment.

References

1. Bardgett, R. D., & Caruso, T. (2020). Soil microbial communities and ecosystem functioning: Current understanding and future perspectives. *Functional Ecology*, 34, 1–12.
2. Bünemann, E. K., Bongiorno, G., Bai, Z., Creamer, R. E., De Deyn, G., de Goede, R., Fleskens, L., Geissen, V., Kuyper, T. W., Mäder, P., Pulleman, M., Sukkel, W., van Groenigen, J. W., & Brussaard, L. (2020). Soil quality – A critical review. *Soil Biology and Biochemistry*, 120, 105–125.
3. Delgado-Baquerizo, M., Reich, P. B., Trivedi, P., Eldridge, D. J., Abades, S., Alfaro, F. D., Bastida, F., Berhe, A. A., Cutler, N. A., Gallardo, A., García-Palacios, P., Hart, M. M., Hayes, P. E., He, J. Z., Hseu, Z. Y., Hu, H. W., Kirchmair, M., Neuhauser, S., Núñezberg, R., & Singh, B. K. (2020). Multiple elements of soil biodiversity drive ecosystem functions across biomes. *Nature Ecology & Evolution*, 4, 210–220.

4. Fierer, N. (2021). The influence of soil microbial communities on ecosystem processes and environmental responses. *Nature Reviews Microbiology*, 19, 1–12.
5. Gil-Martínez, M., Madejón, P., Madejón, E., & de Sosa, L. L. (2025). Compost and vegetation cover drive soil fertility, microbial activity, and community in organic farming soils. *Plant and Soil*, 516, 299–321.
6. Guerra, C. A., Bardgett, R. D., Caon, L., Crowther, T. W., Delgado-Baquerizo, M., Montanarella, L., Navarro, L. M., Orgiazzi, A., Singh, B. K., & Eisenhauer, N. (2021). Tracking, targeting, and conserving soil biodiversity. *Science*, 371(6526), 239–241.
7. Jing, X., Sanders, N. J., Shi, Y., Chu, H., Classen, A. T., Zhao, K., & He, J. S. (2022). The links between soil microbial diversity and ecosystem functioning under global environmental change. *Global Change Biology*, 28, 4735–4750.
8. Lehmann, J., Bossio, D. A., Kögel-Knabner, I., & Rillig, M. C. (2020). The concept and future prospects of soil health. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1, 544–553.
9. Maestre, F. T., Delgado-Baquerizo, M., Jeffries, T. C., Eldridge, D. J., Ochoa, V., Gozalo, B., Quero, J. L., García-Gómez, M., Bowker, M. A., Soliveres, S., & others. (2021). Increasing aridity reduces soil microbial diversity and ecosystem multifunctionality. *Global Change Biology*, 27, 123–136.
10. Schimel, J. (2023). Soil microbial ecology in a changing climate: Processes, feedbacks and ecosystem consequences. *Nature Ecology & Evolution*, 7, 1230–1242.

SECTION: ECONOMY

ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК НОВИХ ІНДУСТРІАЛЬНИХ КРАЇН АЗІЇ ЯК ОРІЄНТИР ДЛЯ СТРУКТУРНОЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

Сарай Наталія

кандидат економічних наук, доцент
Кафедра філософії та суспільних наук
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка, Україна

Сарай Роман

здобувач вищої освіти бакалаврського рівня
Освітня програма «Міжнародна економіка»,
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Процеси структурної трансформації у світовій економіці супроводжуються глибокою технологічною модернізацією та активною інтеграцією окремих країн у глобальні відтворювальні ланцюги. Важливе місце у цих процесах займають нові індустріальні країни (НІК) Азії, які за відносно короткий історичний період продемонстрували стрімкий перехід від аграрно-сировинної моделі розвитку до високотехнологічної індустріальної економіки [1]. Дослідження досвіду розвитку таких держав, як Південна Корея та Таїланд, має надзвичайно важливе значення для розробки стратегії післявоєнного економічного відновлення та модернізації національного господарства України.

Аналітичне оцінювання макроекономічних показників досліджуваних країн протягом 2021–2025 років свідчить про глибокі якісні та кількісні відмінності між їхніми моделями розвитку. Південна Корея, як класичний представник азійських НІК «першої хвилі», функціонує як високотехнологічна та зріла постіндустріальна економіка. Обсяг її номінального ВВП у 2025 році досяг близько 1,86 трлн. дол. США, що більш ніж утричі перевищує аналогічний показник Таїланду (558,5 млрд. дол. США) [3, 4]. Відповідно, рівень ВВП на душу населення у Південній Кореї у 2025 році становив 35,9 тис. дол. США порівняно з помірними 7,9 тис. дол. США у Таїланді. Водночас динаміка реального зростання ВВП Південної Кореї демонструє закономірне сповільнення темпів від 4,6% у 2021 році до 0,9% у 2025 році, що вказує на фазу економічної зрілості.

Економічний розвиток Таїланду, який представляє «другу хвилю» НІК, характеризується стабільною, але помірною траєкторією зростання реального ВВП на рівні 1,5–2,6% щорічно [4]. Головними чинниками стриманого розвитку Таїланду є нижчий рівень технологічної бази та вища чутливість до глобальних

зовнішніх шоків через значну роль туризму та експорту продукції середнього технологічного рівня.

Варто відзначити, що фундаментальною відмінністю моделей розвитку обох країн є характер інвестицій та інноваційного наповнення. Південна Корея робить безумовний акцент на масштабному фінансуванні науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт (R&D). Витрати на R&D у країні перевищують 5% ВВП, що забезпечує глобальне лідерство у експорті напівпровідників, автомобілів, суднобудування та високотехнологічної електроніки [5]. Натомість інвестиційна модель Таїланду більшою мірою спирається на залучення прямих іноземних інвестицій у спеціальні економічні зони з метою обслуговування збиральних та середньотехнологічних промислових виробництв (автомобілескладання, побутова електроніка) [6].

Важливим чинником забезпечення конкурентоспроможності азійських НІК є послідовний розвиток людського капіталу через фінансування соціального сектору. Порівняльний аналіз витрат на освіту та охорону здоров'я показує, що Південна Корея демонструє значно вищі темпи нарощування відповідного фінансування. Зокрема, у 2025 році частка витрат на освіту в Республіці Корея зросла до 9,5% ВВП, тоді як у Таїланді цей показник становив 5,0% ВВП. Аналогічно, витрати на охорону здоров'я в Кореї досягли 9,5% ВВП порівняно з 5,6% у Таїланді, що безпосередньо впливає на якість людських ресурсів та продуктивність праці (див. табл. 1).

Таблиця 1. Порівняльна характеристика показників соціального розвитку Південної Кореї й Таїланду у 2021-2025 рр.

Показники	Південна Корея					Таїланд				
	2021	2022	2023	2024	2025	2021	2022	2023	2024	2025
1. Частка ВВП, що припадає на освіту, %	4,5	4,9	4,7	8,5	9,5	2,8	3,0	3,0	4,0	5,0
2. Частка ВВП, що припадає на охорону здоров'я, %	8,0	8,0	8,4	8,5	9,5	4,2	5,4	5,0	5,5	5,6

*Джерело: [2, 4, 6]

Таким чином, досвід азійських НІК доводить необхідність активної державної промислової політики, стимулювання експорту високотехнологічної продукції та системного інвестування у людський капітал.

Підсумовуючи, зауважимо, що для України критично важливим є відхід від аграрно-сировинної орієнтації шляхом розвитку вітчизняного виробництва з високою часткою доданої вартості, підвищення інвестиційної привабливості та інтеграції в міжнародні ланцюги створення вартості.

Список використаних джерел

1. Брензович К.С., Ісак З.І. Нові індустріальні країни «третьої хвилі» у глобальній економіці. Інфраструктура ринку. 2019. Вип. 37. С. 18-24. URL: http://market-infr.od.ua/journals/2019/37_2019_ukr/5.pdf. (дата звернення: 16 липня 2026 р.).

2. OECD. Economic Survey of Korea 2024. Organisation for Economic Co-operation and Development. 2024. URL: <https://www.oecd.org/economy/korea-economic-snapshot/> (дата звернення: 15 липня 2026 р.).
3. World Bank. Republic of Korea Overview. 2024. URL: <https://www.worldbank.org/en/country/korea> (дата звернення: 15 липня 2026 р.).
4. 29. World Bank. Thailand Overview. 2024. URL: <https://www.worldbank.org/en/country/thailand> (дата звернення: 14 липня 2026 р.).
5. World Bank. Research and development expenditure (% of GDP) – Korea, Rep. 2025. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?locations=KR> (дата звернення: 15 липня 2026 р.).
6. World Bank. High-technology exports (% of manufactured exports) – Thailand. 2025. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.MF.ZS?locations=TH> (дата звернення: 16 липня 2026 р.).

МЕНТАЛЬНЕ ЗДОРОВ'Я ЯК ЕКОНОМІЧНИЙ АКТИВ РОЗВИТКУ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ ТА ЕКОНОМІЧНОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ

Риковська Оксана Володимирівна

к.е.н., старший дослідник,
провідний науковий співробітник відділу економіки і політики аграрних
перетворень ДУ “Інститут економіки та прогнозування НАН України”;

Яровий Віктор Дмитрович

к.е.н., старший дослідник,
провідний науковий співробітник відділу економіки і політики аграрних
перетворень ДУ “Інститут економіки та прогнозування НАН України”;

Осіпович Тетяна Вікторівна

клінічний психолог, психотерапевт
КНП «Житомирська обласна дитяча клінічна лікарня»;
викладач, клінічний супервізор
ТОВ «Міжнародний інститут післядипломної освіти»;

В умовах сучасних глобальних викликів ментальне здоров'я дедалі частіше розглядається не лише в контексті медицини, як системи наукових знань щодо зміцнення і збереження здоров'я, попередження та лікування захворювань людини, а як один із визначальних чинників розвитку людського капіталу та забезпечення довгострокового економічного зростання. Для України ця проблема набуває особливої актуальності внаслідок тривалого впливу війни, масштабних соціально-економічних трансформацій, демографічних втрат, вимушеної міграції та необхідності післявоєнного відновлення. Згідно з

опитуваннями ВООЗ, близько 70% дорослих повідомили, що їхнє здоров'я погіршилося порівняно з періодом до початку повномасштабного вторгнення, а наприкінці 2025 р. половина дорослого населення зазначила, що стан їхнього здоров'я погіршився протягом попереднього року. Найпоширенішими проблемами були порушення сну (72%), головний біль і мігрень (59%), а також прояви симптомів тривоги, депресії та посттравматичного стресового розладу (54%) [1].

Традиційно питання психічного здоров'я розглядалися крізь призму заходів медичної допомоги, основною метою яких було виявлення психічних розладів, їх лікування, мінімізація негативних наслідків та реабілітація. Наразі сучасна міжнародна практика демонструє поступовий перехід до ширшого розуміння ментального здоров'я як важливого елемента людського капіталу, що безпосередньо впливає на економічну продуктивність та інноваційний потенціал суспільства. Ментальне здоров'я стає не лише соціальною цінністю, а й стратегічним ресурсом відновлення економіки та розвитку територіальних громад.

Сучасні концепції розвитку людського капіталу виходять із того, що економічний потенціал людини визначається рівнем освіти, професійних компетентностей чи фізичного здоров'я. При цьому не менш важливими є когнітивні здібності, емоційна стійкість, здатність до навчання, адаптації, прийняття рішень, співпраці та інноваційної діяльності. Саме ці характеристики значною мірою залежать від стану ментального здоров'я. Відповідно, психологічне благополуччя населення може розглядатися як нематеріальний актив, що забезпечує ефективне використання людського капіталу та визначає конкурентоспроможність економіки.

З економічної точки зору погіршення ментального здоров'я супроводжується суттєвими фінансовими втратами. За даними «Звіту про психічне здоров'я у світі: трансформація систем охорони психічного здоров'я для всіх» у 2019р. 13% населення світу мали психічні розлади і майже 80% з них - це особи працездатного віку [2]. За оцінками, представленими у звіті ОЕСР психічні розлади коштують країнам ОЕСР понад 4% ВВП щороку, причому понад третина цих витрат зумовлена зниженням рівня зайнятості та продуктивності праці [3]. Також зростають державні витрати на медичне обслуговування, соціальну підтримку та компенсацію втрат працездатності.

За даними модельних розрахунків, викладених в одній з фундаментальних праць з економіки психічного здоров'я прогнозується, що у період з 2016 по 2030 рік кожен долар, вкладений у лікування депресії та тривоги, принесе приблизно 4 долари економічної вигоди за рахунок підвищення продуктивності праці та покращення здоров'я [4]. Автор доводить, що психічне здоров'я потрібно розглядати як чинник економічного розвитку в якості складової людського капіталу і в цьому контексті оцінювати в економічних категоріях. Тобто, витрати на підтримку ментального здоров'я можуть розглядатися як інвестиції у продуктивність праці, економічне зростання та стійкість людського капіталу.

Саме тому міжнародні організації дедалі частіше використовують поняття «інвестиції у ментальне здоров'я» (investment in mental health), наголошуючи, що

політика підтримки психологічного благополуччя повинна виходити далеко за межі системи охорони здоров'я. У сучасних доповідях Всесвітньої організації охорони здоров'я підкреслюється, що психічне здоров'я формується під впливом комплексу соціальних, економічних та екологічних чинників, а його підтримка є спільною відповідальністю медицини, освіти, соціальної сфери, місцевого самоврядування, бізнесу, культури та інших секторів.

У цьому контексті трансформується і логіка державної політики. Крім традиційного фінансування лікування психічних розладів, все більшої уваги повинно приділятися створенню умов, які підтримують психологічне благополуччя населення та запобігають виникненню психоемоційних проблем. Йдеться про розвиток безпечного життєвого середовища, забезпечення зайнятості, доступної освіти, якісної інфраструктури, громадських просторів, культури, спорту, соціальної взаємодії та громадської активності. Фактично всі заходи місцевої політики можуть одночасно розглядатися в якості інвестицій у ментальне здоров'я населення.

Для України такий підхід є особливо актуальним. У післявоєнний період ключовими ресурсами відновлення стануть не лише матеріальні та фінансові ресурси, а насамперед люди, їхня здатність працювати, навчатися, створювати бізнес, брати участь у розвитку громад та адаптуватися до нових соціально-економічних умов. Саме тому підтримка ментального здоров'я має розглядатися як одна зі складових політики відновлення людського капіталу та підвищення економічної спроможності держави.

Показовим прикладом практичної реалізації такого підходу в Україні є Всеукраїнська програма ментального здоров'я «Ти як?» [5]. На відміну від традиційних підходів, програма орієнтується не лише на розвиток системи психологічної допомоги, а й на інтеграцію турботи про ментальне здоров'я у повсякденне життя громад. Одним із ключових інструментів подолання наслідків травматичного досвіду війни, адаптації до складних обставин, розвитку навичок самодопомоги, зміцнення соціальних зв'язків і збереження ментального здоров'я стали Центри життєстійкості, що створюються у територіальних громадах як відкриті простори психосоціальної підтримки. Програма виходить із розуміння того, що ментальне здоров'я є спільною відповідальністю різних секторів - медицини, освіти, соціального захисту, культури, економіки та місцевого самоврядування, а підтримка психологічного благополуччя має здійснюватися безпосередньо у звичному для людини середовищі - школі, амбулаторії чи в культурному та соціальному центрі.

Така модель здатна забезпечити вагоміші економічні ефекти, ніж надання окремих психологічних послуг. Центри життєстійкості сприяють зміцненню соціальної згуртованості, розвитку взаємної підтримки, формуванню довіри між мешканцями, активізації громадської участі та збереженню людського потенціалу територій. У довгостроковій перспективі це створює передумови для підвищення економічної активності населення, посилення спроможності громад до відновлення та формування стійкого місцевого розвитку.

Таким чином, сучасна політика підтримки ментального здоров'я повинна розглядатися як невід'ємна складова політики розвитку людського капіталу. Перехід від вузькогалузевого медичного підходу до міжсекторальної моделі інвестування у психологічне благополуччя населення відкриває нові можливості для підвищення продуктивності праці, зміцнення соціального капіталу, активізації економічної діяльності та забезпечення сталого розвитку територіальних громад. За таких умов інвестиції у ментальне здоров'я набувають ознак стратегічних інвестицій у майбутню конкурентоспроможність економіки України та успішність її післявоєнного відновлення.

Список використаних джерел

1. Про вплив війни на здоров'я, доступ до медичної допомоги та важливість вакцинації. Інтерв'ю голови офісу ВООЗ в Україні доктора Ярно Хабіхт. 07.07.2026. <https://www.rbc.ua/rus/news/zdorov-ya-pogirshilosya-70-ukrayintsiv-vooz-1783342469.html>
2. World mental health report: Transforming mental health for all (2022). WHO/EURO:2023-5306-45070-68914. URL: <https://iris.who.int/handle/10665/372242>
3. OECD (2021), A New Benchmark for Mental Health Systems: Tackling the Social and Economic Costs of Mental Ill-Health, OECD Health Policy Studies, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/4ed890f6-en>
4. Chisholm D, Sweeny K, Sheehan P, Rasmussen B, Smit F, Cuijpers P, Saxena S. (2016). Scaling-up treatment of depression and anxiety: a global return on investment analysis. *Lancet Psychiatry*. 2016 May; 3(5): 415-24. doi: 10.1016/S2215-0366(16)30024-4.
5. Всеукраїнська програма ментального здоров'я «Ти як?». URL: <https://howareu.com/news/natsionalnyi-forum-zhyttiistiikosti-obiednav-ponad-250-tsentriv-z-usiiei-krainy>

РОЛЬ ВІКОВОЇ СТРУКТУРИ НАСЕЛЕННЯ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ В УМОВАХ ДЕМОГРАФІЧНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ

Пакін Ростислав Маркович
аспірант

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Україна
<https://orcid.org/0009-0002-5324-0238>

Сучасний етап глобального економічного розвитку демонструє, що вікова структура населення виступає не другорядним соціальним параметром, а самостійним чинником макроекономічної динаміки. Систематизація підходів до аналізу взаємозв'язку демографічних і економічних процесів дозволяє виокремити кілька етапів розвитку економічної думки з цього питання, від

мальтузіанського демографічного песимізму до сучасних концепцій демографічного дивіденду та демографічного тягаря.

Відправною точкою класичної теорії є концепція Т. Мальтуса, яка обґрунтовувала геометричне зростання населення на тлі арифметичного зростання продовольчих ресурсів і, відповідно, неминучість циклічної бідності за відсутності стримуючих факторів народжуваності та смертності [1]. Подальший розвиток економічної думки суттєво переглянув мальтузіанську логіку, Е. Бозеруп показала, що демографічний тиск виступає не причиною катастрофи, а стимулом технологічних та агротехнічних інновацій, підтвердженням чого є досвід країн з високою щільністю населення й обмеженим ресурсним потенціалом [2]. О. Галор у своїй уніфікованій теорії зростання синтезував ці позиції, виділивши мальтузіанський, постмальтузіанський і сучасний режими економічного розвитку, у межах яких перехід до третього режиму супроводжується заміщенням кількісного відтворення населення якісним накопиченням людського капіталу [4].

У доіндустріальному суспільстві дитина виступала економічним активом, вже з раннього віку вона долучалася до сільськогосподарської або ремісничої праці, а за відсутності інституціоналізованих систем соціального забезпечення саме діти були основною гарантією матеріального утримання батьків у похилому віці. Індустріалізація та розвиток конкурентного ринку праці докорінно змінили цю логіку. Дитина перетворюється з робочої одиниці на об'єкт довгострокового інвестування, горизонт віддачі якого розтягується на 20–25 років, а сама віддача набуває форми не безпосередньої трудової участі, а накопиченого людського капіталу: освіти, кваліфікації, професійної мобільності. Паралельно держава через пенсійні системи перебирає на себе страхову функцію, яку раніше виконували діти, що додатково знижує економічну мотивацію до високої народжуваності. За цих умов раціональною стратегією окремого домогосподарства стає скорочення кількості дітей на користь максимізації інвестицій у кожен з них (перехід від «кількості» до «якості» в термінології Г. Беккера) [3]. Проте сукупність індивідуально раціональних рішень окремих родин на макрорівні створює результат, що суперечить довгостроковим інтересам суспільства в цілому, а саме стійке скорочення народжуваності нижче рівня простого відтворення населення. Це надає проблемі ознак «пастки суспільного блага», жодна окрема родина не приймає рішення «зменшити населення країни», однак агрегований результат раціональної поведінки мільйонів домогосподарств є саме таким.

Ключовим для сучасного етапу дослідження є підхід Д. Блума і Дж. Вільямсона [5], які емпірично довели на матеріалі 78 країн за 1965–1990 рр., що саме вікова структура, а не абсолютний розмір населення, визначає темпи економічного зростання: випереджальне зростання частки працездатного населення забезпечувало додаткові 1,4–1,9 в. п. приросту ВВП на душу населення. Автори виділили три форми демографічного дивіденду: дивіденд праці, дивіденд заощаджень і дивіденд людського капіталу, реалізація яких залежить від відкритості торговельної політики, масштабу інвестицій в освіту й

охорону здоров'я та розвитку несільськогосподарської зайнятості. Досвід «азійських тигрів» та Ірландії підтверджує, що приблизно третину прискореного економічного зростання цих країн можна пояснити саме демографічним чинником.

Разом з тим сучасні дослідження фіксують вичерпання цього ефекту. Р. Кочі та Д. Блум [6], аналізуючи панельні дані за 1950–2015 рр. і прогнозуючи період 2020–2050 рр., показали трансформацію демографічного дивіденду в «демографічний тягар»: зростання частки осіб похилого віку скорочуватиме щорічний приріст ВВП у більшості країн світу на 0,2–0,4 в. п., що за 30 років означатиме кумулятивні втрати ВВП у 6–12%. При цьому автори наголошують, що розширення участі осіб старшого віку в ринку праці за умови збереження функціональних можливостей здатне компенсувати до половини цього ефекту.

Одним із інституційних механізмів адаптації до старіння населення є формування «срібної економіки», тобто сегмента ринку, орієнтованого на споживчі потреби населення віком понад 50 років. За оцінками Європейської Комісії [7], обсяг срібної економіки в ЄС наближається до 5,7 трлн євро на рік, а на осіб віком понад 55 років припадає більш ніж половина сукупного споживання в Євросоюзі. Це підтверджує принципову можливість перетворення демографічного виклику на джерело економічного зростання за умови випереджальної адаптації бізнес-моделей і державної політики. Показово, що приватний сектор демонструє істотно вищу швидкість реакції на зміну вікової та поколінневої структури споживання, ніж державні інститути: перебудова бізнес-моделей у відповідь на зміну споживчої поведінки нових поколінь відбувається в межах кількох років, тоді як ефекти державної демографічної політики проявляються лише в довгостроковій перспективі.

Для України проблематика демографічних трансформацій набуває особливої гостроти в контексті економічної безпеки держави. Сумарний коефіцієнт народжуваності в Україні у 2025 р. становить близько 1,0, співвідношення народжень до смертей 1 до 2,8, а чисельність працездатного населення з 2021 р. скоротилася приблизно на 40% [8], [9]. За прогнозними оцінками, чисельність населення України може скоротитися до 25 млн осіб до 2051 р. проти 51,6 млн у 1991 р. [8]. Зазначені процеси формують самопідсилюючий цикл демографічної деградації: депопуляція поглиблює дефіцит на ринку праці, що уповільнює економічне зростання, посилює пенсійне навантаження і бюджетний дефіцит, погіршує умови для молоді та стимулює її еміграцію, яка, своєю чергою, посилює депопуляцію. Як справедливо зазначає Е. Лібанова, навіть за умови негайного подвоєння народжуваності ефект від такого зрушення проявиться в економіці лише через 20–30 років [8], що обумовлює необхідність розгляду демографічної політики як складової довгострокової стратегії економічної безпеки, а не оперативного реагування.

Отже, узагальнення розглянутих концепцій дозволяє сформулювати три взаємопов'язані положення. По-перше, вікова структура населення визначає архітектуру економічної безпеки держави через ринок праці, пенсійну систему та фіскальну стійкість, а раціональна репродуктивна поведінка окремих

домогосподарств здатна породжувати колективно небажаний результат – депопуляцію без жодного індивідуального «рішення» про неї. По-друге, демографічний дивіденд є унікальним і невідновлюваним вікном можливостей, країни, що не скористалися ним на етапі сприятливої вікової структури, а Україна належить саме до цієї категорії, потребують альтернативних стратегій компенсації: політики здорового старіння, автоматизації виробництва та керованої міграційної політики та повернення громадян з-за кордону. По-третє, оскільки приватний сектор адаптується до демографічних зрушень значно швидше за державні інститути, завданням економічної політики є не так випередження ринку, як створення інституційного середовища, що прискорює державну адаптацію – зокрема через розвиток срібної економіки, підтримку відновлення людського капіталу та узгоджену міграційну політику.

Список використаних джерел

1. Malthus T. An Essay on the Principle of Population / T. Malthus. – London: J. Johnson, 1798. – 396 p.
2. Boserup E. The Conditions of Agricultural Growth: The Economics of Agrarian Change under Population Pressure / E. Boserup. – London: George Allen & Unwin, 1965. – 124 p.
3. Becker G. An Economic Analysis of Fertility / G. Becker // Demographic and Economic Change in Developed Countries. – Princeton: Princeton University Press, 1960. – P. 209–240.
4. Galor O. Unified Growth Theory / O. Galor. – Princeton: Princeton University Press, 2011. – 344 p.
5. Bloom D. Demographic Transitions and Economic Miracles in Emerging Asia / D. Bloom, J. Williamson // The World Bank Economic Review. – 1998. – Vol. 12, No. 3. – P. 419–455.
6. Kotschy R. Population Aging and Economic Growth: From Demographic Dividend to Demographic Drag? [Електронний ресурс] / R. Kotschy, D. Bloom // NBER Working Paper. – 2023. – № 31585: <https://doi.org/10.3386/w31585> (дата звернення: 12.07.2026).
7. European Commission. The Silver Economy: Final Report on EU Market Potential and Policy Recommendations [Електронний ресурс] / European Commission, Technopolis Group, Oxford Economics. – Brussels: Publications Office of the European Union, 2018.: <https://doi.org/10.2759/685036> (дата звернення: 12.07.2026).
8. Інститут демографії та соціальних досліджень ім. М. В. Птухи НАН України. Прогноз чисельності населення України до 2051 року [Електронний ресурс] // Інститут демографії та соціальних досліджень ім. М. В. Птухи НАН України.: <https://idss.org.ua> (дата звернення: 12.07.2026).
9. Демографічна ситуація в Україні [Електронний ресурс] // Державна служба статистики України.: <https://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 12.07.2026)

ЕКОНОМІЧНА ТА ІННОВАЦІЙНА СКЛАДОВІ МЕХАНІЗМУ УПРАВЛІННЯ СОЦІАЛЬНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА

Подрез Ольга

доктор філософії з економіки (PhD)

Черепанова Вікторія

канд. економ. наук, професор

Кафедра економіки бізнесу і

міжнародних економічних відносин

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», Україна

У сучасних літературних джерелах активно розглядаються питання щодо формування та впровадження такого напрямку управління як соціальна відповідальність. При цьому її розглядають за різними суб'єктами господарювання (бізнесом, корпорацією, підприємством та іншими бізнес-структурами), за різними галузями економіки (машинобудування, торгівля, сільське господарство, транспорт тощо), а також на державному та міждержавному рівні.

Полеміка стосується, в основному, сутності поняття, його категоріальної особливості, призначення та мети щодо застосування. На наш погляд, найбільшою проблемою використання цього напрямку управління є побудова механізму, за допомогою якого підприємство, як найменший ланцюг у системі управління суб'єктом господарювання, створює умови для досягнення основної мети й цілей соціальної відповідальності.

Поняття «соціальна відповідальність підприємства (СВП)» – багатогранне, тому що воно має на меті вирішення головних завдань щодо забезпечення гарних, безпечних умов праці та життєдіяльності працівників підприємства, а також мешканців регіону, де воно розташоване. Тому, власники підприємства та його керівництво приймають рішення щодо матеріального забезпечення працівників, охорони праці, соціального захисту найбільш вразливих категорій робітників, створення належних умов для праці й відпочинку та інше. Але для їх вирішення потрібен певний механізм управління процесами покращення комерційної діяльності, скорочення витрат, підвищення прибутковості задля отримання й використання вільних коштів для направлення їх на реалізацію соціальних програм – тобто це економічний напрям. Крім цього, потрібні різні інноваційні продукти, які стосуються економії матеріальних та паливно-енергетичних ресурсів, технологічних нововведень для покращення якості продукції та підвищення її екологічності, впровадження заходів щодо охорони праці та навколишнього середовища – тобто це інноваційний напрям. При цьому, кожна галузь має власні особливості щодо формування такого механізму.

У роботі [1] авторами виділено чотири основні функції щодо управління підприємством – інформаційно-правова, виробнича, маркетинг-менеджмент та соціальна.

Проведені дослідження щодо складу поняття «соціальна відповідальність підприємства» [2], дозволили зазначити, що дії соціальної функції направлено на вирішення питань соціальної відповідальності підприємства щодо соціального захисту й матеріального, морального забезпечення своїх працівників на основі рефлексивного управління персоналом, енергозабезпечення та охорони навколишнього середовища. Всі ці напрями потребують сучасних інноваційних рішень. Тому механізм управління соціальною відповідальністю підприємств складається з багатьох частин, але основними з них є: економічна та інноваційна.

Соціальна функція управління підприємством має чотири напрями дії – соціальний захист й управління персоналом, соціальне, енергетичне забезпечення та охорона навколишнього середовища. Вони потребують постійного вдосконалення за рахунок впровадження інноваційних рішень (інноваційних продуктів). Розглянемо їх детальніше (таблиця 1).

Таблиця 1. Напрями управління підприємством за соціальною функцією

Напрямок управління СВП за соціальною функцією	Заходи з управління	Дії щодо впровадження	Складові механізми управління СВП
1. Соціальний захист і управління персоналом	Розробка й впровадження соціальних програм захисту та розвитку персоналу	Пошук додаткових джерел фінансування; Встановлення нових підходів до формування соціальних програм	Економічна й інноваційна
2. Соціальне забезпечення	Розробка й впровадження соціальних програм з матеріального забезпечення працівників	Пошук резервів економії, додаткових фінансових ресурсів	Економічна й інноваційна
3. Енергетичне забезпечення	Розробка й впровадження заходів щодо заміни первинних джерел вторинними або альтернативними	Побудова сучасних схем (балансів) забезпечення паливно-енергетичними ресурсами виробництва, персонал й населення шляхом впровадження економічно вигідних технологічних процесів, обладнання, заходів з організації виробництва.	Економічна й інноваційна
4. Охорона навколишнього середовища	Розробка й впровадження заходів з охорони навколишнього середовища	Обґрунтування доцільності проведення утилізації шкідливих викидів й газів (особливо коксових), утилізація теплоенергії, застосування оборотного водопостачання та інше.	Економічна й інноваційна

Питання соціального захисту й управління персоналом на рівні підприємства вимагають пошуку додаткових джерел фінансування соціальних програм. Тому цей напрям може бути як економічним, так і інноваційним, оскільки необхідні інноваційні управлінські рішення щодо пошуку фінансових ресурсів.

Соціальне забезпечення стосується, в основному, матеріального забезпечення, тому це економічний напрям, але для його формування проводиться пошук джерел фінансування за допомогою інноваційних управлінських рішень.

В умовах дефіциту первинних енергоносіїв, промислові підприємства здійснюють пошук їх економії шляхом часткової або повної заміни первинних вторинними або альтернативними джерелами енергії. Причому підприємства намагаються вирішувати паливно-енергетичні проблеми і своїх працівників, і мешканців регіонів, де вони працюють. Для цього потрібні новітні технології, обладнання, сучасна технічна підготовка виробництва та інше. При реалізації відповідних заходів розробляються та впроваджуються:

- конструкторські рішення стосовно модернізації діючого обладнання, придбання або побудови нового, у тому числі утилізаційного;

- технологічні рішення щодо вдосконалення технологічних процесів з трансформації вторинних або альтернативних джерел енергії у виробничий процес, що сприяє підвищенню енергетичної ефективності та економії витрат на паливно-енергетичні ресурси;

- організаційні рішення, які стосуються планування (розрахунків щодо використання вторинних або альтернативних джерел енергії у ході виробничого процесу, навантаження обладнання, руху паливно-енергетичних ресурсів), забезпечення (персоналом, обладнанням, матеріальними ресурсами) та проектування (проектування участків та цехів, планування розташування утилізаційного обладнання та обладнання щодо трансформації вторинних або альтернативних джерел у первинні).

Питання охорони навколишнього середовища доцільно віднести до інноваційного напрямку, тому що екологізація виробництва здійснюється в основному шляхом впровадження сучасних інноваційних продуктів таких як: утилізація шкідливих викидів й газів (коксових), утилізація теплоенергії, застосування оборотного водопостачання та інше.

Таким чином, управління підприємствами здійснюється за чотирма функціями – інформаційно-правова, виробнича, маркетинг-менеджмент та соціальна. Остання має чотири напрями дії – соціальний захист й управління персоналом, соціальне, енергетичне забезпечення та охорона навколишнього середовища, що відповідають сутності поняття «соціальна відповідальність підприємства». Функції управління є частиною механізму. Вони показують напрям його використання – економічний та інноваційний. Тому у подальшому дослідженні доцільно розглядати особливості побудови економіко-інноваційного механізму управління соціальною відповідальністю підприємства.

Список використаних джерел

1. Дюжев В. Г., Подрез О. І., Черепанова В. О. Соціальна відповідальність – основна функція підприємства. Proceedings of the 13th International Scientific and Practical Conference «Scientific Horizon in the Context of Social Crises»: матеріали міжнар. конф. (Tokyo, Japan, February 26–28 2023). Tokyo, Japan, 2023. No 144. P. 11 – 19. URL: <https://archive.interconf.center/index.php/conference-proceeding/article/view/2473/2503> (дата звернення: 19.07.2026)
2. Подрез О. І. Дослідження теоретичного базису дефініції «соціальна відповідальність» суб'єктів господарювання. Економіка, фінанси, право. 2023. – № 8. С. 59 – 63. DOI: <https://doi.org/10.37634/efp.2023.8.14> (дата звернення: 19.07.2026)

SECTION: INFORMATION TECHNOLOGY AND CYBERSECURITY

SOFTWARE REQUIREMENTS ELICITATION USING AI TOOLS

Dudnyk Oleksandr

PhD., Associate Professor

Department of Software Engineering
Vinnytsia National Technical University
Vinnytsia, Ukraine

1. Introduction

Requirements elicitation is the initial and most communication-intensive stage of requirements engineering, during which stakeholder needs, expectations, and constraints are identified and gathered. The quality of this stage largely determines the success of an entire software project, since incomplete or misunderstood requirements discovered late in development lead to substantial rework and cost overruns.

Classical elicitation techniques — interviews, workshops, observation, questionnaires — depend heavily on the skills and availability of the requirements engineer, are time-consuming, and are prone to interviewer bias and communication gaps between analysts and stakeholders. A further well-known obstacle is tacit knowledge: information a stakeholder possesses but does not explicitly articulate, which leads to incomplete requirements and, ultimately, to a product lacking essential functionality (Nizamani et al., 2025).

In recent years, artificial intelligence tools, in particular large language models (LLMs), have begun to be applied directly to the elicitation stage: conducting or assisting interviews, generating clarifying questions, and extracting requirements from unstructured sources such as interview transcripts, user reviews, and support tickets. Empirical evidence indicates that ChatGPT can enhance elicitation, documentation, and validation activities, offering benefits such as efficiency in idea generation, reduction of human errors, and increased productivity, while also revealing challenges related to data bias and hallucinations (Marques et al., as cited in Costa et al., 2025).

The purpose of this work is to analyze the possibilities and limitations of using AI tools to support the requirements elicitation stage of software development.

The objectives of the study are as follows:

- to review the main challenges of requirements elicitation that motivate the use of AI tools;
- to systematize the classes of AI tools applied to elicitation and the tasks they support;
- to identify the main limitations and risks of AI-assisted elicitation;
- to outline promising directions for further research.

2. Overview of the Subject Area

Requirements elicitation is the process of gathering, identifying, and exposing stakeholder needs through structured interviews, collaborative workshops, observation, and surveys. As the first activity of the requirements engineering process, elicitation determines the raw material for all subsequent analysis, specification, and validation work, and errors introduced at this stage tend to propagate through the rest of the development lifecycle.

Sources of elicitation difficulty. The elicitation process is complicated by several well-documented factors: the problem of scope (requirements that are insufficiently detailed, precise, or feasible), the problem of understanding (miscommunication between developers and clients), and tacit knowledge that stakeholders hold but do not verbalize. Natural-language requirements also lack structured syntax, which introduces ambiguity, complexity, and vagueness that make requirements difficult for all stakeholders to interpret consistently (Nizamani et al., 2025).

Classes of AI tools relevant to elicitation. Several categories of AI tools are applied to elicitation tasks. Conversational LLM interfaces (e.g., ChatGPT, DeepSeek) are used directly by analysts or students to generate requirements from transcribed interviews (Costa et al., 2025). Purpose-built chat-bot agents are designed to conduct elicitation interviews autonomously, asking stakeholders questions and adapting the dialogue to their responses (Studer et al., 2025). Text-mining and NLP pipelines built on LLMs extract requirements-relevant information from unstructured sources such as app store reviews and support tickets. Finally, instruction-tuned, task-specific LLMs are fine-tuned specifically for requirements generation and elicitation support rather than relying on general-purpose chat interfaces (Ataei et al., 2025).

3. Directions of Applying AI Tools in Requirements Elicitation

Extracting requirements from elicitation interviews. LLMs are used to generate functional and non-functional requirements directly from transcribed stakeholder interviews. A comparative study of ChatGPT-4 and DeepSeek-V3 on two real-world case studies found that ChatGPT-4 was more precise, particularly for non-functional requirements, while DeepSeek-V3 was more efficient; both models, however, struggled with ambiguity and correct requirement categorization, underscoring the continued need for human supervision (Costa et al., 2025).

Automating the interview process itself. Beyond post-hoc analysis of transcripts, LLM-based chat bots have been designed to conduct elicitation interviews with minimal human involvement. One such system, evaluated across 33 simulated stakeholder interviews, made a similar number of errors to human interviewers, extracted a large share of the relevant requirements, and generated context-dependent follow-up questions, though full automation was not achieved and some requirements were still missed (Studer et al., 2025). Free-form LLM interviewers, however, have also been shown to struggle with uncovering implicit requirements and tend to produce generic questions in early-stage dialogue, motivating more structured, ontology-guided elicitation agents (Zhang et al., 2026).

Generating interview scripts and clarifying questions. LLMs are applied to generate elicitation interview scripts tailored to a given business context, incorporating

both relevant use cases and common mistakes made by novice analysts, thereby supporting less experienced requirements engineers in preparing structured interviews (Ferrari et al., 2023).

Mining unstructured feedback sources. A substantial body of work applies LLMs to extract requirements-relevant information from app store reviews, support tickets, and other unstructured user feedback. LLMs are used to comprehend nuanced language patterns, discern user sentiment, and extract key insights from diverse feedback sources, accelerating elicitation and giving developers deeper insight into user needs (Sultana et al., 2024). Domain-specific pipelines further combine LLMs with contextual filtering to mine reviews relevant to particular requirement categories, such as privacy or ethical concerns, without relying on labeled training data (Nadeem et al., 2025).

Structuring and summarizing collected information. AI tools are also used to classify, cluster, and summarize large volumes of elicited material — for example, categorizing app reviews by polarity, topic, and type (bug report, feature request, praise) — which reduces the manual effort required to convert raw feedback into structured requirement candidates (NLP4RE Community, 2025).

Summary. Taken together, these directions show that AI tools can support requirements elicitation both by augmenting the traditional interview-based process and by opening up new, previously underused sources of requirements such as user reviews and support tickets. Their contribution ranges from full automation of narrow subtasks (e.g., review classification) to decision support for human analysts (e.g., interview script generation), while requirement extraction from real stakeholder dialogue still requires human oversight.

4. Limitations and Risks

Despite encouraging results, AI-assisted requirements elicitation faces several limitations that constrain its unsupervised use in practice.

Handling ambiguity and categorization errors. Even leading LLMs exhibit limitations in handling ambiguity and correctly categorizing extracted requirements as functional or non-functional, which means generated output still requires expert review before being treated as authoritative (Costa et al., 2025).

Difficulty uncovering implicit requirements. Free-form LLM-driven interviews tend to generate generic, shallow questions, particularly in early dialogue stages, and struggle to surface tacit or implicit requirements that a skilled human interviewer would probe for through follow-up questioning (Zhang et al., 2026).

Incomplete automation. Even purpose-built elicitation chat bots do not achieve full automation: a portion of relevant requirements is typically missed, and the greatest practical benefit is currently seen in scaling interviews across many stakeholders rather than fully replacing the human interviewer (Studer et al., 2025).

Data bias and hallucination. As with other generative-AI applications in requirements engineering, elicitation support tools are subject to data bias and hallucination, which can introduce fabricated or misleading requirement candidates if outputs are not verified against the original source material (Costa et al., 2025).

Reliability of mined feedback sources. User reviews and similar feedback channels are susceptible to fake or low-quality entries, and LLM-based mining pipelines must account for such noise to avoid deriving requirements from unrepresentative or manipulated input (Sultana et al., 2024).

Confidentiality of stakeholder data. Interview transcripts and support communications often contain sensitive business or personal information; processing them through cloud-based AI tools raises data-protection concerns that must be addressed through appropriate organizational and technical safeguards.

5. Conclusions

The analysis shows that AI tools, and large language models in particular, are increasingly applied across the requirements elicitation stage: extracting requirements from interview transcripts, conducting or supporting elicitation interviews, generating interview scripts, and mining unstructured user feedback such as app reviews and support tickets. These applications can reduce manual effort, improve scalability across many stakeholders, and surface requirement candidates from sources that were previously impractical to analyze at scale.

At the same time, current AI-assisted elicitation tools remain limited by difficulties in handling ambiguity, a tendency to miss implicit or tacit requirements, incomplete automation, susceptibility to hallucination and data bias, and the need to safeguard confidential stakeholder information. Consequently, AI tools are best positioned as an augmentation of, rather than a replacement for, human requirements engineers at this stage.

Promising directions for further work include:

- developing ontology- or structure-guided elicitation agents that better uncover implicit requirements;
- combining LLM-based interview automation with human-in-the-loop verification for scalable, trustworthy elicitation;
- improving robustness of feedback-mining pipelines against noisy or manipulated user input;
- investigating privacy-preserving deployment options for processing confidential stakeholder data;
- conducting further real-world, industrial evaluations of AI-assisted elicitation beyond simulated or classroom settings.

References

1. Ataei, M., et al. (2025). ReqBrain: Task-specific instruction tuning of LLMs for AI-assisted requirements generation. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2505.17632>
2. Costa, D., et al. (2025). From elicitation interviews to software requirements: Evaluating LLM performance in requirement generation. In Proceedings of WER 2025, Rio de Janeiro, Brazil.
3. Ferrari, A., et al. (2023). Generating requirements elicitation interview scripts with large language models. In Proceedings of the 2023 IEEE 31st International Requirements Engineering Conference Workshops (AIRE).

4. Nadeem, A., et al. (2025). SAGE: A context-aware approach for mining privacy requirements relevant reviews from mental health apps. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2507.09051>
5. Nizamani, A., et al. (2025). ReqBrain and the challenge of tacit knowledge in requirements elicitation. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2505.17632>
6. NLP4RE Community. (2025). Mining app reviews for user feedback analysis in requirements engineering. In CEUR Workshop Proceedings, Vol. 3959.
7. Studer, L., et al. (2025). LLMREI: Automating requirements elicitation interviews with LLMs. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2507.02564>
8. Sultana, S., et al. (2024). Exploring requirements elicitation from app store user reviews using large language models. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2409.15473>
9. Zhang, Y., et al. (2026). From chat to interview: Agentic requirements elicitation with an experience ontology. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2605.05828>

DOI 10.70286/ISU-22.07.2026.004

API GATEWAY AND ADAPTER AS ARCHITECTURAL ABSTRACTIONS FOR INTEGRATING HETEROGENEOUS SERVICES IN A WEB-ORIENTED INFORMATION SYSTEM

Shyian D. Illia

PhD student

Simon Kuznets Kharkiv National University
of Economics, Ukraine

The digital transformation of organizations, and of higher-education institutions, turns the integration of external information services into a routine yet increasingly complex task: a web-oriented information system (IS) must simultaneously interact with state registries, identity and accounting services, learning platforms, and legacy corporate systems, each exposing its own protocols, data formats, and access constraints [1]. Managing this heterogeneity by direct point-to-point connections leads to tight coupling, scattered security logic, and fragility: every change in an external interface propagates into the core, and adding or replacing a service becomes costly. Consequently, the practical value shifts from the choice of a particular protocol to the choice of architectural abstractions that keep the integration contour open and manageable. This study focuses on two such abstractions - the API Gateway and the Adapter - and their role in the integration architecture of a web-oriented IS.

The API Gateway is an abstraction of a single-entry point placed at the boundary between external clients and the internal services of the system. It concentrates cross-cutting concerns - request routing, transformation of protocols and data formats, enforcement of security policies (authentication and authorization, validation of JSON

Web Tokens), traffic control, and observability - in one controllable place [2, 3]. By hiding the internal service topology behind a stable interface, the gateway decouples clients from the implementation of the system and reduces the combinatorial complexity of "point-to-point" integration to a single mediated point, which is essential when the number of internal services and external consumers grows [4]. Depending on client needs, the gateway may act as a simple reverse proxy, as a request-aggregating facade that composes a response from several internal services, or as a set of tailored gateways following the Backends-for-Frontends approach.

The Adapter is an abstraction of a translation layer placed at the boundary between the core of the system and a specific external system. Each adapter encapsulates the peculiarities of one dependency and converts its interface into an internal, formalized contract, performing protocol and format translation and data mapping [5]. This isolates the heterogeneity of the external environment from the internal business logic: the core remains independent of external implementations, read-only import from registries is confined to the adapter, and even a "black-box" legacy system reachable only through a restricted interface can be integrated without leaking its constraints into the rest of the architecture [6]. Adapters differ in direction and interaction style: an inbound adapter exposes an external request or event to the core, whereas an outbound adapter lets the core reach an external service, and either may be synchronous or asynchronous, so the same abstraction accommodates both real-time queries and deferred data synchronization.

The two abstractions operate at different levels of the integration contour and complement each other (Table 1). The gateway is a single, shared component that mediates the external boundary of the system horizontally, whereas an adapter exists per external dependency and mediates it vertically. Together they define an open integration architecture in which requests flow as: external clients, API Gateway, internal core and services, Adapters, external systems. Openness follows directly from this separation: new capabilities are added by introducing new adapters and gateway routes, without modifying the core.

Table 1. API Gateway and Adapter as integration abstractions

Characteristic	API Gateway	Adapter
Position in the contour	Boundary between external clients and the system (single, shared)	Boundary between the core and each external system (one per dependency)
Main responsibilities	Routing, protocol/format transformation, security policy enforcement, traffic control, observability	Translation of an external interface into an internal contract; data mapping; isolation of heterogeneity
What it decouples	Clients from the internal service topology	Core logic from external systems' implementations
Typical applicability	Unified entry point for heterogeneous services	Read-only import from registries; integration of legacy black-box systems

The proposed use of the two abstractions yields several benefits. Openness and extensibility: the ecosystem is extended by adding adapters and routes rather than by rewriting the core. Centralized security: authentication and authorization are enforced consistently at the gateway and adapters [7, 8, 9]. Maintainability and scalability: cross-cutting concerns are localized, external changes are absorbed by the corresponding adapter, and, because the gateway and each adapter are self-contained components with narrow responsibilities, they can be deployed and scaled independently as separate services so that a heavily used adapter or the gateway itself can be scaled without affecting the rest of the contour.

At the same time, both abstractions introduce costs that must be managed. Concentrating traffic and cross-cutting logic in the gateway makes it a potential performance bottleneck and a single point of failure; this is mitigated by keeping the gateway stateless, replicating it behind a load balancer, and scaling it as an independent service, as noted above. A large number of external dependencies may lead to a proliferation of adapters and duplicated integration logic; this is contained by defining a uniform adapter contract and, where possible, generating adapters from formal interface specifications, so that the maintenance effort grows linearly with the number of dependencies rather than combinatorially.

Because all external traffic passes through the gateway and each external dependency is reached through its own adapter, the integration contour acquires natural points of observation and control. The gateway centralizes logging, metrics, and distributed tracing with correlation identifiers across requests, whereas each adapter localizes the monitoring of a single external system's availability and latency; together they make a failure easier to attribute to a specific component or dependency. The same points allow resilience mechanisms - timeouts, retries, and circuit breakers - to be applied per dependency within an adapter, so that a slow or unavailable external service degrades gracefully instead of propagating faults into the core.

The abstractions also insulate the system from the evolution of external interfaces. When an external service changes its interface or releases a new version, the corresponding adapter absorbs the change by re-mapping it onto the stable internal contract, so that external versioning does not propagate into the business logic. On the client side, the gateway can expose versioned routes and direct them to the appropriate internal implementations, enabling a gradual migration of consumers without breaking existing integrations. In this way the impact of change is confined to a single, well-defined component, which is a key reason why the architecture remains open to extension over time.

Thus, the API Gateway and the Adapter form the backbone of an open integration architecture for a web-oriented IS: the gateway provides a single, policy-enforcing entry point, while adapters encapsulate and translate heterogeneous and legacy external systems into a uniform internal contract. Their combination allows the controlled, extensible integration of external services, including those available only through restricted interfaces, which makes the approach suitable for practical implementation in the digital ecosystems.

References

1. Velepucha, V., & Flores, P. (2023). A survey on microservices architecture: Principles, patterns and migration challenges. *IEEE Access*, 11, 88339–88358. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3305687>
2. Lee, W.-T., & Tsai, M.-K. (2024). Implementing a PHP API gateway based on microservices architecture. 2024 IEEE 48th Annual Computers, Software, and Applications Conference (COMPSAC). <https://doi.org/10.1109/COMPSAC61105.2024.00247>
3. Pahl, C., & Jamshidi, P. (2016). Microservices: A systematic mapping study. *Proceedings of the 6th International Conference on Cloud Computing and Services Science (CLOSER 2016)*, 137–146. <https://doi.org/10.5220/0005785501370146>
4. Taibi, D., Lenarduzzi, V., & Pahl, C. (2018). Architectural patterns for microservices: A systematic mapping study. *Proceedings of the 8th International Conference on Cloud Computing and Services Science (CLOSER 2018)*, 221–232. <https://doi.org/10.5220/0006798302210232>
5. Hohpe, G., & Woolf, B. (2003). *Enterprise integration patterns: Designing, building, and deploying messaging solutions*. Addison-Wesley.
6. Evans, E. (2003). *Domain-driven design: Tackling complexity in the heart of software*. Addison-Wesley.
7. Amazon Web Services. (2024). What is Amazon API Gateway? Amazon API Gateway Developer Guide. <https://docs.aws.amazon.com/apigateway/latest/developerguide/welcome.html>
8. Hardt, D. (Ed.). (2012). The OAuth 2.0 authorization framework (RFC 6749). IETF. <https://doi.org/10.17487/RFC6749>
9. Jones, M., Bradley, J., & Sakimura, N. (2015). JSON web token (JWT) (RFC 7519). IETF. <https://doi.org/10.17487/RFC7519>

SECTION: JURISPRUDENCE

УДК: 340.13

DOI 10.70286/ISU-22.07.2026.005

ВПЛИВ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА РОЗВИТОК СУДОВО-ЕКСПЕРТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УМОВАХ ГЛОБАЛІЗАЦІЇ

Присяжнюк Андрій Геннадійович

аспірант

Кафедра приватного права

Київський національний економічний

університет імені Вадима Гетьмана, Україна

ORCID ID: 0009-0002-4825-5179

Цифровізація суспільства в умовах глобалізації істотно впливає на розвиток судово-експертної діяльності.

Поява нових інформаційних технологій в умовах глобалізації змінює не лише об'єкти експертного дослідження, а й підходи до організації роботи експертних установ.

Сучасні зміни зумовлюють необхідність оновлення методичного забезпечення, удосконалення нормативного регулювання, модернізації технічної бази та розвитку професійних компетентностей судових експертів.

Останніми роками слід зазначити стає зростання кількості проведених експертиз, пов'язаних із дослідженням цифрової інформації.

Предметом експертних досліджень дедалі частіше стають смартфони, комп'ютерна техніка, електронні документи, хмарні сервіси, соціальні мережі, месенджери.

Сучасні злочини та правопорушення залишають не лише матеріальні, а й цифрові сліди, які можуть мати вирішальне доказове значення.

Цифрові дані суттєво відрізняються від традиційних об'єктів судової експертизи. Вони можуть швидко копіюватися, змінюватися або видалятися без видимих ознак втручання.

Одна й та сама інформація може одночасно зберігатися на різних цифрових носіях або у хмарному сховищі. За таких умов дослідження цифрових слідів потребує спеціальних підходів і сучасних методик, які враховують їх особливості [1, с. 20].

У зв'язку з цим перед судовими експертами оновлюються професійні завдання.

Судові експерти повинні займатися встановленням наявності цифрової інформації, визначати її зміст і джерело походження, виявляти ознаки втручання, зміни чи фальсифікації, за можливості відновлювати втрачені дані.

Виконання таких досліджень вимагає поєднання традиційних експертних знань із сучасними цифровими компетентностями.

Постійне своєчасне оновлення методичного забезпечення є важливою умовою розвитку судово-експертної діяльності. Цифрові технології відрізняються надзвичайно швидким розвитком.

Кожен день з'являються нове програмне забезпечення, способи передачі інформації, технології її зберігання та засоби захисту. Отже існуючі експертні методики повинні адаптуватися до нових об'єктів і способів дослідження.

Професійна підготовка судових експертів має не меншого значення.

Ефективна робота з цифровими доказами потребує безперервного оновлення знань і практичних навичок.

Сучасний експерт має володіти достатнім рівнем цифрової грамотності. Саме поєднання професійної підготовки, сучасного методичного забезпечення та використання цифрових технологій є необхідною умовою забезпечення якості й достовірності судово-експертних досліджень.

Важливим напрямом розвитку судово-експертної діяльності є інтеграція цифрових технологій у повсякденну роботу експертних установ. Використання автоматизованих інформаційних систем, спеціалізованого програмного забезпечення, електронного документообігу та цифрових інструментів аналізу значно спрощує виконання окремих експертних процедур. Такі рішення допомагають раціонально організувати роботу, скоротити строки проведення експертиз і підвищити якість експертних досліджень.

Одним із перспективних напрямів є використання технологій штучного інтелекту.

Показовим прикладом стала судова портретна експертиза у справі щодо розстрілу українського військовослужбовця Олександра Мацієвського. Це був перший випадок застосування штучного інтелекту під час проведення такого виду експертиз в Україні.

Незважаючи на низьку якість відеозапису та фотоматеріалів, цифрові технології допомогли експертам Київського науково-дослідного інституту судових експертиз встановити особу загиблого військовослужбовця [2, с. 119]. Цей приклад підтвердив, що штучний інтелект може стати ефективним допоміжним інструментом під час дослідження складних цифрових об'єктів.

Не менш перспективним є використання технологій тривимірного моделювання. Під час судових портретних експертиз 3D-моделі дають змогу відтворювати обличчя у потрібному ракурсі, змінювати масштаб зображення та виконувати точні вимірювання окремих ознак.

Крім того, вони дозволяють наочно представити результати дослідження, що підвищує зрозумілість і переконливість експертного висновку [3, с. 90].

Отже, цифрові технології поступово стають невід'ємною складовою судово-експертної діяльності. Їх використання не лише розширює можливості проведення експертиз, а й підвищує їх точність, оперативність та об'єктивність.

Водночас цифрова трансформація потребує комплексного підходу. Вона передбачає оновлення методичного забезпечення, розвиток цифрових компетентностей судових експертів, модернізацію матеріально-технічної бази та подальше впровадження сучасних інформаційних технологій у практику експертних досліджень.

Лише за таких умов можна забезпечити високу якість судово-експертної діяльності та її відповідність сучасним викликам.

Список використаних джерел

1. Вступ до цифрової криміналістики : навчальний посібник / В.Ю. Шепітько, М. В. Шепітько, К. В. Латиш, М. В. Капустіна, Є. Є. Демидова; за ред. В. Ю. Шепітька ; Нац. юрид. ун-т ім. Ярослава Мудрого. Харків : Право, 2025. 124 с.
2. Заруцький В. А. Інформаційно-довідкове забезпечення судових експертиз як наукова категорія. Криміналістика і судова експертиза. 2020. Вип. 61. С. 118–124.
3. Коваленко А. В. Перспективи запровадження 3D-технологій в судово-експертну діяльність. Криміналістика та судова експертиза у ХХІ столітті : матеріали всеукр. наук.-практ. семінару (Київ, 30 травня 2024 р.). Київ : ДНДЕКЦ МВС України, 2024. С. 89–91.

ОСОБЛИВОСТІ ПРАВОВОГО СТАТУСУ ЮРИДИЧНИХ ОСІБ У ПЕРЕХІДНИЙ ПЕРІОД: СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАКОНОДАВСТВА

Губарєва Яна Владиславівна

здобувач вищої освіти,

н.г. ЮЗ-344,

Науковий керівник:

Обушенко Наталія Миколаївна

д.ю.н, професор

Кафедра цивільно-правових дисциплін

Дніпровський державний університет внутрішніх справ, Україна

З 28 серпня 2025 року відбулося скасування Господарського кодексу України, а відтак відбувся повний перехід регулювання господарської діяльності юридичних осіб публічного права нормами Цивільного кодексу України (далі – ЦК України) та спеціальних законів. Спеціальним законом, який регулює господарську діяльність юридичних осіб, після скасування Господарського кодексу України є Закон України “Про особливості регулювання діяльності

юридичних осіб окремих організаційно-правових форм у перехідний період та об'єднань юридичних осіб" (далі – Закон). Прийняття Закону було необхідним кроком для усунення дублювання норм цивільного та господарського законодавства та приведення національного законодавства у відповідність до сучасних європейських підходів.

Серед основних значущих змін правового регулювання господарської діяльності, які відбулися з прийняттям Закону можна виокремити такі:

обов'язкова корпоратизація державних і комунальних підприємств протягом 6 місяців з дня введення в дію закону;

заборона створення нових "підприємств" публічного права;

поступова заміна господарського відання та оперативного управління.

Однією з особливостей реформи є встановлення трирічного перехідного періоду, протягом якого юридичні особи окремих організаційно-правових форм повинні привести свої установчі документи, внутрішні положення та структуру управління у відповідність до нового законодавства. При цьому важливим нюансом є те, що юридичні особи не припиняють своєї діяльності, а продовжують функціонувати до завершення процесу адаптації.

Зміни торкнулися організаційно-правових форм підприємств, передбачених Господарським кодексом України. Статтею 63 ГК України було визначено основні форми підприємств, а саме:

- приватне підприємство, що діє на основі приватної власності громадян чи суб'єкта господарювання (юридичної особи); підприємство, що діє на основі колективної власності (підприємство колективної власності);

- комунальне підприємство, що діє на основі комунальної власності територіальної громади;

- державне підприємство, що діє на основі державної власності;

- підприємство, засноване на змішаній формі власності (на базі об'єднання майна різних форм власності);

- спільне комунальне підприємство, що діє на договірних засадах спільного фінансування (утримання) відповідними територіальними громадами - суб'єктами співробітництва.

Тож у сучасних реаліях державні і комунальні підприємства стикнулися з корпоратизацією, яка являє собою процес перетворення у господарські товариства (акціонерні товариства чи ТОВ) з метою модернізації корпоративного управління, підвищення прозорості та інвестиційної привабливості. З прийняттям Закону було визначено механізм їх подальшого функціонування, реорганізації або приведення статусу у відповідність до законодавства.

Крім того реформа передбачає ліквідацію інститутів права господарського відання (для комерційних суб'єктів) та права оперативного управління (для некомерційних суб'єктів). Так, Закон дає визначення понять "право господарського відання" та "право оперативного управління", проте одночасно закріплено норму, що ці положення, втрачають чинність через три роки з дня введення в дію цього Закону. Одночасно вводиться поняття "узуфрукт". Це нове поняття для українського законодавства.

Стаття 60-1 Закону України “Про місцеве самоврядування в Україні” визначає узуфрукт або право особистого безоплатного володіння і користування комунальним майном (узуфрукт комунального майна) є речовим правом на комунальне майно для узуфруктаріїв - органів місцевого самоврядування, комунальних організацій (установ, закладів), комунальних некомерційних товариств та інших юридичних осіб, які не мають на меті одержання прибутку та єдиним учасником (засновником) яких є територіальна громада.

Отже, наслідком такої правової трансформації є заборона утворення будь-яких юридичних осіб в організаційно-правовій формі підприємництва, передбаченій Господарським кодексом України.

Окремим напрямом реформування є правове регулювання об'єднань юридичних осіб. Їх створення та діяльність надалі здійснюватимуться переважно на договірних засадах відповідно до норм цивільного законодавства.

Отже, тепер прослідковується посилення ролі договірної правосуб'єктності, а саме підвищення ролі договору як інструменту для формування правосуб'єктності будь-яких суб'єктів правовідносин. Суб'єкти отримали можливість визначати рамки власної договірної правосуб'єктності, включати обсяг прав та обов'язків, обмеження відповідальності (за умови добросовісності та розумності, ст. 614, 623 ЦК України), а також публічним порядком і моральністю (ст. 203 ЦК України). Договірні обмеження, які порушують принципи договірної правосуб'єктності можуть бути визнані недійсними (ст 215-216 ЦК України).

Статтею 6 Закону закріплено основні форми об'єднання юридичних осіб, які створюються та діють у формі асоціації, корпорації, консорціуму, концерну, іншого об'єднання юридичних осіб, передбаченого законом.

Юридичні особи - учасники об'єднання юридичних осіб зберігають статус юридичної особи незалежно від виду і форми об'єднання, на них поширюється дія законів України щодо регулювання діяльності юридичних осіб.

Об'єднання юридичних осіб має вищий орган управління (загальні збори учасників або інший орган, визначений статутом об'єднання) та утворює виконавчі органи, передбачені установчим документом об'єднання. Управління державним або комунальним господарським об'єднанням здійснює виконавчий орган об'єднання, склад якого визначається установчим документом об'єднання. Юридичні особи - учасники об'єднання можуть вийти з його складу із збереженням взаємних зобов'язань та укладених договорів з іншими юридичними та фізичними особами. Вихід юридичної особи із складу державного або комунального господарського об'єднання здійснюється за рішенням органу, що прийняв рішення про створення об'єднання. Припинення об'єднання юридичних осіб здійснюється в результаті його перетворення в інший вид об'єднання юридичних осіб або ліквідації.

Отже, тепер є чітке визначення правового статусу учасників об'єднання, порядку управління, розподілу відповідальності та умов припинення діяльності таких об'єднань. Варто зазначити, що сучасні виклики, пов'язані з війною та необхідністю економічної стабілізації, вимагали глибокого реформування

правового регулювання господарської діяльності в Україні. Одним із ключових законодавчих актів у цій сфері став Закон України № 4196-IX від 9 січня 2025 року. Він встановив нові підходи до регулювання діяльності юридичних осіб у перехідний період, реорганізації державних підприємств, об'єднання юридичних осіб та управління господарськими об'єднаннями. Серед найважливіших аспектів закону – запровадження трирічного перехідного періоду для адаптації юридичних осіб до нових умов, перегляд статусу державних і комунальних підприємств та їх перетворення в акціонерні товариства або товариства з обмеженою відповідальністю, а також скасування Господарського кодексу України. Враховуючи воєнний стан і необхідність швидкого реагування на економічні виклики, оцінка нововведень є особливо актуальною і дає підґрунтя для подальших наукових досліджень у цій галузі. Зокрема, це стосується дослідження розмежування між правосуб'єктністю юридичних осіб публічного та приватного права, оскільки ЦК України традиційно орієнтується на регулювання відносин приватноправового характеру і ще можуть виникати питання щодо спеціального господарсько-правового інструментарію.

Проведене дослідження дає підстави стверджувати, що сучасний етап розвитку законодавства України характеризується докорінною трансформацією правового регулювання діяльності юридичних осіб, обумовленою комплексним реформуванням приватноправових відносин, європейською інтеграцією держави, цифровізацією економіки, розвитком корпоративного управління та необхідністю створення ефективного, прозорого й конкурентоспроможного правового середовища для здійснення підприємницької та іншої господарської діяльності. Особливого значення ці процеси набули після оновлення корпоративного законодавства та припинення дії Господарського кодексу України, що ознаменувало перехід до нової моделі регулювання правового статусу юридичних осіб, заснованої на положеннях Цивільного кодексу України, спеціальних законів та принципах приватного права.

Перехідний період є важливим етапом адаптації юридичних осіб до нових законодавчих вимог, що передбачає приведення установчих документів, організаційної структури, корпоративного управління, внутрішніх процедур та механізмів здійснення діяльності у відповідність до чинного законодавства. У цей період особливого значення набуває забезпечення принципів правової визначеності, безперервності діяльності юридичних осіб, стабільності цивільного обороту, належного захисту прав учасників, кредиторів, працівників, інвесторів та інших заінтересованих осіб.

Встановлено, що сучасна модель правового статусу юридичних осіб базується на принципах автономії волі, свободи підприємницької діяльності, добросовісності, розумності, справедливості, юридичної рівності учасників цивільних правовідносин, корпоративної відповідальності та верховенства права. Одночасно розширюється значення електронного документообігу, цифрової взаємодії з державними реєстрами, сучасних механізмів корпоративного управління, електронних сервісів державної реєстрації та інших

цифрових інструментів, що забезпечують підвищення ефективності функціонування юридичних осіб.

Водночас перехідний період супроводжується низкою складних правозастосовних проблем, пов'язаних із необхідністю тлумачення нових законодавчих положень, узгодження спеціального законодавства із цивільно-правовою моделлю регулювання юридичних осіб, забезпечення однакового застосування норм права судами, а також адаптації суб'єктів господарювання до нових вимог корпоративного законодавства. Додатковими викликами залишаються правове регулювання діяльності юридичних осіб в умовах воєнного стану, забезпечення безперервності господарської діяльності, захист корпоративних прав учасників, цифровізація корпоративних процедур, удосконалення механізмів державної реєстрації та розвиток електронного корпоративного управління.

Особливого значення у сучасних умовах набуває практика Верховного Суду, яка забезпечує формування єдиних підходів до застосування норм цивільного та корпоративного законодавства, сприяє усуненню прогалин правового регулювання та забезпечує реалізацію принципів правової визначеності, передбачуваності судової практики й ефективного захисту прав учасників корпоративних відносин. Водночас подальше реформування законодавства має здійснюватися з урахуванням практики Європейського суду з прав людини, права Європейського Союзу та сучасних міжнародних стандартів корпоративного управління.

Перспективи розвитку законодавства у сфері правового статусу юридичних осіб пов'язані з подальшою гармонізацією національного законодавства із правом Європейського Союзу, удосконаленням механізмів корпоративного управління, розвитком цифрових технологій у сфері державної реєстрації та корпоративної діяльності, запровадженням сучасних інструментів захисту корпоративних прав, підвищенням рівня корпоративної прозорості та забезпеченням стабільності цивільного обороту. Важливим напрямом також залишається формування сучасної доктрини корпоративного права, орієнтованої на забезпечення балансу приватних і публічних інтересів, розвиток інвестиційної привабливості України та створення сприятливих умов для функціонування юридичних осіб в умовах післявоєнного відновлення економіки.

Отже, особливості правового статусу юридичних осіб у перехідний період свідчать про формування якісно нової моделі корпоративного регулювання, яка відповідає сучасним європейським підходам, принципам приватного права та стратегічним напрямкам розвитку українського законодавства. Ефективність реалізації цієї моделі залежатиме від послідовності законодавчих реформ, єдності судової практики, належного нормативного забезпечення перехідних механізмів, рівня правової культури учасників корпоративних відносин та здатності правової системи оперативно реагувати на сучасні економічні, соціальні й технологічні виклики. Саме комплексне поєднання законодавчої визначеності, ефективного правозастосування, цифрової трансформації та імплементації європейських стандартів стане основою подальшого розвитку інституту юридичних осіб і забезпечить його відповідність сучасним потребам держави, суспільства та економіки України.

Список використаних джерел

1. Цюмра В.Ю. Еволюція моделі правосуб'єктності юридичних осіб в умовах правової трансформації// https://www.juris.vernadskyjournals.in.ua/journals/2026/1_2026/13.pdf (дата звернення 07.07.2026);
2. Про особливості регулювання діяльності юридичних осіб окремих організаційно-правових форм у перехідний період та об'єднань юридичних осіб : Закон України від 09.01.2025 № 4196-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4196-20#Text> (дата звернення 07.07.2026);
3. Про місцеве самоврядування в Україні: Закон України від 21.05.1997 № 280/97-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/280/97-%D0%B2%D1%80#top> (дата звернення 07.07.2026);
4. Господарський кодекс України: Закон України від 16.01.2003 № 436-IV URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/436-15#Text> (дата звернення 07.07.2026).

**THE POSSIBILITIES FOR RADICAL REFORM OF THE
JUDICIAL PROCEDURE TO PROTECT THE HONOR
AND DIGNITY OF THE PERSON AS THE HIGHEST
SOCIAL VALUES**

Kyrychenko O.A.

Doctor of Jurisprudence, Professor,
Head of the Department of Law
Pylyp Orlyk International Classical University,
Mykolaiv, Ukraine

The systemic and legal research has established [1, p. 79-82; 2, p. 118-137; etc.], the presence in the procedure for protecting the honor and dignity (business reputation) of a person within the framework of civil proceedings of a number of manifestations of defamation, which can be initiated by almost any ordinary person with the assignment of the status of the Plaintiff to himself, and to another person the Defendant and with the incurrance of legal and other, sometimes quite significant, costs over a long period of time, which is supported by a lawyer (representative of the Party) and an expert, who receive or increase their salary at the expense of the Parties as clients [2, p. 132].

Therefore, the indicated procedure for protecting the honor and dignity (business reputation) of an individual from defamation as the highest social values, to establish and ensure which, including the presumption of innocence, is the constitutional main duty of the state to an equal extent for all citizens, in turn, for an individual to a greater extent as the Defendant and to a lesser extent as the Plaintiff, frankly illogical in itself had numerous manifestations of defamation [2, p. 133].

At the same time, the state in this procedure acted only as a court as an outside observer of how the Defendant and the Plaintiff «compete» with each other, as well as a lawyer, expert and some other of its representatives, which, due to the above circumstances, only contributed to the increase in the number and degree of action against the Parties of manifestations of defamation.

It is emphasized, that overcoming or, if possible, minimizing the action of the above manifestations of defamation, is possible within the framework of anticriminal proceedings.

The status of a Suspect should be acquired by presenting suspicion to an investigator, who has a law degree and is obliged to comprehensively, completely and impartially investigate all the circumstances of the case, with the case being sent to court for consideration. Only at this point should the Victim appear, who, together with the Suspect, should be considered in such statuses only as a possibility and it would be appropriate to call them Witnesses of the conflict situation.

In court, the status of the Suspect should change only by establishing the objective truth in the case based on the final assessment of a sufficient and consistent set of significant and reliable evidence, which indicates the formation of the judge's internal conviction of :

1) the presence of the Suspect's culpable acts from the dissemination of knowingly untrue negative or positive-negative information about the Victim or knowingly reliable information of this kind that did not arise as a result of the Victim's culpable acts and/or for which the time limits for mentioning have already expired or been lifted - to the status of the Convicted;

2) the absence of such culpable acts by the Suspect - to the status of the Acquitted;

3) the presence of such a coordinated set of significant and reliable evidence that is insufficient to form an internal conviction of both the first and second formats, and all opportunities to obtain additional evidence have already been exhausted - by a Neutral verdict or other court decision of the status of the Involved [2, p. 133].

This status can change only in the event of obtaining additional evidence - respectively to the Convicted or Acquitted, before the expiration of the statute of limitations for bringing the person, in this case, to anticriminal liability.

Refutation of knowingly and unknowingly reliable information, negative and positive-negative in nature, should be carried out only by the court and regardless of any statute of limitations.

For a painless change in the status of an alleged offender from a Witness to a suspect, it is advisable, in the context of a radical reform of criminal proceedings into anti-criminal proceedings, to have equal responsibility for all personal sources of evidence for refusing to give testimony and for giving knowingly false testimony [2, p. 133].

References

1. Kirichenko O.A. Mozhlivosti podolannya u proceduri de-fakto majnovodogovirnogo (civilnogo) sudochinstva okremih proyaviv difamatsiyi u chastini zahistu chesti, gidnosti ta dilovoyi reputatsiyi osobi. The Process and Dynamics of the

Scientific Path: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the X International Scientific and Theoretical Conference, May 1, 2026. Strasbourg, French Republic : International Center of Scientific Research. 2026. P. 79-82. URL : <https://previous.scientia.report/index.php/archive/issue/view/01.05.2026>

2. Kirichenko O.A. Sistemno-pravove doslidzhennya sutnosti ta mozhливостей podolannya proyaviv difamatsiyi de-fakto majnovogo-dogovornogo (civilnogo) sudochinstva u chastini zahistu chesti, gidnosti ta dilovoyi reputatsiyi osobi. The Journal of Eastern European Law. Zhurnal shidnoyevropejskogo prava. 2026. № 146. Mizhnar. nauk.-metrich. bazi : HeinOnline. S. 118-137. URL : https://easternlaw.com.ua/wp-content/uploads/2026/05/kirichenko_146.pdf

РОЗГЛЯД СПРАВ У ПОРЯДКУ СПРОЩЕНОГО ПОЗОВНОГО ПРОВАДЖЕННЯ

Обушенко Наталія Миколаївна

д.ю.н., професор

Кафедра цивільно-правових дисциплін

Шиловська Ганна Іллівна

здобувач вищої освіти бакалаврського рівня

Дніпровський Державний Університет Внутрішніх Справ, України

На сучасному етапі розвитку цивільного судочинства України одним із пріоритетних напрямів реформування процесуального законодавства є забезпечення ефективності, оперативності та доступності судового захисту. Важливе місце у реалізації зазначених завдань посідає інститут спрощеного позовного провадження, запровадження якого спрямоване на оптимізацію процедури розгляду окремих категорій цивільних справ без зниження рівня судового захисту прав та законних інтересів учасників процесу.

Відповідно до положень Цивільного процесуального кодексу України спрощене позовне провадження призначене насамперед для розгляду малозначних справ, справ незначної складності, а також інших категорій спорів, для яких пріоритетним є швидке вирішення спору. Особливостями такого виду провадження є скорочені процесуальні строки, відсутність стадії підготовчого провадження, а також можливість розгляду справи без повідомлення (виклику) сторін за наявними у справі матеріалами, якщо це не суперечить вимогам закону та не порушує права учасників справи [1]. Зазначені процесуальні особливості покликані забезпечити реалізацію принципу розумності строків судового розгляду та сприяти ефективному використанню ресурсів судової системи.

Разом з тим, застосування спрощеного позовного провадження супроводжується низкою теоретичних і практичних проблем. Однією з ключових є ризик обмеження процесуальних гарантій сторін, зокрема права на повну реалізацію принципу змагальності. Як слушно зазначається у науковій

літературі, спрощення процедури не повинно призводити до формалізації судового розгляду або звуження змісту права на справедливий суд [2].

Спрощення процесуальної форми саме по собі не може бути підставою для обмеження процесуальних гарантій учасників справи або формального підходу до встановлення фактичних обставин спору. Особливого значення у межах спрощеного позовного провадження набувають питання реалізації сторонами права на доказування. У сучасній процесуальній доктрині наголошується, що ефективність спрощеного позовного провадження безпосередньо залежить від належного нормативного врегулювання порядку подання та дослідження доказів, оскільки саме ці елементи забезпечують реальне дотримання принципу змагальності сторін. Скорочені строки подання доказів, обмежені можливості подання додаткових пояснень і клопотань, а також відсутність підготовчого провадження можуть ускладнювати належне виконання сторонами процесуального обов'язку щодо доказування обставин, на які вони посилаються як на підставу своїх вимог чи заперечень. За таких умов саме суд повинен забезпечити належний баланс між оперативністю розгляду спору та повнотою дослідження доказової бази, не допускаючи формального вирішення справи без всебічного й об'єктивного встановлення її фактичних обставин.

Важливе значення для формування єдиної практики застосування положень Цивільного процесуального кодексу України має практика Верховного Суду. «Так, під час розгляду справи № 932/541/23 Верховний Суд звернув увагу на необхідність дотримання норм цивільного процесуального законодавства та забезпечення процесуальних прав учасників справи [3].»

Наведена правова позиція підтверджує, що застосування спрощеної процедури не повинно призводити до обмеження права особи на ефективний судовий захист та справедливий розгляд справи.

Крім того, аналіз актуальної практики Верховного Суду свідчить, що під час вирішення питання про застосування спрощеного позовного провадження суд повинен враховувати не лише формальні критерії, визначені процесуальним законом, а й фактичну складність спору, характер спірних правовідносин, обсяг і зміст доказового матеріалу, а також необхідність безпосереднього дослідження доказів у судовому засіданні.

Практика Верховного Суду також свідчить про важливість дотримання процесуальних норм під час розгляду цивільних справ, оскільки їх порушення може бути підставою для перегляду судових рішень. Формальний підхід до вирішення питання про застосування спрощеного позовного провадження може призвести до порушення процесуального балансу між інтересами оперативності судового розгляду та забезпеченням ефективного судового захисту. Подальший розвиток інституту спрощеного позовного провадження доцільно спрямувати на вдосконалення як законодавчого регулювання, так і судової практики його застосування. Доцільним видається уточнення критеріїв віднесення справ до категорії малозначних, розширення процесуальних можливостей сторін щодо подання доказів у разі наявності об'єктивних причин пропуску відповідних строків, а також вироблення Верховним Судом більш детальних орієнтирів щодо

визначення доцільності застосування спрощеного або загального позовного провадження залежно від конкретних обставин спору.

Отже, спрощене позовне провадження є важливим елементом сучасної моделі цивільного судочинства, що сприяє підвищенню ефективності здійснення правосуддя та забезпеченню доступності судового захисту. Разом із тим ефективність цього процесуального інституту безпосередньо залежить від дотримання судами балансу між принципом процесуальної економії та необхідністю забезпечення повної реалізації процесуальних прав учасників справи, що відповідає конституційним засадам судочинства та міжнародним стандартам справедливого судового розгляду.

Список використаних джерел

1. Цивільний процесуальний кодекс України: Закон України від 18.03.2004 № 1618-IV. База даних «Законодавство України» / ВР України : веб-сайт.URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1618-15#Text>. (дата звернення: 30.06.2026).
2. Кравчук В. М. Спрощене позовне провадження у цивільному процесі: сучасні тенденції розвитку. Право України. 2024. № 3. С. 98–105.
3. Постанова Верховного Суду від 18.04.2025 р. у справі № 932/541/23 Єдиний державний реєстр судових рішень : веб-сайт. URL: <https://reyestr.court.gov.ua/Review/126803000>.

ЗНАЧЕННЯ ВІКОВОГО ВИДОВОГО ПОДІЛУ ОСОБИСТІСНИХ ДЖЕРЕЛ АНТИДЕЛІКТНИХ ВІДОМОСТЕЙ ДЛЯ ПОДОЛАННЯ КРИМІНАЛЬНИХ ТА АДМІНІСТРАТИВНИХ ПРАВОПОРУШЕНЬ

THE IMPORTANCE OF AGE-SPECIFIC DIVISION OF PERSONAL SOURCES OF ANTIDELICTAL INFORMATION FOR OVERCOMING CRIMINAL AND ADMINISTRATIVE OFFENSES

Бідей О.М.

кандидат юридичних наук, доцент

Кафедра права

Міжнародний класичний університет імені Пилипа Орлика

Миколаїв, Україна

У процесі подолання кримінальних та адміністративних правопорушень, що вчинені неповнолітніми або щодо неповнолітніх, як й в юриспруденції в цілому, оперують в основному трьома термінами «неповнолітні», «малолітні» і «дитина». Наприклад, згідно положень п. 11 і п. 12 ч. 1 ст. 3 КПК України,

«малолітньою особою» вважається «дитина до досягнення нею чотирнадцяти років», а «неповнолітньою особою» - «малолітня особа і дитина у віці від чотирнадцяти до вісімнадцяти років» [2], що аналогічним чином розуміється і за положеннями ч. 1 ст. 6 Сімейного кодексу України (СК України) [3].

На фоні викладеного виглядає особливо конструктивним і сучасним інноваційний підхід О.А. Кириченка та інших представників наукової школи професора Аланкіра у частині сутнісного видового вікового поділу особистісних джерел антиделіктних відомостей, що в залежності від вікових особливостей сприйняття, запам'ятовування, зберігання, відтворення і передачі відомостей поділяються на :

1.1.1. Неповнолітніх, які, в свою чергу, за цим же критерієм діляться на наступні групи :

1.1.1.1. Немовлята (до 3-х років включно, які ще не вміють повноцінно спілкуватися і за рівнем психічного розвитку повинні прирівнюватися до неосудних осіб).

1.1.1.2. Дошкільнята (від 4 до 6 років включно, сприйняття навколишнього світу якими в значній мірі по-дитячому спотворено і в силу цього за рівнем психічного розвитку вони також повинні прирівнюватися до неосудних осіб [1, с. 143].

1.1.1.3. Малолітні (від 7 до 12 років включно, які вже більш-менш адекватно сприймають навколишній світ, але за рівнем психічного розвитку, все ще досі перебувають в розвитку, не досягли рівня повноцінної психічної діяльності і тому їх правильніше прирівнювати до обмежено осудних осіб) [1, с. 143-144].

1.1.1.4. Підлітки, тобто особи від 13 до 17 років включно, які вже в повній мірі сприймають навколишній світ, але все ще можуть піддаватися певному впливу з боку дорослих, але за рівнем розвитку психічної діяльності вже в повній мірі є осудними особами і, як вже підкреслювалося, у силу наявності у окремих з них істотних поведінкових ризиків заслуговують іноді іменування й падлітками [1, с. 144].

1.1.2. Повнолітніх (від 18 до 79 років включно, психічне сприйняття якими навколишньої дійсності не обмежена жодними віковими особливостями).

1.1.3. Перестарілих (від 80 років, коли може спостерігатися вікове спотворення психічного сприйняття навколишнього світу, що на рівні неосудності або обмеженої осудності оцінюється згідно з висновком стаціонарної судово-психіатричної експертизи) [1, с. 144].

Список використаних джерел

1. Кириченко О.А. Інноваційні основи юриспруденції : монографія. 2-ге вид. Київ : Видавець Назаров О.А., 2026. 2770 с.
2. Кримінальний процесуальний кодекс України : закон України від 13 квітня 2012 р., № 4651-VI. URL : <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4651-17>
3. Сімейний кодекс України : закон України від 10 січня 2002 р., № 2947-III. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2947-14>

**SECTION: MANAGEMENT AND PUBLIC
ADMINISTRATION**

**СТРАТЕГІЧНІ НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ
МОТИВАЦІЇ ПЕРСОНАЛУ В ПРИВАТНИХ ЗАКЛАДАХ
ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я**

Синиця Світлана Михайлівна

к.е.н., доцент

Кафедра управління та адміністрування

Олексюк Лілія Ігорівна

здобувачка вищої освіти магістерського рівня

Івано-Франківський навчально-науковий інститут менеджменту

Західноукраїнського національного університету, Україна

Сучасний етап розвитку системи охорони здоров'я України характеризується активним реформуванням механізмів фінансування медичних послуг, розвитком приватного сектору, цифровізацією управлінських процесів та суттєвим посиленням конкуренції за висококваліфікованих медичних працівників. За таких умов саме людський капітал стає визначальним ресурсом закладів охорони здоров'я, а ефективність діяльності підприємств дедалі більше залежить від здатності керівництва формувати сучасну систему управління персоналом, орієнтовану на довгострокову мотивацію, професійний розвиток і залученість працівників до досягнення стратегічних цілей організації [1].

Особливого значення ця проблема набуває для приватних закладів охорони здоров'я, зокрема реабілітаційних центрів. Специфіка їх діяльності полягає у наданні комплексної допомоги пацієнтам силами мультидисциплінарних команд, до складу яких входять лікарі фізичної та реабілітаційної медицини, фізичні терапевти, ерготерапевти, психологи, логопеди, медичні сестри та інші спеціалісти. Ефективність взаємодії таких команд безпосередньо впливає на результати реабілітації, швидкість відновлення пацієнтів, якість медичних послуг та конкурентоспроможність закладу. У зв'язку з цим система мотивації повинна забезпечувати не лише матеріальне стимулювання працівників, а й створювати умови для професійної самореалізації, розвитку компетентностей, підтримання позитивного психологічного клімату та формування високого рівня організаційної лояльності [2].

Світовий досвід управління людськими ресурсами свідчить, що традиційні підходи до стимулювання праці, які базуються переважно на матеріальній винагороді, вже не забезпечують достатнього рівня ефективності. У сучасній практиці управління персоналом дедалі ширше використовуються стратегічні моделі мотивації, що інтегрують економічні, соціально-психологічні та організаційні інструменти впливу на персонал. До найбільш поширених

належать концепції Total Rewards, Performance Management, Talent Management та Employee Well-being, які передбачають поєднання конкурентної системи оплати праці, можливостей професійного розвитку, кар'єрного зростання, корпоративної культури, психологічної підтримки працівників і сучасних цифрових HR-технологій [1].

Питання вдосконалення мотивації персоналу широко висвітлюються як у зарубіжній, так і у вітчизняній науковій літературі. Значний внесок у розвиток теорії управління персоналом зробив М. Армстронг, який розглядає мотивацію як складову стратегічного управління людськими ресурсами та наголошує на необхідності інтеграції системи стимулювання із загальною HR-стратегією підприємства [1]. Українські науковці також акцентують увагу на необхідності переходу до комплексних моделей мотивації, що враховують сучасні виклики функціонування підприємств, цифровізацію економіки, потребу у професійному розвитку персоналу та підвищенні його організаційної залученості [3; 4].

Разом із тим аналіз сучасних досліджень свідчить, що більшість наукових праць присвячена загальним питанням управління персоналом або мотивації працівників підприємств різних галузей. Натомість проблематика стратегічного вдосконалення систем мотивації саме у приватних закладах охорони здоров'я, які працюють в умовах реформування медичної галузі та високої конкуренції за кваліфіковані кадри, залишається недостатньо дослідженою. Це обумовлює необхідність розроблення сучасних підходів до формування ефективної мотиваційної політики з урахуванням особливостей функціонування таких закладів.

Метою дослідження є обґрунтування стратегічних напрямів удосконалення системи мотивації персоналу приватних закладів охорони здоров'я на основі сучасних концепцій управління людськими ресурсами та результатів дослідження діяльності приватного реабілітаційного центру.

Проведене дослідження засвідчило, що ефективна мотиваційна система повинна розглядатися як один із ключових елементів стратегічного управління підприємством. Її основним завданням є не лише забезпечення належного рівня матеріального стимулювання, а й створення умов для професійного розвитку працівників, формування позитивної корпоративної культури, підтримки командної взаємодії та розвитку інноваційного потенціалу персоналу. Саме така система забезпечує довгострокове збереження кваліфікованих кадрів і створює передумови для сталого розвитку приватного закладу охорони здоров'я.

Основними результатами проведеного дослідження стало обґрунтування стратегічних напрямів удосконалення системи мотивації персоналу приватних закладів охорони здоров'я. Встановлено, що сучасна мотиваційна політика повинна базуватися на комплексному використанні матеріальних і нематеріальних інструментів управління персоналом, які взаємодіють між собою та забезпечують досягнення як індивідуальних, так і стратегічних цілей підприємства. Ефективна система мотивації має бути інтегрована в загальну систему управління людськими ресурсами та враховувати специфіку діяльності закладів охорони здоров'я, де якість надання послуг значною мірою залежить від

професійної компетентності, відповідальності та командної взаємодії працівників [1].

Дослідження діяльності приватного реабілітаційного центру дозволило встановити, що підприємство функціонує в умовах позитивної динаміки фінансових показників, має сформований кадровий потенціал та використовує сучасні підходи до організації реабілітаційного процесу. Разом із тим аналіз системи мотивації персоналу засвідчив наявність окремих резервів її вдосконалення. Насамперед це стосується формалізації оцінювання результатів праці, розвитку системи професійного навчання, удосконалення механізму матеріального стимулювання та впровадження сучасних цифрових інструментів HR-менеджменту.

У сучасних умовах одним із найбільш перспективних напрямів розвитку мотиваційної політики є запровадження системи оцінювання результативності працівників за ключовими показниками ефективності (Key Performance Indicators – KPI). Використання KPI забезпечує прозорість оцінювання праці, встановлює взаємозв'язок між особистими результатами працівника та розміром матеріальної винагороди, сприяє підвищенню відповідальності персоналу й орієнтує працівників на досягнення стратегічних цілей підприємства. Для приватних закладів охорони здоров'я такими показниками можуть бути якість надання медичних послуг, дотримання індивідуальних програм реабілітації, рівень задоволеності пацієнтів, професійний розвиток працівників, участь у внутрішньому навчанні та командній роботі.

Важливою складовою стратегічного розвитку системи мотивації є вдосконалення механізму матеріального стимулювання. Матеріальна винагорода повинна базуватися не лише на виконанні посадових обов'язків, а й враховувати особистий внесок працівника у досягнення результатів діяльності підприємства. Доцільним є застосування гнучкої системи преміювання, що поєднує гарантовану заробітну плату із змінною частиною, яка залежить від індивідуальних і командних показників ефективності. Такий підхід підвищує зацікавленість персоналу в покращенні результатів праці та забезпечує справедливість розподілу матеріального заохочення [3].

Поряд із матеріальними стимулами особливого значення набуває розвиток нематеріальної мотивації. Дослідження підтвердило, що для медичних працівників вагомими мотиваторами є можливість професійного розвитку, участь у спеціалізованих тренінгах, конференціях і програмах підвищення кваліфікації, визнання професійних досягнень, наставництво та можливість кар'єрного зростання. Такі заходи сприяють формуванню високого рівня професійної залученості персоналу, зміцненню корпоративної культури та підвищенню конкурентоспроможності закладу охорони здоров'я [2].

Одним із стратегічних напрямів удосконалення мотивації є розвиток програм Employee Well-being, які передбачають підтримку фізичного та психологічного благополуччя працівників. Для персоналу реабілітаційних центрів, діяльність якого характеризується значним психоемоційним навантаженням, важливого значення набувають заходи щодо профілактики

професійного вигорання, психологічного консультування, формування позитивного соціально-психологічного клімату та забезпечення балансу між професійним і особистим життям. Реалізація таких програм сприятиме збереженню кадрового потенціалу, підвищенню задоволеності працею та зменшенню ризику плинності кадрів.

Перспективним напрямом розвитку кадрової політики є також цифровізація процесів управління персоналом. Використання сучасних HR-платформ, електронних систем оцінювання результативності праці та інструментів HR-аналітики забезпечує оперативність прийняття управлінських рішень, підвищує прозорість кадрових процесів і створює можливості для індивідуалізації програм мотивації. Застосування цифрових технологій дозволяє здійснювати моніторинг професійного розвитку працівників, аналізувати рівень їх залученості та прогнозувати ризики втрати ключових спеціалістів, що особливо актуально в умовах дефіциту кваліфікованих медичних кадрів [4].

Таким чином, стратегічне вдосконалення системи мотивації персоналу приватних закладів охорони здоров'я повинно базуватися на комплексному використанні сучасних HR-технологій, поєднанні матеріальних і нематеріальних стимулів, розвитку професійних компетентностей персоналу та формуванні сприятливого організаційного середовища. Реалізація запропонованих напрямів сприятиме підвищенню продуктивності праці, покращенню якості медичних послуг, зміцненню кадрового потенціалу та забезпеченню сталого розвитку приватних закладів охорони здоров'я.

У результаті проведеного дослідження встановлено, що ефективна система мотивації персоналу є одним із ключових чинників забезпечення конкурентоспроможності приватних закладів охорони здоров'я. Доведено, що стратегічний розвиток мотиваційної політики має ґрунтуватися на інтеграції матеріальних і нематеріальних стимулів, застосуванні системи оцінювання результативності праці за КРІ, розвитку професійних компетентностей, цифровізації HR-процесів та впровадженні програм підтримки психологічного благополуччя персоналу.

Практична реалізація запропонованих напрямів сприятиме підвищенню ефективності використання кадрового потенціалу, покращенню якості медичних послуг, зростанню рівня залученості працівників, зміцненню корпоративної культури та забезпеченню довгострокового розвитку приватних закладів охорони здоров'я.

Список використаних джерел

1. Armstrong M. *Armstrong's Handbook of Human Resource Management Practice*. 16th ed. London : Kogan Page, 2023.
2. Кліщ Г. І., Хвалибога Т. І., Кічула М. Я. Механізми управління професійним розвитком персоналу закладів охорони здоров'я // *Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України*. 2025. № 2. С. 67–71. DOI: <https://doi.org/10.11603/1681-2786.2025.2.15509>

3. Мутерко Г., Михальов Д. Адаптивні моделі управління мотивацією персоналу в контексті національної стратегії післявоєнного відновлення // Економіка та суспільство. 2025. № 79. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-79-12>
4. Гринько Т. В., Тімар В. В. Сучасні підходи до формування моделі управління мотивацією персоналу з використанням технологій штучного інтелекту // Економіка та суспільство. 2025. № 80. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-80-52>.

РОЛЬ ОРГАНІВ ДЕРЖАВНОЇ ВЛАДИ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ФІНАНСОВОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

Сергєєв Володимир Геннадійович

здобувач вищої освіти

Навчально-науковий інститут права

Державний податковий університет, м. Ірпінь, Україна

Фінансова безпека держави не з'являється сама по собі. Вона щоразу є результатом рішень конкретних інституцій, які мають на це повноваження. Тому головне питання тут не "чи важлива фінансова безпека" – це й так очевидно, – а хто саме перетворює цю мету на робочі механізми: закони, нормативи, наглядові процедури. І наскільки чітко між цими інституціями розподілена відповідальність.

С. Е. Штанцель пропонує дивитися на це як на окремий вид публічного управління. Не одна установа відповідає за фінансову безпеку – працює ціла мережа органів влади, у якої є спільна мета: захист публічного фінансового інтересу [1]. У цій мережі можна виділити три шари роботи, які діють одночасно. Перший – правовий: закони, міжнародні угоди. Другий – організаційний: хто за що конкретно відповідає. Третій – інституційний: закріплення повноважень за певними органами [1]. Такий поділ корисний тим, що дає змогу шукати не абстрактні "проблеми фінансової безпеки", а конкретні прогалини – місця, де повноваження двох органів перетинаються або, навпаки, не покриваються жодним із них. Саме такі стики традиційно найслабші.

Найнижчий рівень цієї системи – законодавчий, і тут ключову роль відіграє Верховна Рада України. Р. А. Джабраїлов та Т. С. Гудіма показують це на прикладі грошово-кредитної політики: стабільна монетарна політика неможлива без злагодженої роботи парламенту саме в частині ухвалення потрібних законів [2]. Автори наводять цікавий приклад: деякі норми банківського законодавства самі шкодять фінансовій безпеці – наприклад, коли вони обмежують коло людей, чий права порушено при виведенні банку з ринку, або послаблюють захисну функцію права взагалі [2]. Висновок звідси доволі простий, але важливий: якість закону – це не формальність, а реальна передумова безпеки. Скільки б не старалися виконавці, поганий закон вони не компенсують.

Другий рівень – Національний банк України, чий повноваження закріплені окремим Законом [4]. На нього покладено грошово-кредитне регулювання, банківський нагляд і координацію фінансового моніторингу в банках. Під час війни це навантаження суттєво зросло. О. В. Гулак, О. Ю. Піддубний та С. В. Слюсаренко звертають увагу, що трансформація безпекової складової банківської системи ще не завершена, і центральним органам влади потрібно й далі узгоджувати між собою механізми, які оптимізують роботу банківського сектору [3]. Крім того, автори підкреслюють: результат тут залежить не лише від внутрішнього регулювання, а й від того, наскільки активно органи влади залучають зовнішню фінансову підтримку – від міжнародних інституцій, урядів-партнерів, фондів [3]. Тобто держава тут працює не тільки як наглядач, а фактично і як переговорник на міжнародному рівні.

Третій рівень – виконавча влада: Кабінет Міністрів і Міністерство фінансів, які відповідають за бюджетну й боргову політику. Схвалена урядом Стратегія реформування системи управління державними фінансами на 2022–2025 роки орієнтує роботу саме на прозорість бюджету, внутрішній фінансовий контроль і зважене управління боргом [5]. Важливо, що це не одноразовий антикризовий захід, а багаторічна програма. А це вже сигнал, що держава сприймає фінансову безпеку як постійну роботу, а не реакцію на конкретну кризу.

Якщо скласти ці три рівні до купи, виходить доволі логічний поділ праці: парламент задає правила гри, Національний банк тримає монетарну стабільність і наглядає за фінансовими потоками, уряд і Мінфін відповідають за бюджет і борг. Але цей поділ працює лише тоді, коли між рівнями є постійний зв'язок. Досвід останніх років показує: загрози фінансовій безпеці рідко бувають "чисто монетарними" чи "чисто бюджетними". Найчастіше вони виникають саме на межі – там, де жоден орган окремо не має повних повноважень діяти.

З усього викладеного випливає, що органи державної влади в цій системі відіграють не другорядну, а визначальну роль: без чіткого розподілу повноважень і без реальної взаємодії між рівнями жодна установа – хоч би яка компетентна – не втримає фінансову систему в стійкому стані самотужки. Логічним продовженням цього дослідження могло б стати вивчення того, як формалізувати таку міжвідомчу координацію – наприклад, через спільні протоколи дій під час фінансових криз.

Список використаних джерел

1. Штанцель С. Е. Фінансова безпека держави як об'єкт публічного управління: теоретичні та методологічні підходи. Інвестиції: практика та досвід. 2024. № 13. URL: <https://www.nayka.com.ua/index.php/investplan/article/view/4112> (дата звернення: 04.07.2026).
2. Джабраїлов Р. А., Гудіма Т. С. Фінансова безпека як ключовий фактор забезпечення здійснення сталої грошово-кредитної політики держави. Наукові праці Національного університету «Одеська юридична академія». Одеса: Гельветика, 2020. Т. 26. URL: <https://dspace.onua.edu.ua/items/5e416ef5-9c01-43e4-b28b-61e1ff0a34d9> (дата звернення: 04.07.2026).

3. Гулак О. В., Піддубний О. Ю., Слюсаренко С. В. Актуальні питання забезпечення безпеки банківського сектору в Україні в умовах воєнного стану. Наукові записки. Серія: Право. 2023. № 15. URL: <https://pravo.cusu.edu.ua/index.php/pravo/article/view/371> (дата звернення: 04.07.2026).
4. Про Національний банк України: Закон України від 20.05.1999 № 679-XIV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/679-14#Text> (дата звернення: 04.07.2026).
5. Про схвалення Стратегії реформування системи управління державними фінансами на 2022–2025 роки та плану заходів з її реалізації: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 29.12.2021 № 1805-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1805-2021-p#Text> (дата звернення: 04.07.2026).

SECTION: MARKETING AND ADVERTISING

РОЛЬ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ В РАЗВИТИИ БИЗНЕСА В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

**Гусейнов Мушфиг Исмаил оглу
Исмаилова Гюльнара Зейлим кызы
Вализаде Хаджар Шохрадин кызы
Мушкиев Заур Ариф оглу**

**Азербайджанский Государственный Аграрный Университет
Азербайджан**

Аннотация: В статье анализируется влияние социальных сетей на бизнес-среду в эпоху цифровой трансформации, их роль в маркетинговой деятельности и управлении взаимоотношениями с клиентами. Помимо того, что социальные сети являются средством коммуникации, они стали важным инструментом формирования бренда, увеличения продаж, установления интерактивных отношений с целевой аудиторией и принятия аналитических решений. В исследовании обобщены основные преимущества маркетинга в социальных сетях (SMM), этапы цифровой трансформации и конкурентные преимущества, которые современные информационно-коммуникационные технологии предоставляют бизнесу. Одновременно обосновывается, что аналитические возможности, предоставляемые платформами социальных сетей, играют важную роль в принятии стратегических управленческих решений предприятиями.

Ключевые слова: социальные сети, маркетинг в социальных сетях (SMM), цифровая экономика, бизнес, цифровые платформы, информационно-коммуникационные технологии, маркетинговая стратегия.

В современную эпоху цифровизации социальные сети стали неотъемлемой частью повседневной жизни миллиардов людей по всему миру. Эти платформы формируют удобную цифровую среду для создания взаимодействия между пользователями, подготовки, обмена контентом и его доставки широкой аудитории. Быстрое развитие социальных сетей оказало значительное влияние не только на коммуникационные процессы, но и на бизнес, маркетинг, политику и социально-экономическое развитие общества в целом.

Социальные сети — это набор цифровых платформ и технологий, позволяющих пользователям взаимодействовать, обмениваться информацией, создавать сообщества и совместно создавать контент. Большая аудитория пользователей предоставляет предприятиям доступ к целевым рынкам более эффективно, напрямую и с относительно низкими затратами. Особенно для малого и среднего бизнеса социальные сети имеют большое значение с точки зрения укрепления позиций на цифровом рынке.

В условиях современной цифровой экономики приложения социальных сетей выполняют не только маркетинговую функцию. Они выступают в качестве неотъемлемого элемента этапов создания, развития и укрепления бизнеса на рынке. Через эти платформы предприятия устанавливают интерактивные отношения с клиентами, формируют цифровую идентичность и разрабатывают более гибкие стратегии продвижения товаров и услуг.

В то же время цифровая трансформация стала стратегическим направлением развития как государственного, так и частного секторов. Цифровая трансформация включает в себя не только применение технологий, но и обновление модели управления организациями. Этот процесс состоит из трех основных этапов: автоматизация, цифровизация и цифровая трансформация. Каждый этап требует от организаций новых знаний, современных технологий и инновационных подходов к управлению.

В условиях высококонкурентного рынка компании, успешно внедряющие информационно-коммуникационные технологии, получают значительные преимущества. Решения на основе искусственного интеллекта, системы бизнес-аналитики, цифровые платформы, технологии блокчейн, машинное обучение, роботизированная автоматизация процессов и другие инновационные решения повышают эффективность управления, ускоряют принятие решений и обеспечивают более оптимальное использование ресурсов.

В этом контексте социальные сети, как один из основных компонентов цифровой трансформации, также способствуют повышению конкурентоспособности бизнеса.

Маркетинг в социальных сетях (SMM) предоставляет компаниям значительные преимущества в следующих областях:

- повышение узнаваемости бренда;
- формирование лояльности клиентов;
- увеличение продаж товаров и услуг;
- оценка удовлетворенности потребителей;
- организация обслуживания клиентов в режиме реального времени;
- проведение целевых рекламных кампаний;
- измерение результатов маркетинговых мероприятий и оптимизация стратегии.

Кроме того, одним из главных преимуществ SMM является мощный механизм обратной связи. Комментарии пользователей, мнения, репосты и другие интерактивные реакции позволяют компаниям анализировать поведение аудитории, определять рыночный спрос и формулировать будущие маркетинговые стратегии. Полученные данные являются ценным источником информации для улучшения продукта, изучения потребностей потребителей и прогнозирования рыночных тенденций.

С другой стороны, аналитические инструменты, предоставляемые платформами социальных сетей, дают компаниям подробную информацию об охвате аудитории, активности пользователей, демографических показателях и эффективности рекламных кампаний. Это позволяет принимать более

обоснованные управленческие решения, снижать риски и быстрее реагировать на изменения рынка.

Таким образом, маркетинг в социальных сетях стал не только рекламным инструментом, но и неотъемлемой частью клиентоориентированного управления, цифровых инноваций и системы принятия решений на основе аналитических методов. В условиях современной цифровой экономики социальные сети являются одним из стратегических инструментов, оказывающих комплексное воздействие на развитие бизнеса. Социальные медиаплатформы позволяют предприятиям устанавливать более эффективную коммуникацию с участниками рынка, повышать лояльность клиентов, оптимизировать маркетинговую деятельность и получать конкурентные преимущества. При этом интеграция с искусственным интеллектом, большими данными, системами бизнес-аналитики и другими инновационными технологиями в процессе цифровой трансформации еще больше повышает эффективность социальных сетей. Поэтому в будущем разработка стратегий в социальных сетях на научной основе и их координация с современными цифровыми технологиями будут иметь особое значение для устойчивого развития и конкурентоспособности предприятий.

Список использованной литературы

1. Chaffey, D. (2024). Digital Marketing: Strategy, Implementation and Practice. 9th Edition. Pearson Education.
2. Kotler, P. (2023). Marketing 6.0: The Future Is Immersive. Wiley.
3. OECD. (2024). OECD Digital Economy Outlook 2024. Paris: OECD Publishing.

SECTION: MEDICINE

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЧОЇ ПРАКТИКИ СТУДЕНТІВ 4 КУРСУ МЕДИЧНИХ УНІВЕРСИТЕТІВ

Пилипенко Роман Вячеславович

Ph.D., асистент

Кафедра хірургічних дисциплін

Пилипенко Вячеслав Васильович

канд.мед.наук, доцент

Кафедра внутрішньої медицини №1

Донецький національний медичний університет, м. Лиман, Україна

Лікарська практика студентів 4 курсу підбиває підсумки чотирьох років навчання й органічно поєднує отримані знання із засвоєнням практичних навичок за чотирма розділами медицини: внутрішня медицина, хірургія, педіатрія та акушерство. Практика має стати міцним фундаментом формування лікаря-клініциста.

Робота в терапевтичному стаціонарі надає можливість удосконалити опитування хворих (скарги, анамнез хвороби і життя) – розділ навчання, в якому студенти здебільшого мають прогалини і потребують відшліфування цих навичок. Велику допомогу в цьому надають завідувачі відділень (керівники практики від лікувального закладу). Важко переоцінити необхідність проведення фізичних методів обстеження хворих (*inspectio, percussio, palpato, auscultatio*). Як показує практика, найбільше потребують удосконалення такі різновиди обстеження, як пальпація органів черевної порожнини, дослідження артеріального пульсу, аускультация серця з аналізом отриманих результатів.

Планування схеми обстеження хворого з урахуванням його функціонального стану, перебігу хвороби - наступний крок роботи студентів. Їх помітна зацікавленість фіксується на проведенні та аналізі лабораторних і особливо інструментальних методів обстеження (рентгенографії, комп'ютерної томографії, МРТ органів грудної клітки і черевної порожнини, ультразвукової діагностики серця та органів черевної порожнини). Саме перебування здобувачів освіти в кабінетах променевої діагностики, відділеннях функціональних досліджень робить засвоєння семіотики (розділу науки, що вивчає сукупність ознак окремих нозологічних одиниць) сучасним, яскравим та переконливим.

Разом із завідувачем відділення проводиться диференціальна діагностика, винесення клінічного діагнозу, формування плану лікування і його корекція залежно від результатів проведеної терапії. Керівник практики допомагає розібратись у принципах лікарської терапії, механізмах дії та дозуванні препаратів, особливостях їх застосування. Розглядаються питання реабілітації і профілактики найбільш поширених захворювань. Тут в нагоді стає знайомство з

роботою фізіотерапевтичного відділення. Можливість застосування лікувальної фізкультури, електро- та магнітотерапії, ультразвукової та бальнеотерапії, світлолікування та гіпербаричної оксигенації значно розширює лікувально-реабілітаційні можливості в терапії.

Участь студентів у роботі палат інтенсивної терапії сприяє отриманню ними навичок діагностики критичних станів, надання невідкладної допомоги. Ці навички також можна набути під час чергування (у якості помічника лікаря) у стаціонарі або роботи у приймальному відділенні лікарні. Спостереження за госпіталізацією ургентних хворих, взаємодією лікаря приймального відділення з лікарем швидкої допомоги, фахівцями-консультантами стаціонару (кардіологом, хірургом, травматологом, урологом, гінекологом, педіатром, інфекціоністом та ін.) робить такі заходи універсальним механізмом набуття досвіду ургентної медицини. Ефективність такої роботи підвищується функціонуванням ургентних лабораторій та рентгенологічного кабінету.

Хірургічне відділення стаціонару надає широкі можливості отримання багатьох лікарських навичок. Хірургія має особливу ауру, яка малює в уяві студента кваліфікованого, рішучого, впевненого в собі лікаря, що своїми руками творить дива, позбавляючи хворого багатьох недугів. Тому кількість здобувачів освіти, що бажають приєднатись до лав лікарів-хірургів, не зменшується. Маючи таку значну мотивацію, студенти щиро і наполегливо прагнуть опанувати програму практики, а іноді її перевершити. Велике значення в хірургії має постать керівника відділення, який уособлює в собі глибокі знання, діагностичний талант, “золоті руки” та беззаперечний авторитет. Тому саме він знайомить студентів з організацією надання планової та невідкладної хірургічної допомоги. Розбираються показання до екстреної та планової госпіталізації, перелік необхідних обстежень.

Профілактика хірургічної інфекції, питання асептики й антисептики тут не розділ науки, а першочергова необхідність, *conditio sine qua non*. Тому обробка рук хірурга, використання стерильних рукавичок, масок, халатів, існування і підтримка декількох зон стерильності у відділенні – умова його належного функціонування.

Робота у відділенні хірургії, як правило, починається з експрес екзамену (опитування) діагностики кровотеч та невідкладних гемостатичних заходів. Розбираються клінічні ознаки і лабораторні показники при зовнішніх та внутрішніх кровотечах, засоби тимчасового та остаточного гемостазу, профілактики і боротьби з геморагічним шоком. Подальший розподіл студентів за лікарями відділення робить можливим отримання учнями навичок клінічної та лабораторно-інструментальної діагностики у хворих на гостру і хронічну абдомінальну та іншу хірургічну патологію. Саме індивідуальна робота з лікарем-хірургом дає можливість наблизитись до багатьох діагностичних і лікувальних таїнств професії.

Асистування хірургу в перев'язувальній є найбільш важливим етапом оволодіння хірургічними навичками: доглядом за раною, постановкою та видаленням дренажів, заміною пов'язок, зняттям швів, обробкою гнійних

вогнищ та іншим. Саме засвоєння методів «малої хірургії», спостереження за динамікою одужання хворого має значний вплив на подальше професійне зростання майбутнього лікаря.

Важливим розділом хірургії є комбустіологія. Відмінність клінічної картини опіків від глибини та площі ураження, перша медична допомога, перебіг хвороби, догляд за опіковою ранною, інфузійна терапія складає неповний перелік лікувальних заходів. Студенти знайомляться з основами анестезіології. Вони беруть участь у підготовці хворого до операції, виконуючи венепункцію, визначення групи крові, резус-належності, проведення проби на індивідуальну і біологічну сумісність, проводячи переливання компонентів крові та кровозамінників.

Спостереження за роботою хірургів в операційній, їх контакт з анестезіологом, контроль вітальних (життєвих) показників хворого, проходження етапів оперативного втручання, емоційна аура і фінальне «дякую» провідного хірурга своїй бригаді є найкращим стимулом для заглиблення у професію.

Робота з дітьми ставить перед лікарем, студентом ряд особливих вимог. Системність при обстеженні й увага до «дрібниць», компетентність і доброзичливість, знання психології хворої дитини та її батьків – мінімум, який необхідний у педіатрії. Тому керівник практики, визначивши цілі практики і загальні вимоги до студентів, переходить до нюансів спілкування з дитиною. Нагадуються анатомо-фізіологічні особливості дитини доношеної та недоношеної. Підкреслюється надзвичайно велика роль вигодовування дітей грудного віку і безперечні переваги їх грудного годування. Зазначається важливість довірливих відносин лікаря з мамою (батьками) дитини. Робиться наголос на особливостях схеми і техніки фізичних методів обстеження дитини (огляд, перкусія, пальпація, аускультация) з можливим використанням відволікаючих та ігрових елементів.

Курація хворих дітей проводиться під контролем педіатра. Використання методів дослідження фізичного та нервово-психічного стану пацієнта обов'язкове і передуює подальшим діагностичним діям. Щоденна курація хворих дітей в педіатричному стаціонарі надає можливість засвоєння необхідних діагностичних і лікувальних навичок при гострій і хронічній патології органів травної, дихальної, серцево-судинної та інших систем. Оцінюються результати клінічних, біохімічних, бактеріологічних та інструментальних методів досліджень. Разом із лікарем виноситься клінічний діагноз, застосовуються відповідні схеми лікування. Окремо розглядаються питання дитячої інфекцій, її діагностика, лікування та профілактика (вакцинація).

Бактеріологічний посів мазка з горла, рентгенологічне дослідження органів грудної клітки, а за необхідності - інші діагностичні заходи є умовою роботи студентів у лікарні, а також умовами запобігання інфікуванню вагітних і породіль. Практика студентів у пологовому будинку, жіночій консультації ставить задачі опанування методикою обстеження вагітних, планування тактики ведення вагітності, пологів та післяпологового періоду. Розглядаються питання

екстрагенітальної патології та її вплив на вагітність. Вся робота проводиться під чітким наглядом керівника практики.

Студенти засвоюють методику проведення зовнішнього акушерського обстеження (прийоми Леопольда) та пельвіометрії. А як емоційно яскраво проходить вислуховування серцебиття плода! Розширені зіниці очей студентів, їх посмішки говорять про те, що вони доторкнулись до таїнства початку нового життя.

Важливим є визначення строку вагітності (за даними анамнезу та об'єктивного дослідження), передбачуваного строку пологів, маси плода. Обов'язковим є засвоєння особливостей ведення фізіологічних пологів і надання акушерської допомоги в пологах та післяпологовому періоді. Робота акушера передбачає визначення стану новонародженого за шкалою Апгар, оцінку стану плода, первинний туалет новонародженого.

Студенти знайомляться з методикою внутрішнього акушерського дослідження при доношеній, переношеній вагітності та передчасних пологах. Складання схеми медикаментозної корекції аномальної пологової діяльності, оцінка результатів амніоскопії, амніоцентезу, інтерпретація даних комп'ютерної томографії і ультразвукової діагностики - перелік дій лікаря та етапи навчання студентів.

Важливим питанням є оформлення медичної документації в акушерстві. Протягом роботи в пологовому будинку студенти ведуть щоденник практики, де фіксується перелік виконаної роботи, засвоєних практичних навичок, надання невідкладної медичної допомоги у випадках акушерської кровотечі, токсикозах, преєклампсії тощо. Щоденник підписується куратором від лікарні.

Підбиття підсумків усіх розділів практики студентів проводиться в останній день практики або у визначений час у випадку її проведення за межами основних баз (наприклад, місцем проживання студента). Залікове заняття проходить під головуванням керівника практики від університету та комісії у складі спеціалістів профільних дисциплін, представників лікувального закладу. Оцінюється: об'єм виконаної роботи та засвоєних навичок, виробнича дисципліна, якість щоденника, участь у планових лікувальних та позапланових невідкладних лікувальних діях, характеристика керівників практики від лікувального закладу.

Список використаних джерел

1. Акушерство : підручник / [Пирогова В. І., Булавенко О. В., Вдовиченко Ю. П. та ін. ; за заг. ред. Пирогової В. І.] – Вінниця : Нова Книга, 2021. – 472 с.
2. Внутрішні хвороби : підручник : у 2 ч. Ч. 1. / Л.В. Глушко, С.В. Федоров, І.М. Скрипник та ін.; за ред. Проф. Л.В. Глушка. – 2-е вид. – К. : ВСВ «Медицина», 2022. – 680 с.
3. Педіатрія: практичні навички : навч.-метод, посіб. / Н.О. Курдюмова, Т.Г. Поліщук. — 2-е вид., переробд. і доповн. — К. : ВСВ «Медицина», 2023. — 328 с.
4. Хірургія: підручник / О.Ю. Усенко, Г.В. Білоус, Г.Й. Путинцева. – 5-е вид. - К. : ВСВ «Медицина» 2021. – 416 с.

THE EFFICACY OF POSTPARTUM DEPRESSION SCREENING WITH THE EDINBURGH POSTNATAL DEPRESSION SCALE (EPDS) WITHIN THE FRAMEWORK OF A PRIMARY CARE OBSTETRICS AND GYNAECOLOGY FACILITY

Aitbay Akmarzhan Ruslanbekkyzy

7th Year internship student

Ostemir Altynay Bakytkeyzy

7th Year internship student

Baikadam Arailym Baikadamkyzy

7th Year internship student

Department of General Medicine

S. Zh. Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Kazakhstan

Abstract

Introduction. According to the World Health Organization (WHO), 10–20% of postpartum women suffer from depression during the postnatal period. In developing countries, including Kazakhstan, this figure reaches 25–30%. This condition increases the risk of suicide among postpartum women during the first year after delivery by 5–7 fold.

The absence of approved regulatory screening protocols issued by competent authorities, the extremely infrequent use of the EPDS in maternity hospitals and perinatal centres, insufficient psychiatric training among highly qualified obstetrician-gynaecologists, as well as the fact that over 50% of patients mistakenly attribute their condition to ordinary fatigue and do not seek help — all of these factors result in mild and moderate forms of postpartum depression remaining undiagnosed and progressing to chronic depression.

Early detection of postpartum depression contributes not only to improving the psycho-emotional health of the mother but also to child development, harmonisation of the mother–child dyad, and enhancement of overall family quality of life.

Aim of the study. To determine the prevalence rate of postpartum depression using the EPDS in a cohort of 109 women at 4–8 weeks postpartum. To conduct a statistical evaluation of the principal factors associated with a high risk of depression (EPDS ≥ 13): primiparity, low level of social support, and complications during pregnancy. To substantiate the effectiveness of implementing the EPDS as a screening tool for postpartum women in the Kazakhstani healthcare context.

Study objectives. To enrol 109 women according to predefined inclusion and exclusion criteria, including: postpartum period 4–8 weeks, age 18–45 years, absence of psychiatric and severe somatic disorders. To administer the EPDS questionnaire and calculate the total score for each participant across 10 items, ranging from 0 to 30

points. To stratify the results into three groups: no depressive symptoms (0–9 points), borderline state (10–12 points), and high risk of postpartum depression (≥ 13 points). To perform statistical analysis ($p < 0.05$) of the impact of primiparity, low social support, and pregnancy complications by comparing the high-risk group (EPDS ≥ 13) with the remaining group (EPDS ≤ 12). Based on the study findings, to develop recommendations for the mandatory integration of EPDS screening for postpartum women at 4–6 weeks after delivery into the healthcare system of Kazakhstan.

Materials and methods. The study employed a cross-sectional observational design. The research was conducted at City Maternity Hospital No. 2 of the Medeu District, Almaty, from August 2025 to January 2026.

A total of 109 women participated in the study. Inclusion criteria were: postpartum period 4–8 weeks, age 18–45 years, and voluntary informed consent to participate. Exclusion criteria were: previously diagnosed psychiatric disorders, severe somatic conditions (malignancies, decompensated endocrine disorders, cardiovascular insufficiency, etc.).

The Edinburgh Postnatal Depression Scale (EPDS) was used as the primary research instrument. The scale comprises 10 items, each scored from 0 to 3 points, with a total score ranging from 0 to 30. Score interpretation: 0–9 points – no depressive symptoms; 10–12 points – borderline state; ≥ 13 points – high risk of postpartum depression.

A supplementary questionnaire was employed to collect socio-demographic and clinical data (age, education, marital status, level of social support, parity, mode of delivery, pregnancy complications).

All participants were informed of the study's purpose. The investigation was conducted in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki, and all participant data were processed anonymously. Voluntary informed consent was obtained from each subject. The survey was administered either through face-to-face interviews or via paper-based questionnaires. The average time required to complete the EPDS was 10–15 minutes.

All collected data were entered into Microsoft Excel and subsequently analysed using SPSS software. Quantitative variables are presented as mean $\pm$ standard deviation ($M \pm SD$), while qualitative variables are expressed as absolute numbers and percentages (%). Differences between groups were assessed using Pearson's chi-square (χ^2) test. Logistic regression analysis was performed to evaluate the impact of risk factors. The threshold for statistical significance was set at $p < 0.05$.

Results. In accordance with the inclusion criteria, 109 women participated in the study. The mean age of participants was 29.7 ± 5.2 years. Socio-demographic and clinical characteristics revealed: multiparous women accounted for 61.5% ($n=67$), while primiparous women constituted 38.5% ($n=42$). Regarding mode of delivery: vaginal deliveries accounted for 71.6% ($n=78$), and caesarean sections for 28.4% ($n=31$). Complications during pregnancy were documented in 49.5% of cases ($n=54$). Low levels of social support were reported by 34.9% ($n=38$), financial difficulties by 41.3% ($n=45$), and single-parent family status by 20.2% ($n=22$).

The mean EPDS score was 8.4 ± 5.1 (median 7.0). Following score interpretation, three groups were identified: 0–9 points (no depressive symptoms) – 74 women (67.9%); 10–12 points (borderline state) – 16 women (14.7%); ≥ 13 points (high risk of postpartum depression) – 19 women (17.4%).

The study identified depressive symptoms (≥ 13 points) in 17.4% of participants. When including the borderline state (10–12 points), it was established that 32.1% (35 women) presented with emotional disturbances of varying severity.

A comparative analysis was conducted between the high-risk group (EPDS ≥ 13 , $n=19$) and the remaining group (EPDS ≤ 12 , $n=93$). Logistic regression analysis revealed that primiparity was present in 73.7% (14 individuals) of the high-risk group, compared to 31.1% (28 individuals) in the remaining group. Primiparity increased the risk of depression by 3.2-fold (95% confidence interval: 1.4–7.1; $p=0.004$). Low social support was reported in 63.2% (12 individuals) of the high-risk group, versus 28.9% (26 individuals) in the comparison group. This factor demonstrated the highest risk elevation, increasing the likelihood of depression by 4.5-fold (95% CI: 2.0–10.3; $p<0.001$). Pregnancy complications were documented in 68.4% (13 individuals) of the high-risk group, compared to 45.6% (41 individuals) in the remaining group. Consequently, pregnancy complications increased the risk of depression by 2.8-fold (95% CI: 1.2–6.5; $p=0.019$). Caesarean section was also more frequently observed in the high-risk group, accounting for 42.1% (8 individuals) versus 25.6% (23 individuals) in the remaining group. However, this difference did not reach statistical significance ($p=0.08$; risk ratio 1.9). This finding suggests a trend toward increased depression risk associated with caesarean delivery, though it cannot be considered statistically conclusive.

In the high-risk group, the highest EPDS item scores were recorded for "fear and anxiety" (Item 3) and "thoughts of self-harm" (Item 10). Positive responses to the latter item were documented in 5 women (4.6%), all of whom were offered immediate psychological support.

Conclusion. The study demonstrated that the prevalence of high-risk depression (EPDS ≥ 13) among women at 4–8 weeks postpartum was 17.4% (19 individuals). This figure underscores the relevance of postpartum depression as a significant issue among postpartum women in Kazakhstan. No depressive symptoms were observed in 67.9% (74 individuals) of participants, while 14.7% (16 individuals) were in a borderline state (10–12 points). When including the borderline category, 32.1% of participants were found to have emotional disturbances of varying severity.

Based on statistical analysis, three principal factors associated with high risk of postpartum depression were identified: primiparity increased the risk of depression by 3.2-fold ($p=0.004$); low social support emerged as the strongest predictor, elevating the risk by 4.5-fold ($p<0.001$); and pregnancy complications increased the risk by 2.8-fold ($p=0.019$).

Although caesarean section was more common in the high-risk group (42.1% vs. 25.6%), the difference did not reach statistical significance ($p=0.08$).

The highest EPDS scores were observed for items "fear and anxiety" (Item 3) and "thoughts of self-harm" (Item 10). Positive responses to the latter were recorded in 5 women (4.6%), all of whom were offered urgent psychological intervention.

Based on the results of this study, it can be confidently asserted that mandatory EPDS screening for postpartum women at 4–6 weeks after delivery should be implemented. Particular attention should be paid to women with primiparity, low levels of social support, and pregnancy complications.

Keywords: postpartum depression, EPDS, postnatal period, risk factors, social support, primiparity, pregnancy complications, screening.

References

1. Khamidullina, Z., Marat, A., Muratbekova, S., Mustapayeva, N.M., Chingayeva, G.N., Shepetov, A.M., Ibatova, S.S., Terzic, M. and Aimagambetova, G. (2025) 'Postpartum depression epidemiology, risk factors, diagnosis, and management: an appraisal of the current knowledge and future perspectives', *Journal of Clinical Medicine*, 14(7), p. 2418.
2. Julian, M., Somers, J.A., Dunkel Schetter, C. and Guardino, C.M. (2024) 'Resilience resources, life stressors, and postpartum depressive symptoms in a community sample of low and middle-income Black, Latina, and White mothers', *Stress and Health*, 40(1), p. e3275. doi:10.1002/smi.3275.
3. Mishra, M. and Awasthi, P. (2025) 'Psychosocial factors affecting risk of postpartum depression among mothers and their birth satisfaction: a systematic review', *The Scientific Temper*, 16(3), pp. 3903–3912. doi:10.58414/SCIENTIFICTEMPER.2025.16.3.07.
4. Rajendran, V.R. and K., M. (2025) 'Postpartum depression among women: a systematic review of prevalence, risk factors, and maternal outcomes', *International Journal of Reproduction, Contraception, Obstetrics and Gynecology*, 14(11), pp. 3955–3960.
5. Cox, J.L., Holden, J.M. and Sagovsky, R. (1987) 'Detection of postnatal depression: development of the 10-item Edinburgh Postnatal Depression Scale', *British Journal of Psychiatry*, 150, pp. 782-786.
6. O'Hara, M.W. and McCabe, J.E. (2013) 'Postpartum depression: current status and future directions', *Annual Review of Clinical Psychology*, 9, pp. 379-407.
7. World Health Organization (2024) *Mental health of mothers: WHO guideline on maternal mental health*. Geneva: World Health Organization.
8. Beck, C.T. (2001) 'Predictors of postpartum depression: an update', *Nursing Research*, 50(5), pp. 275-285.
9. Robertson, E., Grace, S., Wallington, T. and Stewart, D.E. (2004) 'Antenatal risk factors for postpartum depression: a synthesis of recent literature', *General Hospital Psychiatry*, 26(4), pp. 289-295.
10. Dennis, C.L. and Dowswell, T. (2013) 'Psychosocial and psychological interventions for preventing postpartum depression', *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (2), p. CD001134.

11. Howard, L.M., Molyneaux, E., Dennis, C.L., Rochat, T., Stein, A. and Milgrom, J. (2014) 'Non-psychotic mental disorders in the perinatal period', *The Lancet*, 384(9956), pp. 1775-1788.
12. Stewart, D.E. and Vigod, S.N. (2016) 'Postpartum depression', *New England Journal of Medicine*, 375(22), pp. 2177-2186.

DOI 10.70286/ISU-22.07.2026.007

OCULAR MANIFESTATIONS OF PREECLAMPSIA: RETINAL CHANGES AND THEIR CLINICAL SIGNIFICANCE IN HYPERTENSIVE DISORDERS OF PREGNANCY

Mamyrkhan Dariya Talgatkyzy

Medical Intern

Arystanbek Madina Orazymbetqyzy

Medical Intern

Omarbay Aruzhan Ualykhankyzy

Medical Intern

Nurlybay Gulbakyt Salibekkyzy

Medical Intern

Asfendiyarov Kazakh National Medical University

Almaty, Kazakhstan

Abstract

Background:

Preeclampsia is a multisystem hypertensive disorder associated with endothelial dysfunction and vascular damage. Ocular manifestations, including retinal and visual pathway changes, may reflect disease severity and maternal–fetal risks.

Objective:

To review ocular manifestations of preeclampsia, their pathophysiological mechanisms, and the clinical value of ophthalmologic assessment.

Methods:

A narrative review of PubMed-indexed studies on ocular changes in preeclampsia, eclampsia, pregnancy-induced hypertension, and HELLP syndrome was conducted. Data on visual symptoms, retinal findings, and diagnostic approaches were analyzed.

Results:

Ocular symptoms occur in approximately 25–40% of patients and include blurred vision, photopsia, visual loss, and scotomas. Common retinal findings include arteriolar narrowing, hemorrhages, cotton-wool spots, and papilledema. Ocular abnormalities are more frequent in severe preeclampsia and correlate with blood pressure elevation and proteinuria.

Conclusion:

Ocular manifestations are important indicators of vascular dysfunction in preeclampsia. Ophthalmologic evaluation may improve disease assessment and support timely maternal and fetal management.

Keywords: preeclampsia; ocular manifestations; retinal changes; hypertensive disorders of pregnancy; fundus examination.

Introduction

Preeclampsia is a serious pregnancy complication affecting approximately 3–8% of pregnancies worldwide. It is characterized by hypertension after 20 weeks of gestation and systemic vascular dysfunction involving multiple organs, including the eyes [1].

The retina provides a noninvasive view of microvascular changes, and ocular findings may reflect the severity of systemic vascular injury in preeclampsia [2]. Visual symptoms occur in 25–40% of patients and include blurred vision, photopsia, visual field defects, and transient vision loss caused by retinal, choroidal, optic nerve, or visual pathway abnormalities [1].

Ocular manifestations are mainly associated with endothelial dysfunction, vasoconstriction, increased vascular permeability, and impaired retinal blood flow regulation, leading to retinal arteriolar narrowing, hemorrhages, ischemic changes, and papilledema [3]. These abnormalities are more common in severe preeclampsia and may serve as indicators of disease progression and complications [2,4].

This review summarizes current evidence on ocular manifestations of preeclampsia and emphasizes the role of ophthalmologic assessment in evaluating disease severity and improving maternal–fetal outcomes.

Materials and Methods

Study Design:

A narrative literature review was conducted to evaluate ocular manifestations of preeclampsia and hypertensive disorders of pregnancy, focusing on retinal changes, visual symptoms, and ophthalmological complications.

Literature Search Strategy:

A PubMed search was performed using keywords related to ocular manifestations of preeclampsia, retinal changes, fundus examination, eclampsia, and HELLP syndrome. Relevant clinical studies and reviews were selected.

Inclusion Criteria:

Peer-reviewed English-language studies involving pregnant women with preeclampsia, eclampsia, pregnancy-induced hypertension, or HELLP syndrome and reporting ocular findings were included. Studies without information on ocular involvement were excluded.

Data Analysis:

Data on patient characteristics, disease severity, visual symptoms, retinal abnormalities, and clinical outcomes were extracted and analyzed descriptively.

Results

Ocular involvement was a significant finding in preeclampsia and hypertensive disorders of pregnancy. Visual symptoms occurred in approximately 25–40% of

patients, especially in severe preeclampsia and eclampsia, including blurred vision, photopsia, diplopia, transient visual loss, and scotomas.

Common retinal abnormalities included arteriolar narrowing, arteriovenous crossing changes, retinal hemorrhages, cotton-wool spots, and papilledema. These findings were associated with higher blood pressure, proteinuria, and disease severity.

Chandran et al. reported ocular symptoms in 22% of severe preeclampsia cases and 100% of eclampsia cases, with fundus abnormalities in 48.7% of patients. Warad et al. found ocular manifestations in 35.83% of women with pregnancy-induced hypertension, mainly retinal vascular changes. Jaffe and Schatz confirmed that retinal vascular abnormalities correlate with the severity of preeclampsia.

Table 1. Ocular manifestations associated with preeclampsia and hypertensive disorders of pregnancy

Ocular manifestation	Clinical characteristics and significance
Blurred vision	The most common visual symptom; may indicate retinal vascular dysfunction or cerebral involvement
Photopsia	Perception of flashes of light associated with retinal or cortical involvement
Diplopia	May occur due to neurological or vascular complications
Scotoma	Localized visual field defects caused by retinal or visual pathway impairment
Retinal arteriolar narrowing	A frequent fundus finding reflecting vasospasm and hypertensive vascular injury
Arteriovenous crossing changes	Indicate retinal vascular remodeling associated with hypertension
Retinal hemorrhages	Result from vascular damage and increased vascular permeability
Cotton-wool spots	Represent localized retinal ischemia due to microvascular occlusion
Papilledema	Suggests increased intracranial pressure and severe systemic involvement
Choroidal ischemia/infarction	Rare manifestation associated with severe vascular compromise

Overall, ocular manifestations in preeclampsia reflect systemic vascular dysfunction and may serve as indicators of disease severity. Fundus examination can provide valuable information for maternal risk assessment.

Discussion

Preeclampsia is a systemic vascular disorder characterized by endothelial dysfunction, vasospasm, and impaired vascular regulation. The retina provides a noninvasive view of microvascular changes, making ophthalmological assessment useful for evaluating disease severity.

Ocular manifestations result from increased vascular permeability, retinal blood flow disturbances, and microvascular injury, leading to arteriolar narrowing, hemorrhages, ischemic changes, and blood-retinal barrier disruption. Visual symptoms such as blurred vision, photopsia, diplopia, and scotomas occur in approximately 25–40% of patients and require careful evaluation.

Fundus examination can reveal abnormalities associated with higher blood pressure, proteinuria, and severe disease. However, the absence of retinal changes does not exclude severe preeclampsia, particularly in HELLP syndrome. Therefore, ophthalmological assessment should complement standard clinical evaluation.

Multidisciplinary management and modern imaging techniques, including OCT and OCTA, may improve early detection of vascular changes and support better maternal–fetal outcomes.

Conclusion

Ocular manifestations of preeclampsia reflect systemic vascular dysfunction and are more common in severe disease. Fundus examination may provide valuable information about disease severity and maternal–fetal risk. Early recognition of retinal changes can support timely management and improve pregnancy outcomes. Further studies are needed to evaluate the prognostic role of advanced ophthalmic imaging.

References

1. Chandran, J. R., Narayanan, I. B., & Rajan, J. (2021). Ocular manifestations: Are they significant in hypertensive disorders of pregnancy? *The Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, 47(5), 1724–1730. <https://doi.org/10.1007/s13224-020-01385-7>
2. Jaffe, G., & Schatz, H. (1987). Ocular manifestations of preeclampsia. *American Journal of Ophthalmology*, 103(3), 309–315.
3. Qin, Q., Chen, C., & Cugati, S. (2020). Ophthalmic associations in pregnancy. *Australian Journal of General Practice*, 49(10), 638–642. <https://doi.org/10.31128/AJGP-10-19-5113>
4. Seidman, D. S., Serr, D. M., & Ben-Rafael, Z. (1991). Renal and ocular manifestations of hypertensive diseases of pregnancy. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 164(2), 485–489. <https://doi.org/10.1097/00006254-199102000-00001>
5. Stern, E. M., & Blace, N. (2024). Ocular manifestations of preeclampsia. In *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.
6. Warad, C., Midha, B., Pandey, U., Sivakrishna, P., Jain, A., Bagadia, B., Makhija, V., Patil, B. P., Cheguri, S., & B. K., B. (2023). Ocular manifestations in pregnancy-induced hypertension at a tertiary level hospital in Karnataka, India. *Cureus*, 15(3), e34887. <https://doi.org/10.7759/cureus.34887>
7. Wenzel, M., & Lehnen, H. (1994). A case of mild ocular manifestations in pregnancy induced hypertension with HELLP syndrome. *Acta Ophthalmologica*, 72(5), 650–652. <https://doi.org/10.1111/j.1755-3768.1994.tb02781.x>

NEUROIMMUNE CROSSTALK IN ALLERGIC RHINITIS AND ATOPIC DERMATITIS: IMPLICATIONS FOR OTORHINOLARYNGOLOGY AND NEUROLOGY

Akhmet Arailym Serikkyzy

Medical Intern

Zhanabaeva Nursulu Azamatkyzy

Medical Intern

Ydyrysheva Sagynay Maksatkyzy

Medical Intern

Zhambyl Nazerke Osserbaikyzy

Medical Intern

Asfendiyarov Kazakh National Medical University,
Almaty, Kazakhstan

Abstract

Background:

Allergic rhinitis (AR) and atopic dermatitis (AD) are common chronic allergic diseases characterized by type 2 inflammation, epithelial barrier dysfunction, and reduced quality of life. Recent evidence highlights the important role of neuroimmune interactions involving cytokines, neuropeptides, sensory neurons, and immune cells in disease progression (Konstantinou et al., 2022; Steinhoff et al., 2022).

Objective:

To summarize current knowledge of neuroimmune crosstalk in AR and AD and its role in pathogenesis and emerging therapies.

Methods:

A narrative review of PubMed/MEDLINE studies published between 2021 and 2026 was performed. Studies focusing on neuroimmune mechanisms, cytokines, neuropeptides, sensory neurons, and targeted therapies were analyzed.

Results:

Neuroimmune communication between sensory neurons and immune cells contributes to chronic inflammation, pruritus, and barrier dysfunction. IL-4, IL-13, and IL-31 activate sensory pathways, while neuropeptides such as CGRP and substance P regulate immune responses. Neurotrophins, including NGF and BDNF, further enhance inflammatory signaling. Targeting neuroimmune pathways shows promising therapeutic potential (Datsi et al., 2021; Weihrauch et al., 2023).

Conclusion:

Neuroimmune crosstalk is a key mechanism in AR and AD pathogenesis. Further understanding of these interactions may support the development of novel targeted treatments.

Keywords: allergic rhinitis; atopic dermatitis; neuroimmune crosstalk; IL-31; neuropeptides; type 2 inflammation.

Introduction

Allergic rhinitis (AR) and atopic dermatitis (AD) are chronic inflammatory diseases driven by type 2 immune responses, epithelial barrier dysfunction, and recurrent symptoms that negatively affect patients' quality of life (Konstantinou et al., 2022). AR is characterized by sneezing, rhinorrhea, nasal congestion, and itching, whereas AD manifests as chronic eczematous skin lesions with severe pruritus (Steinhoff et al., 2022).

Recent studies indicate that the pathogenesis of both diseases involves complex neuroimmune interactions. The nervous and immune systems communicate through cytokines, neuropeptides, neurotransmitters, and growth factors, regulating inflammation and tissue homeostasis. Dysregulation of these pathways contributes to chronic inflammation, neuronal sensitization, and epithelial barrier impairment (Klimov et al., 2022).

Interleukin-31 (IL-31), produced mainly by Th2 cells, plays a key role in chronic itch by activating sensory neurons through IL-31 receptors. Neurotrophins such as nerve growth factor (NGF) and brain-derived neurotrophic factor (BDNF), as well as neuropeptides including CGRP and substance P, also regulate allergic inflammation by affecting immune-cell activation and tissue remodeling (Datsi et al., 2021; Weihrauch et al., 2023; Brabenec et al., 2024).

Emerging evidence from single-cell studies highlights the importance of neuronal-immune networks in maintaining skin and nasal mucosal homeostasis. Their disruption contributes to chronic allergic inflammation and progression of the atopic march (Klimov et al., 2022). This review summarizes current knowledge of neuroimmune mechanisms in AR and AD and their potential therapeutic implications.

Study Design

A narrative literature review was conducted to summarize current evidence on neuroimmune interactions in allergic rhinitis (AR) and atopic dermatitis (AD), focusing on mechanisms relevant to otorhinolaryngology and neurology.

Literature Search Strategy

A PubMed/MEDLINE search was performed for studies published between 2021 and 2026 using keywords related to AR, AD, neuroimmune crosstalk, IL-31, neurotrophins, neuropeptides, and type 2 inflammation. Reference lists of relevant articles were also screened.

Eligibility Criteria

Peer-reviewed English-language studies investigating neuroimmune mechanisms, cytokines, neuronal signaling, immune-cell interactions, and targeted therapies in AR and/or AD were included. Duplicate studies, unrelated articles, and studies without sufficient data were excluded.

Data Extraction

Data on neuroimmune mediators, cellular interactions, molecular pathways, key findings, and therapeutic implications were extracted and qualitatively analyzed to identify common mechanisms and potential treatment targets.

Results

A total of 11 PubMed-indexed studies published between 2021 and 2026 were analyzed, including reviews, systematic reviews, and translational studies on neuroimmune mechanisms in allergic rhinitis (AR) and atopic dermatitis (AD).

The reviewed evidence demonstrated that neuroimmune communication between sensory neurons and immune cells plays a key role in allergic inflammation. Cytokines, neuropeptides, neurotransmitters, and neurotrophins regulate interactions between neurons, dendritic cells, mast cells, eosinophils, epithelial cells, and Th2 lymphocytes (Datsi et al., 2021; Klimov et al., 2022).

IL-31 was identified as a major mediator of chronic pruritus in AD by activating sensory neurons through IL-31RA/OSMR β signaling. IL-31 blockade with nemolizumab showed significant reduction of itching and modulation of neuroimmune pathways (Honryo et al., 2026).

Neurotrophins (NGF, BDNF) and neuropeptides (CGRP, substance P) contribute to neuronal activation, immune-cell regulation, and tissue inflammation in AR and AD (Weihrauch et al., 2023; Brabenec et al., 2024). Single-cell studies further revealed specialized neuronal–immune networks involved in epithelial barrier regulation.

Overall, AR and AD represent complex disorders involving coordinated dysfunction of both immune and nervous systems.

Table 1. Major Neuroimmune Mediators Involved in Allergic Rhinitis and Atopic Dermatitis

Neuroimmune mediator	Main source	Primary function	Clinical significance
IL-31	Th2 lymphocytes	Activates sensory neurons, induces pruritus, promotes type 2 inflammation	Major therapeutic target in atopic dermatitis (Datsi et al., 2021)
IL-4/IL-13	Th2 lymphocytes	Amplify allergic inflammation and epithelial barrier dysfunction	Key cytokines targeted by biologic therapy (Steinhoff et al., 2022)
CGRP	Sensory neurons	Regulates dendritic-cell maturation and neuroimmune signaling	Controls neurogenic inflammation (Honryo et al., 2026)

Discussion

This review highlights that allergic rhinitis (AR) and atopic dermatitis (AD) are complex disorders involving bidirectional neuroimmune interactions rather than isolated immune dysfunction (Konstantinou et al., 2022). Sensory neurons actively regulate allergic inflammation through communication with immune cells, cytokines, and neuropeptides (Steinhoff et al., 2022).

IL-31 is a key mediator connecting type 2 inflammation with neuronal activation and chronic pruritus. Its signaling through IL-31RA/OSMR β promotes itch transmission and neurogenic inflammation, while IL-31-targeted therapies demonstrate promising clinical effects (Datsi et al., 2021; Honryo et al., 2026).

Neurotrophins such as NGF and BDNF, along with neuropeptides including CGRP and substance P, contribute to immune-cell activation, neuronal sensitization, and tissue inflammation (Weihrauch et al., 2023; Brabenec et al., 2024). Recent transcriptomic studies reveal specialized neuronal–immune networks in skin and nasal mucosa that maintain barrier function and regulate allergic responses (Klimov et al., 2022).

Neuroimmune dysregulation may also contribute to the atopic march, linking AD with AR and asthma. However, further clinical studies are needed to validate neuroimmune biomarkers and optimize targeted therapies.

Overall, neuroimmune crosstalk represents a central mechanism in AR and AD pathogenesis and provides new opportunities for precision treatment strategies.

Conclusion

Neuroimmune communication is a key mechanism in allergic rhinitis and atopic dermatitis, regulating type 2 inflammation, barrier dysfunction, and chronic symptoms. Mediators such as IL-31, neurotrophins, CGRP, and substance P represent potential biomarkers and therapeutic targets. Further research may improve precision therapies and interdisciplinary approaches in allergy, dermatology, otorhinolaryngology, and neurology.

References

1. Brabenec, L., Gupta, S., Eichwald, T., Rafei, M., & Talbot, S. (2024). Decoding the neuroimmune axis in the atopic march: Mechanisms and implications. *Current Opinion in Immunology*, 91, 102507. <https://doi.org/10.1016/j.coi.2024.102507>
2. Datsi, A., Steinhoff, M., Ahmad, F., Alam, M., & Buddenkotte, J. (2021). Interleukin-31: The “itchy” cytokine in inflammation and therapy. *Allergy*, 76(10), 2982–2997. <https://doi.org/10.1111/all.14791>
3. Honryo, A., et al. (2026). IL-31 blockade elevates thymus and activation-regulated chemokine by lifting LAMP3+CD1c+ mature dendritic cells from calcitonin gene-related peptide-calcitonin receptor-like neuroimmune suppression in atopic dermatitis. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2026.02.044>
4. Klimov, V., Cherevko, N., Klimov, A., & Novikov, P. (2022). Neuronal-immune cell units in allergic inflammation in the nose. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(13), 6938. <https://doi.org/10.3390/ijms23136938>
5. Konstantinou, G. N., Koulias, C., Petalas, K., & Makris, M. (2022). Further understanding of neuro-immune interactions in allergy: Implications in pathophysiology and role in disease progression. *Journal of Asthma and Allergy*, 15, 1241–1258. <https://doi.org/10.2147/JAA.S282039>
6. Liu, A. W., Gillis, J. E., Sumpter, T. L., & Kaplan, D. H. (2023). Neuroimmune interactions in atopic and allergic contact dermatitis. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 151(6), 1475–1485. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2023.03.013>

ОПТИМІЗАЦІЯ АНЕСТЕЗІОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИ ХІРУРГІЧНОМУ ЛІКУВАННІ РАКУ ШЛУНКА

Буковецький Віктор Вікторович

Кафедра онкології

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна

Рак шлунка залишається однією з актуальних проблем сучасної клінічної онкології, посідаючи провідні позиції серед причин смертності від злоякісних новоутворень. За даними GLOBOCAN 2022 у світі було зареєстровано близько 968 тис. нових випадків раку шлунка, що становить 4,9 % усіх злоякісних новоутворень і відповідає 5-му місцю за захворюваністю серед онкологічних хвороб. Водночас від раку шлунка померло близько 660 тис. осіб, що становить 6,8 % усіх смертей від злоякісних новоутворень і посідає 5-те місце серед причин онкологічної смертності [1].

В Україні за уточненими даними Бюлетеня № 26 Національного канцер-реєстру України у 2023 р. зареєстровано усього 5392 нових випадки раку шлунку (3353 у чоловіків, 2039 у жінок) і загальна кількість смертей від цієї патології становить 3459 осіб [2, с. 32]. Серед пацієнтів із раком шлунку, вперше виявленим у 2023 р., 46,3 % не прожили першого року після встановлення діагнозу. Це свідчить про несприятливі безпосередні результати лікування та високу клінічну складність цієї категорії хворих [2, с. 32].

Радикальна гастректомія залишається основним методом потенційно курабельного лікування раку шлунку, однак це втручання високої травматичності з відповідним ризиком періопераційних ускладнень. Об'єм оперативного втручання з мобілізацією шлунку, лімфодисекцією D2 і формуванням стравохідно-кишкового чи шлунково-кишкового анастомозу супроводжується вираженою нейроендокринною стрес-відповіддю, значною крововтратою та ризиком дихальних і серцево-судинних ускладнень, що вимагає від анестезіолога не пасивного супроводу, а активного управління періопераційним гомеостазом. За даними дослідження К. Невес-Маркес та ін., яке охопило 1538 хворих у 138 закладах 47 країн, 90-денна летальність після планової гастректомії становила 2,9 %, а клінічно значущі ускладнення розвинулись у 38,2 % хворих [3]. Отже, результат хірургічного лікування раку шлунка визначається не лише хірургічною технікою, але і якістю періопераційного, зокрема анестезіологічного, супроводу. У такому контексті онкоанестезіологія набуває самостійного клінічного значення, оскільки саме на етапі періопераційного супроводу формується частина керованих чинників ризику, які не залежать від стадії пухлинного процесу чи обсягу резекції.

Мета – на основі аналізу сучасних міжнародних і вітчизняних джерел за період 2018–2025 рр. висвітлити основні напрями оптимізації періопераційного анестезіологічного забезпечення при хірургічному лікуванні раку шлунку.

Одним із першочергових етапів оптимізації періопераційного анестезіологічного забезпечення є передопераційна стратифікація ризику. У практиці анестезіолога найбільш універсальним інструментом для її проведення залишається класифікація ASA Physical Status, яка дає можливість оцінити функціональний стан пацієнта ще до початку оперативного втручання.

Найбільш об'ємні сучасні дані щодо періопераційних результатів гастректомії надає дослідження К. Невес-Маркес та ін [3]. Незалежним предиктором розвитку 90-денної летальності та клінічно значущих ускладнень у багатофакторному аналізі виявився клас ASA III–IV (відношення шансів (ВШ) 1,554; 95 % довірчий інтервал (ДІ) 1,193–2,026; $p = 0,001$) – поряд з індексом коморбідності Чарлсона (ВШ 1,117; $p < 0,001$), передопераційною втратою маси тіла понад 10 % (ВШ 1,287; $p = 0,04$), позитивним краєм резекції (ВШ 1,586; $p = 0,02$) та IV патологічною стадією (ВШ 1,791; $p = 0,04$) [3, с. 9]. Провідною причиною смерті серед пацієнтів, які померли протягом 90 діб, стала неспроможність анастомозу (24,4 % летальних випадків) [3, с. 7], а вік ≥ 70 років асоціювався з майже удвічі вищою 90-денною летальністю (5,1 %) порівняно з молодшими хворими [3, с. 10]. Зауважимо, що клас ASA II мали 48,2 % хворих когорти, тобто дослідження охоплювало переважно пацієнтів помірного вихідного ризику, на тлі яких вплив класу ASA III–IV виявився статистично значущим і клінічно вагомим [3, с. 3]. Це узгоджується із загальновідомою роллю ASA-класифікації як інструмента прогнозування періопераційного ризику в хірургії загалом, однак саме дані [3] підтверджують її специфічну прогностичну цінність у контексті хірургії раку шлунка на великій міжнародній вибірці.

Наведені вище дані варто трактувати зважено, адже К. Невес-Маркес та ін. аналізують хірургічні та клініко-патологічні результати, а метод анестезії у дослідженні окремо не оцінювався [3]. Проте сам факт, що ASA-клас є показником, який формує та документує анестезіолог під час передопераційного огляду, виявився незалежним предиктором летальності й ускладнень нарівні із суто хірургічними чинниками, підтверджує, що передопераційна анестезіологічна оцінка соматичного статусу є не формальною процедурою, а інструментом стратифікації періопераційного ризику, який має безпосередньо визначати анестезіологічну тактику, обсяг моніторингу та інтенсивність періопераційної підтримки.

Отже, передопераційна стратифікація ризику є відправною точкою персоналізації періопераційного ведення. Наступним етапом оптимізації анестезіологічного забезпечення є вибір тактики, здатної мінімізувати періопераційний ризик. Одним із найбільш обґрунтованих сучасних підходів при радикальній гастректомії є поєднання загальної анестезії із високою торакальною епідуральною анестезією/аналгезією (рівень катетеризації Th 8–10). Патофізіологічним обґрунтуванням такого поєднання є здатність сегментарної симпатичної блокади на грудному рівні зменшувати хірургічну стрес-відповідь і потребу в системних опіоїдах, чий пригнічувальний вплив на моторику кишечника та дихання особливо небажаний за умов лапаротомного доступу і формування анастомозів. Технічно, за протоколом С. Кікучі та ін., катетер встановлювали на рівні Th 8–10 до індукції анестезії, а знеболення забезпечували

безперервною інфузією 0,2 % ропівакаїну з фентанілом (1 мкг/мл) інтраопераційно з продовженням у післяопераційному періоді, що ілюструє технічну реалізованість поєднаної методики в умовах планової хірургії [4, с. 2].

За результатами дослідження С. Кікучі та ін., що охопило 132 хворих на лапароскопічну гастректомію, епідуральна аналгезія забезпечила достовірно нижчий бал болю в спокої через 24 год після операції порівняно з контрольованою пацієнтом внутрішньовенною аналгезією (1,94 проти 2,63 бали за числовою рейтинговою шкалою; $p = 0,043$) [4, с. 1]. Водночас внутрішньовенна аналгезія не досягла критерію меншої ефективності відносно епідуральної (різниця 0,69; $p = 0,184$) [4, с. 1]. Частота післяопераційної гіпотензії у групі епідуральної аналгезії була значно вищою, становивши 32,8 % проти 1,5 % ($p < 0,001$) [4, с. 1].

Ретроспективний аналіз Л. Ван та ін., що охопив 3042 хворих після відкритої радикальної (D2) гастректомії, підтвердив переваги контрольованої пацієнтом епідуральної аналгезії щодо якості знеболення в 1–2-гу післяопераційну добу та швидшого відновлення функції кишечника (час до першого відходження газів $3,5 \pm 1,5$ доби проти $4,3 \pm 1,5$ доби при внутрішньовенній аналгезії; $p < 0,05$) [5, с. 1745]. Частота гіпотензії у групі епідуральної аналгезії також перевищувала таку в групі внутрішньовенної аналгезії (21,3 % проти 17,5 %), а в 5 % хворих виникла потреба в достроковому припиненні епідуральної аналгезії через технічну дисфункцію катетера, що частіше спостерігалось для осіб віком понад 65 років [5, с. 1747].

Результати основних сучасних досліджень свідчать, що окремі аспекти оптимізації анестезіологічного забезпечення при радикальній гастректомії вивчалися з різних позицій: клінічної ефективності високої торакальної епідуральної анестезії, її безпеки та прогнозування періопераційного ризику. Узагальнення їхніх результатів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Порівняльна характеристика сучасних досліджень щодо оптимізації анестезіологічного забезпечення при радикальній гастректомії

Критерій	С. Кікучі та ін. [4]	Л. Ван та ін. [5]	К. Невес-Маркес та ін. [3]	Практичне значення
Тип дослідження	Клінічне порівняльне	Рандомізоване клінічне	Проспективне міжнародне когортне	Дослідження взаємно доповнюють одне одного
Популяція	Японія	Китай	1538 пацієнтів із 47 країн	Результати отримані в різних популяціях, що підвищує зовнішню валідність, але ускладнює пряме порівняння
Хірургічна модель	Лапароскопічна гастректомія	Відкрита гастректомія	Різні варіанти радикальної гастректомії	Числове об'єднання результатів недоцільне через неоднорідність моделей
Основний предмет дослідження	Висока торакальна епідуральна	Висока торакальна епідуральна	Чинники ризику	Дослідження оцінюють різні складники періопераційного ведення

Критерій	С. Кікучі та ін. [4]	Л. Ван та ін. [5]	К. Невес-Маркес та ін. [3]	Практичне значення
	анестезія / аналгезія	анестезія / аналгезія	90-денної летальності й ускладнень	
Післяоперацій- не знеболення	Покращення	Покращення	Не оцінювалося	Комбінована анестезія відтворювано покращує раннє післяопераційне знеболення
Відновлення моторики кишечника	Без суттєвих переваг	Прискорене	Не оцінювалося	Перевага продемонстрована переважно при відкритій гастректомії
Гемодинаміка	Частіша гіпотензія	Частіша гіпотензія	Метод анестезії не аналізувався	Гіпотензія є очікуваним наслідком симпатичної блокади та потребує індивідуалізованої інфузійної і вазопресорної підтримки
ASA-ризик	Не аналізувався	Не аналізувався	ASA III–IV – незалежний предиктор 90- денної летальності та клінічно значущих ускладнень (ВШ 1,554; 95% ДІ 1,193– 2,026; p=0,001)	Передопераційна оцінка за ASA є важливим інструментом стратифікації періопераційного ризику та персоналізації анестезіологічної тактики
Летальність	Недостатня статистична потужність для оцінки	Недостатня статистична потужність для оцінки	90-денна летальність та її предиктори оцінені; метод анестезії не аналізувався	Висновок про зниження летальності завдяки епідуральній методиці на підставі наявних досліджень є необґрунтованим
Основне обмеження	Одноцентрове, моноетнічна популяція	Моноетніч- на популяція	Гетерогенність хірургічної та анестезіологіч- ної практики	Потрібні проспективні дослідження, які безпосередньо оцінюватимуть вплив ASA- орієнтованої анестезіологічної тактики на ранню післяопераційну летальність

Джерело: власна розробка автора.

Узагальнення наведених результатів дає підстави рекомендувати формалізований алгоритм періопераційного анестезіологічного забезпечення при радикальній гастректомії, який включає: 1) обов'язкову передопераційну оцінку ASA-класу та супутньої коморбідності з відповідним плануванням обсягу моніторингу; 2) індивідуалізований вибір високої торакальної епідуральної анестезії/аналгезії з

урахуванням показань, протипоказань, волемічного статусу та серцево-судинного резерву пацієнта; 3) активну профілактику та ранню корекцію епідурально-індукованої гіпотензії шляхом цілеспрямованої інфузійної терапії та, за потреби, вазопресорної підтримки без необґрунтованої відмови від методики; 4) окремий облік та аналіз випадків смерті протягом першої післяопераційної доби як показника якості анестезіологічного забезпечення і внутрішнього аудиту служби анестезіології.

Окрім упровадження зазначених заходів, важливим напрямом удосконалення періопераційного анестезіологічного забезпечення залишається оцінка його результативності. У такому контексті особливої уваги заслуговує рання післяопераційна летальність, оскільки саме вона найбільш тісно пов'язана з перебігом анестезіологічного забезпечення та безпосереднього післяопераційного ведення пацієнта. Аналіз причин смерті в дослідженні [3] дає підстави порушити питання про доцільність розмежування 90-денної летальності за часовим інтервалом від моменту операції. Провідною причиною смерті в цій когорті стала неспроможність анастомозу (24,4 % летальних випадків) – ускладнення, яке за своєю патофізіологією клінічно маніфестує, як правило, не раніше 3–7-ї післяопераційної доби [3, с. 7]. Тобто значна частка зареєстрованої 90-денної летальності формується вже після завершення безпосереднього анестезіологічного впливу і належить переважно до зони хірургічної та інтенсивно-терапевтичної відповідальності. Рання (першодобова) післяопераційна летальність – смерть упродовж перших 24 годин після завершення втручання. За клінічною логікою рідше зумовлена неспроможністю анастомозу чи інфекційними ускладненнями, які потребують часу для розвитку, а частіше пов'язана з гострою серцево-судинною або дихальною декомпенсацією, некомпенсованою крововтратою чи тяжкою гемодинамічною нестабільністю – подіями, що виникають безпосередньо в межах компетенції та контролю анестезіолога під час анестезії і раннього пробудження.

Зауважимо, що жодне з проаналізованих джерел не надає окремих даних щодо летальності саме в межах першої доби після гастректомії, тому наведене розмежування є авторською методологічною пропозицією, а не задокументованим у цих джерелах фактом. Утім, вона логічно узгоджується з двома незалежними емпіричними спостереженнями: прогностичною роллю ASA-класу щодо 90-денної летальності й ускладнень [3] і відтвореним у двох дослідженнях зростанням частоти гіпотензії на тлі високої торакальної епідуральної анестезії [4, 5] – ускладнення, яке реалізується саме в інтраопераційному та ранньому післяопераційному періоді. Це дає підстави розглядати передопераційну ASA-стратифікацію та керованість гемодинамічної відповіді на регіонарну блокаду як чинники, що визначають насамперед ризик ранньої, а не пізньої летальності, і, відповідно, як параметри, оптимізація яких є прямим завданням анестезіолога. Таке розмежування дозволяє відокремити результати, на які анестезіолог впливає безпосередньо (стабільність гемодинаміки та газообміну під час анестезії, адекватність пробудження), від результатів, що відображають якість хірургічної техніки та подальшого лікування ускладнень, і в такий спосіб коректніше оцінювати внесок анестезіологічної служби в загальний результат лікування.

Отже, передопераційна ASA-стратифікація, обґрунтоване застосування високої торакальної епідуральної анестезії і керований гемодинамічний супровід є ключовими складниками оптимізації періопераційного анестезіологічного забезпечення, яке безпосередньо впливає на періопераційний ризик і результати хірургічного лікування раку шлунку.

Список використаних джерел

1. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries / F. Bray et al. CA: A Cancer Journal for Clinicians. 2024. Vol. 74, No. 3. P. 229–263. DOI: <https://doi.org/10.3322/caac.21834>
2. Рак в Україні, 2023–2024. Захворюваність, смертність, показники діяльності онкологічної служби : бюлетень Національного канцер-реєстру України № 26. Київ, 2025. 127 с. URL: http://www.ncru.inf.ua/publications/BULL_26/PDF/Bull_26.pdf (дата звернення: 08.07.2026).
3. Stomach cancer elective surgery morbidity and mortality at 90-Day (HOLD Study): a prospective, international collaborative cohort study / C. Neves-Marques et al. Langenbeck's Archives of Surgery. 2026. Vol. 411, No. 1. Article 12. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00423-025-03890-7>
4. Epidural versus patient-controlled intravenous analgesia on pain relief and recovery after laparoscopic gastrectomy for gastric cancer: randomized clinical trial / S. Kikuchi et al. BJS Open. 2024. Vol. 8, No. 1. Article zrad161. DOI: <https://doi.org/10.1093/bjsopen/zrad161>
5. Effect of patient-controlled epidural analgesia versus patient-controlled intravenous analgesia on postoperative pain management and short-term outcomes after gastric cancer resection: a retrospective analysis of 3,042 consecutive patients between 2010 and 2015 / L. Wang et al. Journal of Pain Research. 2018. Vol. 11. P. 1743–1749. DOI: <https://doi.org/10.2147/JPR.S168892>

DOI 10.70286/ISU-22.07.2026.010

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN RHEUMATOLOGY: IMPROVING EARLY DIAGNOSIS AND DISEASE MONITORING

Mirman Indira Kargashkyzy

Medical Intern

Faculty of General Medicine-2

Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan

ABSTRACT

Artificial intelligence is rapidly transforming the field of rheumatology by enhancing the accuracy of early diagnosis, improving disease monitoring, and supporting personalized treatment strategies for patients with chronic rheumatic

diseases. The increasing availability of electronic health records, advanced imaging modalities, laboratory biomarkers, and wearable technologies has created unprecedented opportunities for the implementation of machine learning (ML), deep learning (DL), and natural language processing (NLP) in routine clinical practice. AI algorithms have demonstrated remarkable performance in detecting early inflammatory arthritis, differentiating autoimmune diseases, predicting disease progression, and estimating treatment response before irreversible structural damage occurs. Furthermore, AI-assisted analysis of musculoskeletal ultrasound, magnetic resonance imaging, and conventional radiographs enables earlier recognition of inflammatory changes while reducing observer variability. Continuous monitoring using digital health technologies and wearable devices further facilitates real-time assessment of disease activity, physical function, and patient-reported outcomes. Predictive analytics also assists clinicians in identifying patients at increased risk of disease flares, medication failure, or adverse events, thereby enabling more individualized therapeutic decisions. Despite these advances, several challenges remain, including limited external validation, algorithm transparency, data privacy concerns, potential biases within training datasets, and the need for international regulatory standards governing AI implementation in healthcare. Future developments are expected to integrate multimodal datasets incorporating clinical, imaging, genomic, proteomic, and digital biomarkers into comprehensive AI-driven decision support systems capable of optimizing precision rheumatology. This review summarizes current applications of artificial intelligence in rheumatology, highlights recent technological advances, discusses existing limitations, and explores future perspectives for improving early diagnosis, disease monitoring, and personalized patient care.

Keywords: Artificial intelligence; Rheumatology; Machine learning; Deep learning; Rheumatoid arthritis; Disease monitoring; Precision medicine; Medical imaging; Digital health; Predictive analytics.

INTRODUCTION

Rheumatic and musculoskeletal diseases represent one of the leading causes of chronic disability worldwide and impose a substantial socioeconomic burden due to persistent pain, reduced functional capacity, decreased quality of life, and long-term healthcare expenditures. The growing prevalence of autoimmune and inflammatory disorders, particularly rheumatoid arthritis (RA), psoriatic arthritis (PsA), ankylosing spondylitis (AS), and systemic lupus erythematosus (SLE), has increased the demand for innovative diagnostic and monitoring strategies capable of improving patient outcomes. [1,2]

Early diagnosis remains one of the most important determinants of long-term prognosis in inflammatory rheumatic diseases because structural joint damage frequently develops before characteristic clinical manifestations become fully apparent. Numerous studies have demonstrated that initiation of disease-modifying antirheumatic drugs during the so-called “window of opportunity” significantly reduces radiographic progression, preserves physical function, and increases the likelihood of sustained remission. However, distinguishing early inflammatory arthritis from non-inflammatory musculoskeletal disorders remains clinically challenging, particularly in primary care settings. [3,4]

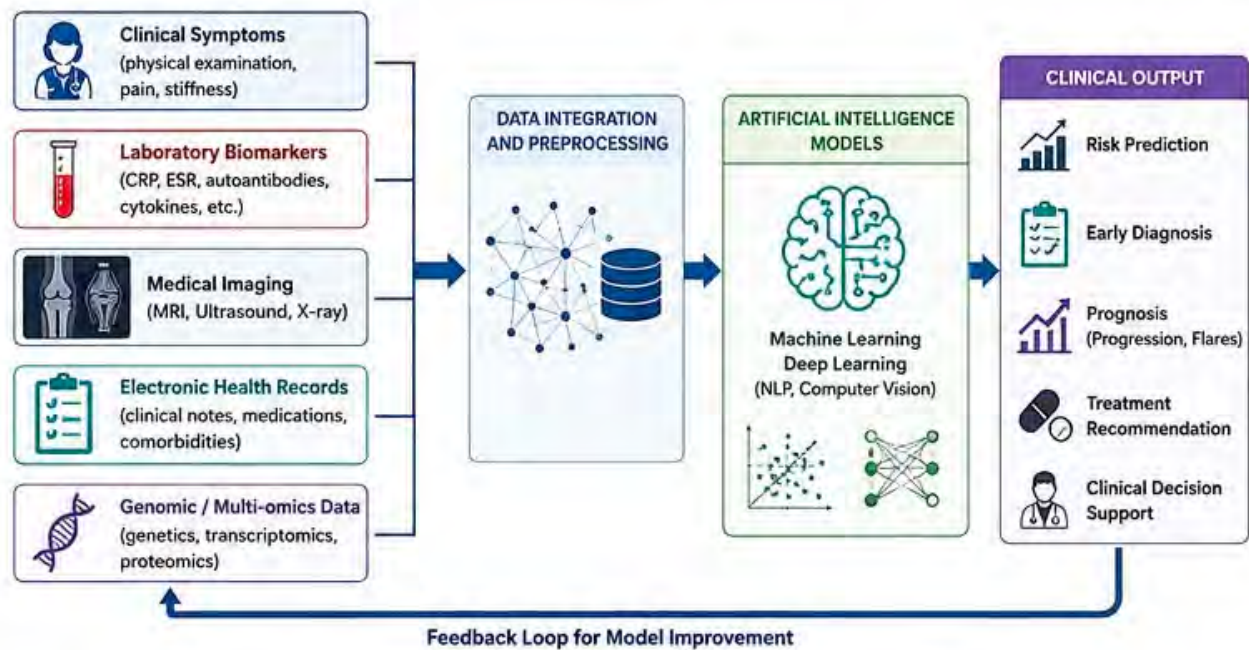


Figure 1. Artificial intelligence workflow for early diagnosis of rheumatic diseases.

Clinical symptoms, laboratory biomarkers, medical imaging, electronic health records, and genomic data are integrated into machine learning and deep learning models to support early diagnosis and clinical decision-making.

Recent advances in artificial intelligence have introduced novel computational methods capable of analyzing enormous quantities of heterogeneous clinical data beyond human cognitive capacity. Machine learning algorithms identify complex relationships among laboratory parameters, imaging findings, genetic profiles, and clinical variables that may remain undetected using conventional statistical techniques. Consequently, AI has emerged as a promising tool for supporting diagnostic decision-making, predicting disease progression, optimizing therapeutic selection, and facilitating individualized patient management. [5,6]

Machine learning encompasses supervised, unsupervised, and reinforcement learning approaches that continuously improve predictive performance through exposure to increasing amounts of clinical data. Deep learning, a specialized branch of machine learning based on multilayer artificial neural networks, has demonstrated exceptional capabilities in automated interpretation of musculoskeletal ultrasound, magnetic resonance imaging (MRI), computed tomography (CT), and conventional radiographs. Meanwhile, natural language processing enables extraction of clinically meaningful information from unstructured electronic health records, physician documentation, and radiology reports, thereby expanding the potential applications of AI within rheumatology. [7-9]

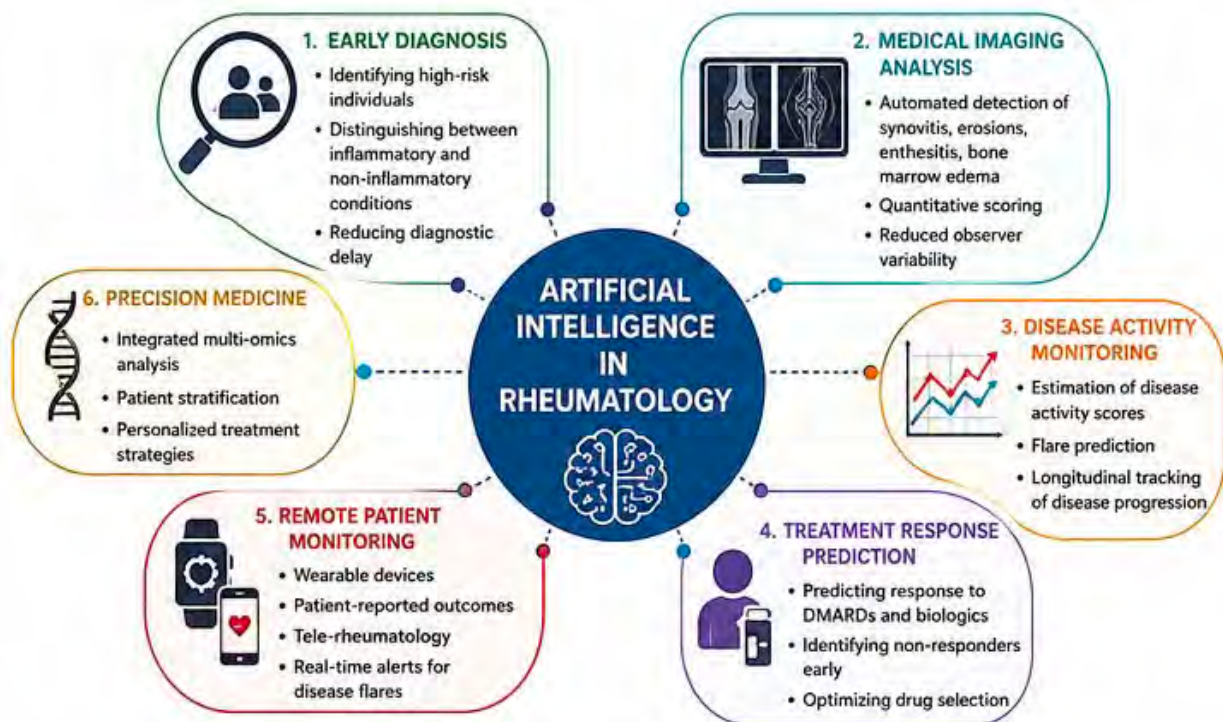


Figure 2. Major applications of artificial intelligence in rheumatology.

AI supports multiple domains including early diagnosis, imaging analysis, disease monitoring, prediction of treatment response, remote monitoring, and precision medicine.

Modern rheumatology generates extensive multimodal datasets, including laboratory biomarkers, autoantibody profiles, genomic sequencing, imaging studies, electronic medical records, wearable sensor data, and patient-reported outcome measures. Integration of these diverse information sources through artificial intelligence allows clinicians to establish more accurate diagnoses, estimate disease activity with greater precision, predict therapeutic response, and identify patients at increased risk for disease flares or irreversible organ damage. [10,11]

Several international rheumatology organizations have recognized the growing importance of artificial intelligence in clinical practice and research. AI-based clinical decision support systems are increasingly being investigated for automated assessment of disease activity scores, prediction of remission, optimization of biologic therapy selection, and individualized treatment recommendations. Although many AI applications remain under clinical validation, current evidence suggests that these technologies will substantially influence future rheumatology practice by complementing rather than replacing physician expertise. [12-14]

This review aims to summarize the current applications of artificial intelligence in rheumatology, focusing on its role in improving early diagnosis, disease monitoring, predictive analytics, personalized treatment, and future clinical implementation while critically discussing current limitations and future research directions. [2,5,14]

Artificial intelligence (AI) encompasses a broad spectrum of computational techniques that enable computer systems to perform tasks traditionally requiring human intelligence, including learning from data, recognizing complex patterns, making predictions, and supporting clinical decision-making. In rheumatology, AI has

emerged as an essential component of precision medicine because rheumatic diseases are characterized by heterogeneous clinical manifestations, overlapping phenotypes, and highly variable therapeutic responses. By integrating multidimensional clinical datasets, AI facilitates earlier diagnosis, objective disease assessment, and individualized treatment planning. [5,7]

The rapid expansion of electronic health records (EHRs), advanced imaging modalities, high-throughput molecular technologies, and wearable digital devices has generated enormous quantities of structured and unstructured medical data. Conventional statistical approaches are frequently insufficient for extracting clinically relevant information from these heterogeneous datasets. Machine learning and deep learning algorithms overcome these limitations by identifying complex nonlinear relationships among numerous variables simultaneously, thereby improving diagnostic and prognostic accuracy. [6,8]

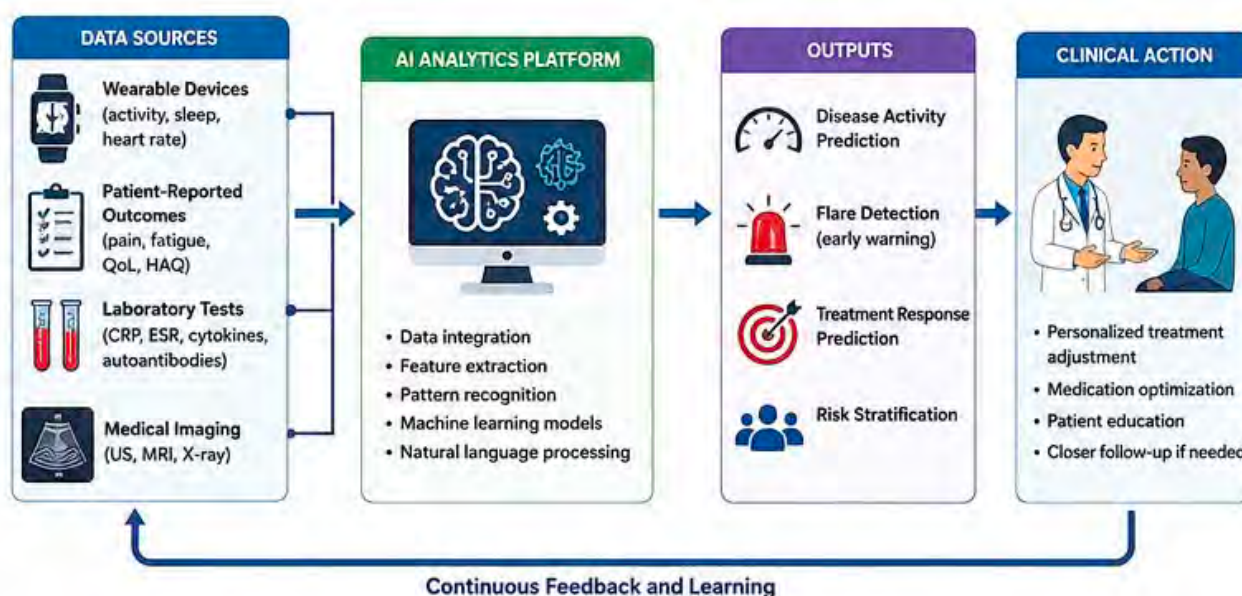


Figure 3. Artificial intelligence-assisted disease monitoring in rheumatology.

Wearable devices, laboratory biomarkers, medical imaging, and patient-reported outcomes are integrated into AI platforms for continuous monitoring and personalized treatment adjustments.

Machine learning represents one of the most widely implemented branches of artificial intelligence in clinical medicine. Unlike conventional rule-based computer systems, ML algorithms continuously improve predictive performance by learning from previously analyzed datasets without requiring explicit programming for every clinical scenario. Supervised learning algorithms utilize labeled datasets to classify diseases or predict outcomes, whereas unsupervised learning identifies hidden structures and patient subgroups within unlabeled datasets. Reinforcement learning continuously optimizes decision-making strategies based on feedback received during sequential interactions. [8,9]

In rheumatology, supervised machine learning has demonstrated excellent performance in differentiating rheumatoid arthritis from osteoarthritis, viral arthritis, and undifferentiated inflammatory arthritis using combinations of demographic

variables, laboratory biomarkers, imaging findings, and clinical examination results. Random forest, support vector machine (SVM), gradient boosting, and extreme gradient boosting (XGBoost) algorithms consistently outperform conventional logistic regression models for predicting disease progression and treatment response. [12] Unsupervised machine learning has become increasingly valuable for identifying novel disease phenotypes within heterogeneous autoimmune disorders. Cluster analysis has revealed distinct molecular and clinical subgroups of rheumatoid arthritis and systemic lupus erythematosus that differ regarding disease severity, therapeutic response, genetic background, and long-term prognosis. Such findings support the transition from standardized treatment protocols toward personalized medicine. [13,14]

Machine learning models have also demonstrated remarkable ability to predict remission, disease flares, biologic drug discontinuation, and treatment resistance by simultaneously analyzing laboratory parameters, inflammatory biomarkers, medication history, disease activity scores, and patient-reported outcomes. These predictive models may assist clinicians in optimizing therapeutic decisions before irreversible joint destruction occurs. [11,15]

CONCLUSION

Artificial intelligence is transforming modern rheumatology by improving early diagnosis, enhancing disease monitoring, predicting treatment response, and supporting personalized clinical decision-making. Machine learning, deep learning, natural language processing, and computer vision have demonstrated substantial potential in identifying inflammatory rheumatic diseases at earlier stages and monitoring disease progression with greater accuracy than conventional approaches. AI-assisted analysis of imaging studies, laboratory biomarkers, electronic health records, and wearable device data enables more precise and individualized patient management.

Although challenges related to external validation, algorithm transparency, ethical considerations, and data security remain, current evidence suggests that AI will become an integral component of precision rheumatology. Rather than replacing rheumatologists, artificial intelligence is expected to complement clinical expertise by providing objective, data-driven insights that improve diagnostic accuracy, optimize therapeutic strategies, and ultimately enhance patient outcomes. Continued multidisciplinary research and international collaboration will be critical to ensure the safe, effective, and equitable integration of AI into routine rheumatology practice. [5,14,18,31,32]

References

1. Kingsmore KM, Puglisi CE, Grammer AC, et al. An introduction to machine learning and analysis of its use in rheumatic diseases. *Nat Rev Rheumatol.* 2021;17(12):710-730. doi: 10.1038/s41584-021-00708-w.
2. Hügler T, Kalweit M. Artificial intelligence-supported treatment in rheumatology: principles, current situation and perspectives. *Z Rheumatol.* 2021;80(10):914-927. doi: 10.1007/s00393-021-01096-y.

3. Hügler T, Kalweit M. Applied machine learning and artificial intelligence in rheumatology. *Rheumatology Advances in Practice*. 2020;4(2):rkaa005. doi: 10.1093/rap/rkaa005.
4. Kalweit M, Walker UA, Finckh A, et al. Personalized prediction of disease activity in patients with rheumatoid arthritis using an adaptive deep neural network. *PLoS One*. 2021;16(6):e0252289. doi: 10.1371/journal.pone.0252289.
5. Tao W, Concepcion AN, Vianen M, et al. Multiomics and machine learning accurately predict clinical response to adalimumab and etanercept therapy in patients with rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheumatol*. 2021;73(2):212-222. doi: 10.1002/art.41516.
6. Gosselt HR, Verhoeven MMA, Bulatović-Ćalasan M, et al. Complex machine-learning algorithms and multivariable logistic regression on par in the prediction of insufficient clinical response to methotrexate in rheumatoid arthritis. *J Pers Med*. 2021;11(1):44. doi: 10.3390/jpm11010044.
7. Johansson FD, Collins JE, Yau V, et al. Predicting Response to Tocilizumab Monotherapy in Rheumatoid Arthritis: A Real-world Data Analysis Using Machine Learning. *J Rheumatol*. 2021;48(9):1364-1370. doi: 10.3899/jrheum.201626.
8. Westerlind H, Maciejewski M, Frisell T, et al. What is the persistence to methotrexate in rheumatoid arthritis, and does machine learning outperform hypothesis-based approaches to its prediction? *ACR Open Rheumatol*. 2021;3(7):457-463. doi: 10.1002/acr2.11266.
9. Messelink MA, Roodenrys NMT, van Es B, et al. Identification and prediction of difficult-to-treat rheumatoid arthritis patients in structured and unstructured routine care data. *Arthritis Res Ther*. 2021;23:184. doi: 10.1186/s13075-021-02560-5.
10. Maciejewski M, Sands C, Nair N, et al. Prediction of response of methotrexate in patients with rheumatoid arthritis using serum lipidomics. *Sci Rep*. 2021;11:7266. doi: 10.1038/s41598-021-86729-7.
11. Plant D, Maciejewski M, Smith S, et al. Profiling of gene expression biomarkers as a classifier of methotrexate nonresponse in patients with rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheumatol*. 2019;71(5):678-684. doi: 10.1002/art.40810.
12. O'Neil LJ, Spicer V, Smolik I, et al. Association of a serum protein signature with rheumatoid arthritis development. *Arthritis Rheumatol*. 2021;73(1):78-88. doi: 10.1002/art.41483.
13. Mate GS, Kureshi AK, Singh BK. An efficient CNN for hand X-ray classification of rheumatoid arthritis. *J Healthc Eng*. 2021;2021:6712785. doi: 10.1155/2021/6712785.
14. Ureten K, Erbay H, Maras HH. Detection of rheumatoid arthritis from hand radiographs using a convolutional neural network. *Clin Rheumatol*. 2020;39(3):969-974. doi: 10.1007/s10067-019-04487-4.
15. Pandit A, Radstake TRDJ. Machine learning in rheumatology approaches the clinic. *Nat Rev Rheumatol*. 2020;16(2):69-70. doi: 10.1038/s41584-019-0361-0.

EPIGENETIC THERAPY IN MYELOYDYSPLASTIC SYNDROMES AND ACUTE MYELOID LEUKEMIA

Suyunbay Dana Serikkyzy

Hematologist, Almaty, Kazakhstan

Talgat Ayaully Bakbergenkyzy

Hematologist, Almaty, Kazakhstan,

Rakhmatulla Balausa Shalkarkyzy

Medical Intern

Mirman Indira Kargashkyzy

Medical Intern

Faculty of General Medicine

Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan

ABSTRACT

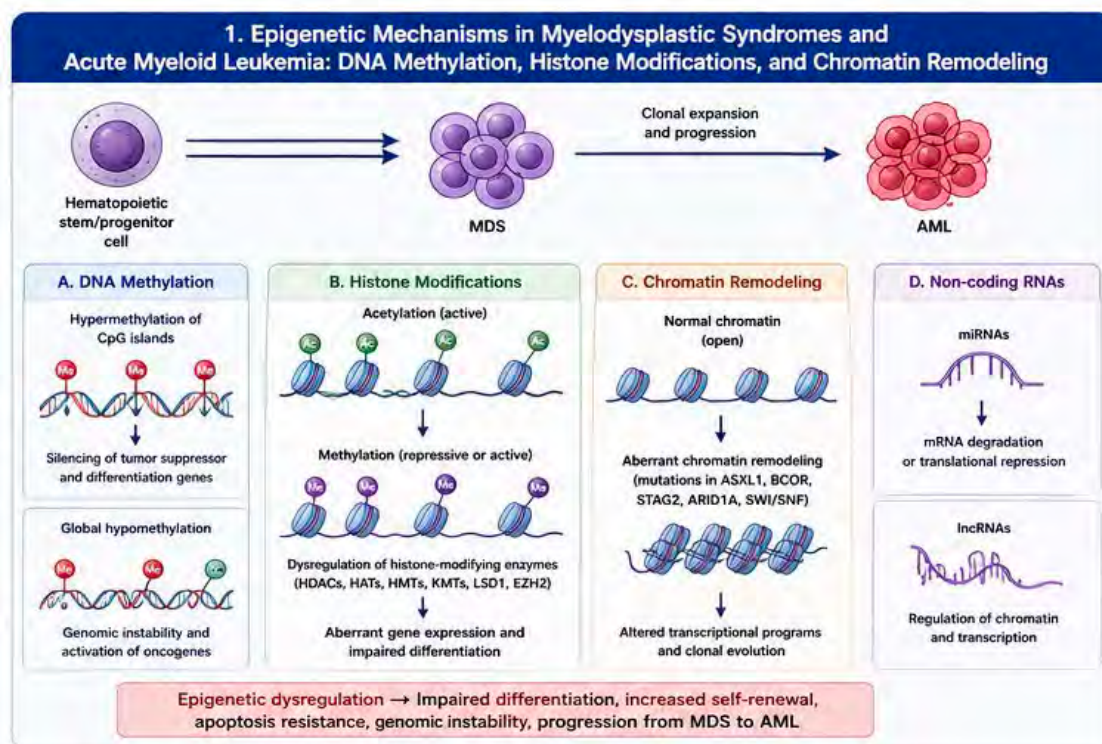
Myelodysplastic syndromes and acute myeloid leukemia are heterogeneous hematologic malignancies characterized by clonal expansion of abnormal hematopoietic stem and progenitor cells, ineffective hematopoiesis, genomic instability, and progressive bone marrow failure. Increasing evidence has demonstrated that epigenetic dysregulation-including aberrant DNA methylation, histone modifications, chromatin remodeling, and altered non-coding RNA expression-plays a central role in disease initiation, progression, therapeutic resistance, and leukemic transformation. Unlike irreversible genetic mutations, epigenetic alterations are potentially reversible, making them attractive therapeutic targets. Hypomethylating agents such as azacitidine and decitabine have become the cornerstone of treatment for higher-risk MDS and elderly or medically unfit patients with AML. More recently, novel epigenetic therapies targeting histone deacetylases, enhancer of zeste homolog 2 (EZH2), lysine-specific demethylase 1 (LSD1), bromodomain and extra-terminal (BET) proteins, and mutant isocitrate dehydrogenase (IDH) pathways have demonstrated promising clinical activity. Combination strategies integrating epigenetic agents with targeted therapies, BCL-2 inhibitors, immunotherapy, and cellular therapies are further improving treatment outcomes.

Keywords: myelodysplastic syndromes; acute myeloid leukemia; epigenetic therapy; DNA methylation; precision medicine; hematology.

INTRODUCTION

Myelodysplastic syndromes and acute myeloid leukemia are closely related clonal hematopoietic malignancies that originate from genetically and epigenetically altered hematopoietic stem cells. MDS is characterized by ineffective hematopoiesis, peripheral blood cytopenias, dysplastic bone marrow morphology, and an increased risk of progression to AML, whereas AML is defined by uncontrolled proliferation of immature myeloid blasts leading to bone marrow failure and rapid clinical

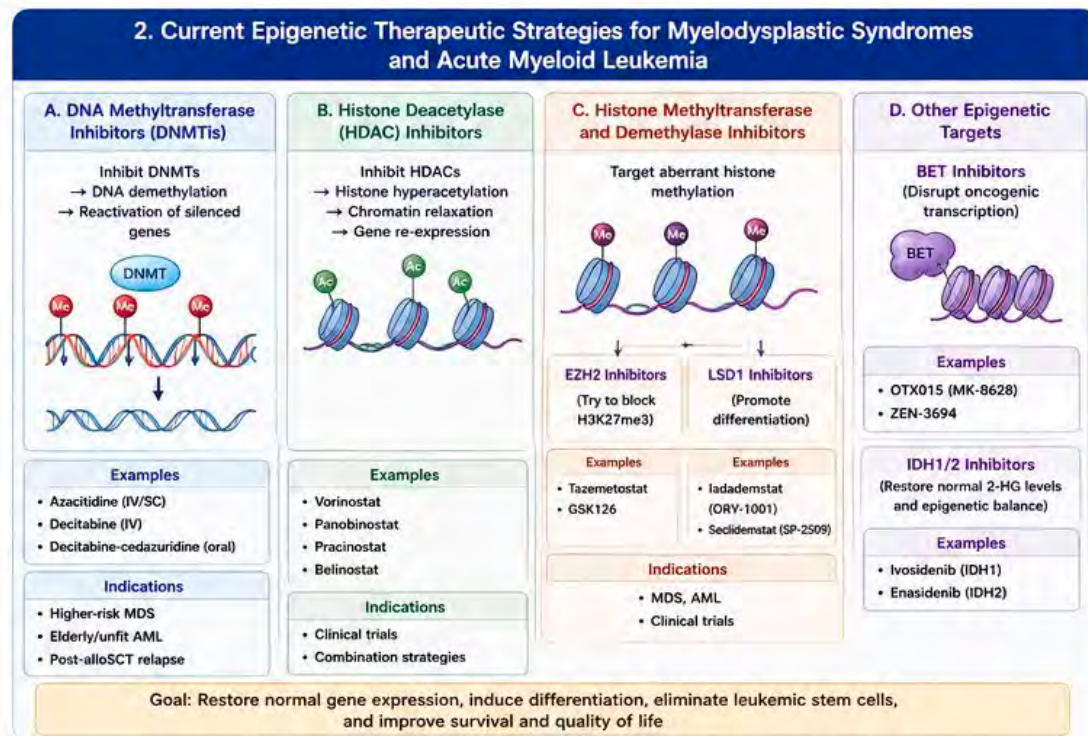
deterioration. Together, these disorders represent a major cause of morbidity and mortality, particularly among older adults. [1,2]



Over the past two decades, remarkable progress has been made in understanding the molecular pathogenesis of MDS and AML. In addition to recurrent genetic mutations affecting genes such as DNMT3A, TET2, ASXL1, IDH1, IDH2, EZH2, and TP53, extensive epigenetic abnormalities have been recognized as fundamental drivers of malignant transformation. Aberrant DNA methylation, altered histone modifications, chromatin remodeling defects, and dysregulated non-coding RNA expression contribute to abnormal gene silencing, impaired cellular differentiation, uncontrolled proliferation, and resistance to apoptosis. [2-4] Unlike permanent genetic mutations, epigenetic alterations are potentially reversible, making them highly attractive therapeutic targets. This concept has led to the development of hypomethylating agents and other epigenetic therapies capable of restoring normal gene expression and promoting differentiation of malignant hematopoietic cells. Today, epigenetic therapy represents one of the most important treatment strategies for higher-risk MDS and selected patients with AML who are ineligible for intensive chemotherapy. [3-5]

Recent advances have expanded the therapeutic landscape beyond conventional hypomethylating agents. Novel inhibitors targeting histone deacetylases (HDACs), enhancer of zeste homolog 2 (EZH2), lysine-specific demethylase 1 (LSD1), bromodomain and extra-terminal (BET) proteins, and mutant isocitrate dehydrogenase (IDH) enzymes are being actively investigated in clinical trials. Furthermore, combination regimens incorporating venetoclax, targeted molecular therapies, immune checkpoint inhibitors, and cellular immunotherapies have demonstrated encouraging clinical efficacy. [6] The integration of comprehensive genomic profiling, epigenomic analysis, artificial intelligence, and precision medicine is transforming risk

stratification and treatment selection. These advances are expected to improve therapeutic outcomes by enabling individualized management based on the molecular and epigenetic characteristics of each patient's disease. [7] This review discusses the mechanisms of epigenetic dysregulation in MDS and AML, current epigenetic treatment strategies, emerging therapeutic approaches, clinical outcomes, and future perspectives in precision hematology. [8]



Non-coding RNAs, including microRNAs and long non-coding RNAs, have also emerged as important regulators of leukemogenesis. These molecules modulate gene expression at both transcriptional and post-transcriptional levels and influence cellular proliferation, apoptosis, immune evasion, and treatment response. Aberrant expression of several non-coding RNAs has been associated with disease progression, relapse, and inferior overall survival, highlighting their potential utility as diagnostic biomarkers and therapeutic targets. [9] The interaction between genetic mutations and epigenetic dysregulation creates a highly complex molecular landscape that drives clonal evolution and disease heterogeneity. Recognition of these interconnected mechanisms has provided the biological foundation for the development of targeted epigenetic therapies designed to restore normal transcriptional regulation and improve clinical outcomes. [10] The introduction of epigenetic therapy has fundamentally changed the management of higher-risk MDS and selected patients with AML who are not candidates for intensive induction chemotherapy. Unlike conventional cytotoxic agents, epigenetic therapies aim to reverse abnormal gene silencing, restore cellular differentiation, and inhibit leukemic stem cell survival through selective modulation of epigenetic pathways. [11]

Hypomethylating agents (HMAs), including azacitidine and decitabine, remain the cornerstone of epigenetic treatment. These nucleoside analogues inhibit DNA methyltransferases, resulting in passive DNA demethylation during cellular replication

and reactivation of silenced tumor suppressor genes. Numerous randomized clinical trials have demonstrated improvements in overall survival, hematologic response, transfusion independence, and quality of life among patients with higher-risk MDS. In elderly patients with AML, HMAs have also become standard therapeutic options because of their favorable safety profile compared with intensive chemotherapy. [12]

Oral formulations, including decitabine–cedazuridine, have further improved treatment accessibility by providing pharmacokinetic equivalence to intravenous therapy while reducing the burden of repeated hospital visits. These formulations facilitate long-term outpatient management and improve treatment adherence, particularly among older patients with significant comorbidities. [13]

Histone deacetylase (HDAC) inhibitors represent another important class of epigenetic agents. By increasing histone acetylation, these drugs promote chromatin relaxation, reactivate silenced genes, and induce apoptosis of malignant cells. Although HDAC inhibitors have demonstrated encouraging biological activity in preclinical studies, clinical efficacy as monotherapy has generally been modest. Current research therefore focuses on combining HDAC inhibitors with hypomethylating agents, targeted therapies, or immunotherapeutic approaches to enhance treatment responses. [14]

Targeted inhibition of mutant IDH1 and IDH2 enzymes has emerged as an important therapeutic strategy in AML. Mutant IDH proteins produce the oncometabolite 2-hydroxyglutarate, which inhibits TET-mediated DNA demethylation and induces widespread epigenetic dysregulation. Selective IDH inhibitors restore normal cellular differentiation and have demonstrated significant clinical benefit in patients with relapsed or newly diagnosed IDH-mutated AML, particularly when combined with hypomethylating agents. [15]

CONCLUSION

Myelodysplastic syndromes and acute myeloid leukemia are biologically complex hematologic malignancies in which epigenetic dysregulation plays a central role in disease initiation, progression, therapeutic resistance, and leukemic transformation. Improved understanding of DNA methylation, histone modification, chromatin remodeling, and non-coding RNA regulation has led to the development of innovative therapeutic strategies that extend beyond conventional cytotoxic chemotherapy. Hypomethylating agents, histone-modifying enzyme inhibitors, mutant IDH inhibitors, and emerging epigenetic therapies have significantly expanded treatment options for patients with MDS and AML. Combination regimens involving venetoclax, targeted molecular therapies, immunotherapy, and cellular therapies have further improved response rates and survival outcomes, particularly among elderly patients and those who are not candidates for intensive chemotherapy.

Advances in molecular diagnostics, epigenomics, artificial intelligence, and precision medicine are expected to further optimize patient selection, predict therapeutic response, and facilitate individualized treatment strategies. Continued translational research and well-designed international clinical trials will be essential for integrating these innovations into routine clinical practice and improving long-term outcomes for patients with MDS and AML.

References

1. Jones PA, Issa JPJ, Baylin S. Targeting the cancer epigenome for therapy. *Nat Rev Genet.* 2016;17(10):630-641. doi: 10.1038/nrg.2016.93.
2. Baylin SB, Jones PA. A decade of exploring the cancer epigenome — biological and translational implications. *Nat Rev Cancer.* 2011;11(10):726-734. doi: 10.1038/nrc3130.
3. Fenaux P, Haase D, Santini V, et al. Myelodysplastic syndromes: ESMO Clinical Practice Guidelines. *Ann Oncol.* 2021;32(2):142-156. doi: 10.1016/j.annonc.2020.11.002.
4. Döhner H, Wei AH, Appelbaum FR, et al. Diagnosis and management of AML in adults: 2022 ELN recommendations. *Blood.* 2022;140(12):1345-1377. doi: 10.1182/blood.2022016867.
5. Estey EH. Acute myeloid leukemia: 2023 update on diagnosis, risk stratification, and management. *Am J Hematol.* 2023;98(3):502-526. doi: 10.1002/ajh.26822.
6. Garcia-Manero G. Myelodysplastic syndromes: 2024 update on diagnosis, risk stratification and management. *Am J Hematol.* 2024;99(1):185-210. doi: 10.1002/ajh.27125.
7. Issa JPJ, Kantarjian HM. Targeting DNA methylation. *Clin Cancer Res.* 2009;15(12):3938-3946. doi: 10.1158/1078-0432.CCR-08-2783.
8. Griffiths EA, Gore SD. Epigenetic therapies in MDS and AML. *Adv Exp Med Biol.* 2013;754:253-283. doi: 10.1007/978-1-4419-9967-2_12.
9. Fenaux P, Mufti GJ, Hellström-Lindberg E, et al. Azacitidine prolongs overall survival compared with conventional care regimens in higher-risk MDS. *Lancet Oncol.* 2009;10(3):223-232. doi: 10.1016/S1470-2045(09)70003-8.
10. Kantarjian H, Issa JPJ, Rosenfeld CS, et al. Decitabine improves patient outcomes in myelodysplastic syndromes. *Cancer.* 2006;106(8):1794-1803. doi: 10.1002/cncr.21792.
11. DiNardo CD, Jonas BA, Pullarkat V, et al. Azacitidine and Venetoclax in Previously Untreated Acute Myeloid Leukemia. *N Engl J Med.* 2020;383(7):617-629. doi: 10.1056/NEJMoa2012971.
12. Wei AH, Montesinos P, Ivanov V, et al. Venetoclax plus azacitidine in treatment-naïve acute myeloid leukemia. *Blood.* 2020;135(24):2137-2145. doi: 10.1182/blood.2019003988.
13. Stein EM, DiNardo CD, Pollyea DA, et al. Enasidenib in mutant IDH2 relapsed or refractory AML. *Blood.* 2017;130(6):722-731. doi: 10.1182/blood-2017-04-779405.
14. DiNardo CD, Stein EM, de Botton S, et al. Durable remissions with Ivosidenib in IDH1-mutated AML. *N Engl J Med.* 2018;378(25):2386-2398. doi: 10.1056/NEJMoa1716984.
15. Montalbán-Bravo G, Garcia-Manero G. Novel drugs for MDS. *Leukemia.* 2018;32(8):1676-1689. doi: 10.1038/s41375-018-0164-1.

MODERN MANAGEMENT OF OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA: SURGICAL INNOVATIONS AND DIGITAL TECHNOLOGIES

Bekenova Nurai Nyshangalikyzy

Medical Intern

Asfendiyarov Kazakh National Medical University

Almaty, Kazakhstan

Daurenov Ulykbek Ergeshbayevich

Director, “SHAMSHYRAQ” Research Center

Almaty, Kazakhstan

Mukatayev Ermurat Erlanuly

Medical Intern

Adilbek Amina Serikbekkyzy

Medical Intern

Asfendiyarov Kazakh National Medical University

Almaty, Kazakhstan

ABSTRACT

Obstructive sleep apnea is one of the most common sleep-related breathing disorders and is characterized by recurrent episodes of upper airway collapse during sleep, resulting in intermittent hypoxia, sleep fragmentation, and excessive daytime sleepiness. OSA is associated with substantial cardiovascular, metabolic, neurocognitive, and psychological morbidity, significantly impairing quality of life and increasing healthcare utilization. Continuous positive airway pressure (CPAP) remains the first-line therapy for moderate-to-severe OSA; however, long-term adherence remains suboptimal, prompting the development of alternative treatment strategies. Recent advances in surgical techniques, including transoral robotic surgery, hypoglossal nerve stimulation, expansion sphincter pharyngoplasty, barbed reposition pharyngoplasty, and maxillomandibular advancement, have significantly improved treatment outcomes in carefully selected patients. Simultaneously, digital health technologies, wearable monitoring devices, telemedicine, artificial intelligence, machine learning, and computer-assisted surgical planning are transforming the diagnosis, treatment selection, and long-term monitoring of OSA. These innovations support personalized treatment strategies, improve patient adherence, and facilitate precision medicine. This review summarizes current evidence regarding modern surgical management, emerging digital technologies, and future perspectives for individualized care of patients with obstructive sleep apnea.

Keywords: Obstructive sleep apnea; upper airway surgery; transoral robotic surgery; hypoglossal nerve stimulation; artificial intelligence; digital health; telemedicine; wearable devices; precision medicine; sleep surgery.

INTRODUCTION

Obstructive sleep apnea is a chronic disorder characterized by recurrent partial or complete collapse of the upper airway during sleep, leading to repetitive episodes of apnea and hypopnea, intermittent hypoxemia, hypercapnia, and sleep fragmentation. OSA affects nearly one billion adults worldwide and has become a major public health concern because of its increasing prevalence, underdiagnosis, and strong association with cardiovascular disease, metabolic dysfunction, cognitive impairment, and reduced quality of life. [1,2] The pathophysiology of OSA is multifactorial and involves anatomical narrowing of the upper airway, reduced neuromuscular activity during sleep, obesity, craniofacial abnormalities, and impaired ventilatory control. Recurrent airway obstruction triggers oxidative stress, systemic inflammation, sympathetic nervous system activation, endothelial dysfunction, and metabolic dysregulation, thereby increasing the risk of hypertension, coronary artery disease, heart failure, atrial fibrillation, stroke, insulin resistance, and type 2 diabetes mellitus. [2-5]

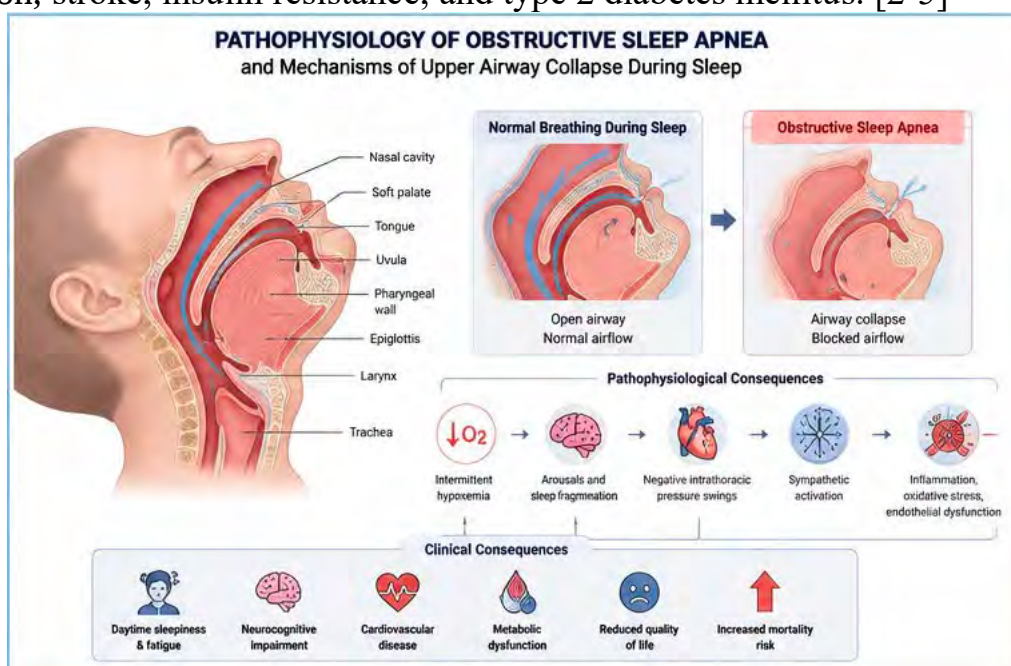


Figure 1. Pathophysiology of Obstructive Sleep Apnea and Mechanisms of Upper Airway Collapse During Sleep

Continuous positive airway pressure (CPAP) remains the gold standard treatment for moderate-to-severe OSA because of its proven efficacy in maintaining upper airway patency during sleep. However, long-term adherence remains a significant challenge, with many patients experiencing discomfort, mask intolerance, claustrophobia, nasal symptoms, or poor compliance. Consequently, alternative therapeutic strategies, particularly surgical interventions and personalized treatment approaches, have gained increasing clinical importance. [4-6] Recent technological advances have substantially expanded the role of sleep surgery. Contemporary procedures such as hypoglossal nerve stimulation, transoral robotic surgery (TORS), expansion sphincter pharyngoplasty, barbed reposition pharyngoplasty, and maxillomandibular advancement have demonstrated favorable outcomes in carefully selected patients. Furthermore, the incorporation of artificial intelligence, wearable

biosensors, telemedicine, computer-assisted imaging, and digital health platforms has improved diagnostic accuracy, patient selection, postoperative follow-up, and long-term disease monitoring. [6-9]

This review summarizes current evidence regarding the pathophysiology, diagnosis, surgical innovations, and digital technologies that are reshaping the modern management of obstructive sleep apnea while highlighting future opportunities for precision medicine and individualized patient care. [3,7-9]

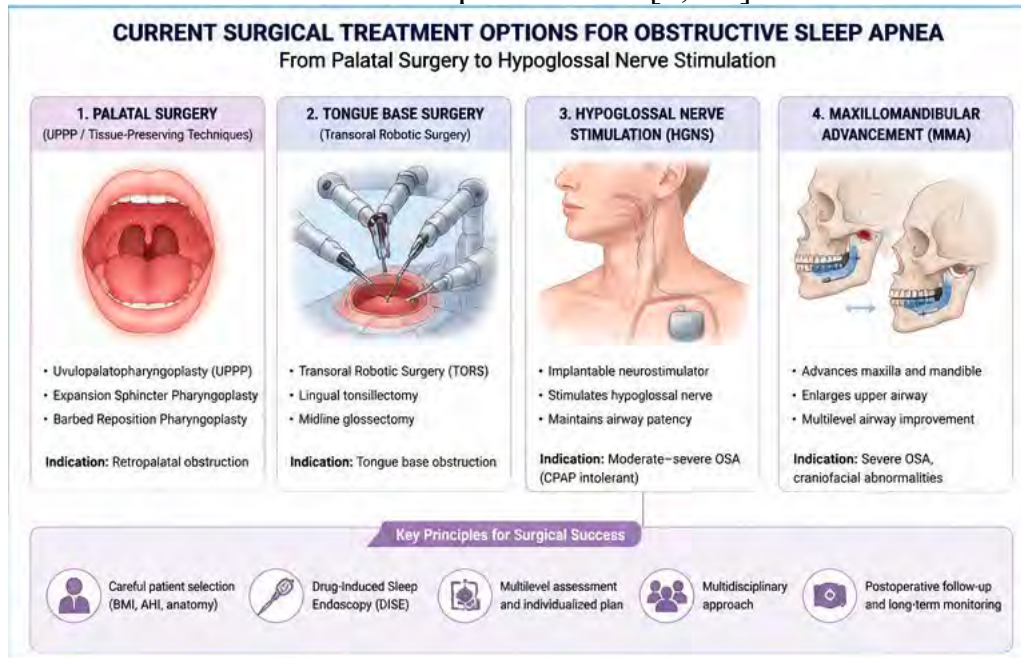


Figure 2. Current Surgical Treatment Options for Obstructive Sleep Apnea: From Palatal Surgery to Hypoglossal Nerve Stimulation

Recent advances in digital health technologies have introduced wearable biosensors, smartphone-based sleep monitoring systems, cloud-connected devices, and artificial intelligence algorithms capable of detecting respiratory events, analyzing sleep architecture, and predicting disease severity. Machine learning models integrating demographic, clinical, imaging, and physiological data have demonstrated promising diagnostic accuracy while supporting personalized treatment strategies and long-term disease monitoring. [9-12] Transoral robotic surgery (TORS) has expanded the surgical management of tongue-base obstruction by providing excellent visualization, improved instrument maneuverability, and precise tissue dissection. TORS allows safe resection of hypertrophic lingual tonsils and tongue-base tissue while minimizing surrounding tissue injury. In selected patients with multilevel airway obstruction, robotic surgery has shown favorable functional outcomes and significant improvements in respiratory parameters. [11-13]

Maxillomandibular advancement remains one of the most effective surgical options for severe OSA, particularly in patients with craniofacial abnormalities. By advancing both the maxilla and mandible, this procedure enlarges the upper airway at multiple anatomical levels, producing durable improvements in airway patency and long-term treatment success. Although highly effective, the procedure requires careful patient selection because of its complexity and associated recovery period. [12-14]

Digital technologies are rapidly transforming the diagnosis, treatment, and long-term management of obstructive sleep apnea. Artificial intelligence algorithms are increasingly used to analyze polysomnographic recordings, detect respiratory events, classify disease severity, and predict treatment response with high accuracy. Machine learning models integrating clinical characteristics, imaging findings, and physiological data support individualized treatment planning and facilitate precision medicine. [13-15]

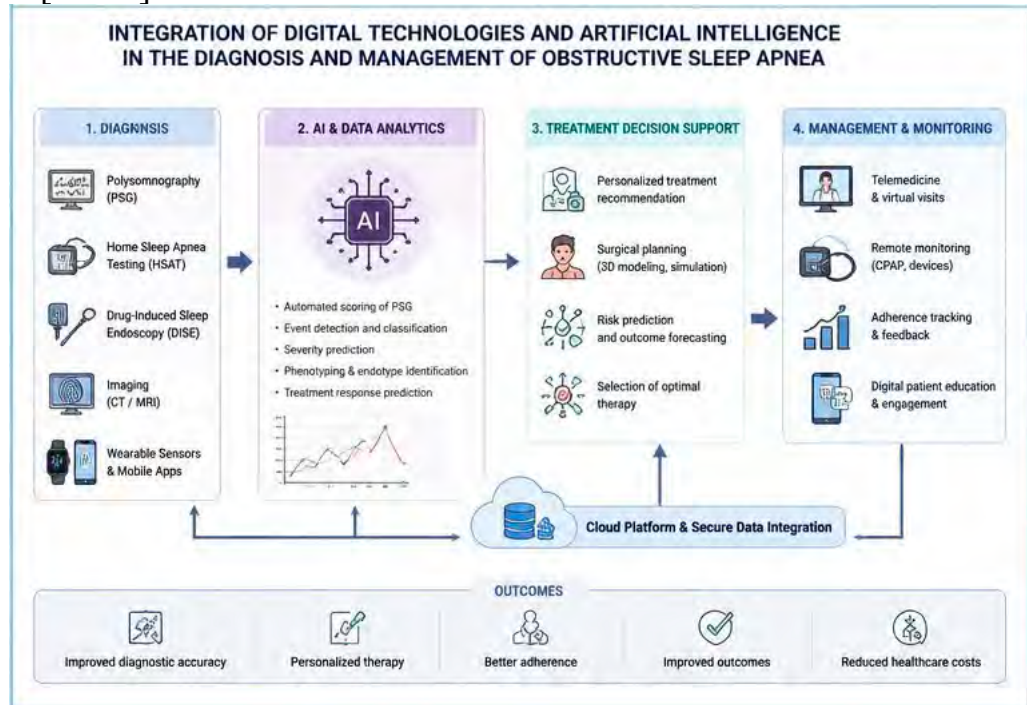


Figure 3. Integration of Digital Technologies and Artificial Intelligence in the Diagnosis and Management of Obstructive Sleep Apnea

Wearable biosensors, smartwatches, wireless pulse oximeters, and smartphone-based monitoring platforms enable continuous assessment of sleep quality, oxygen saturation, heart rate, respiratory patterns, and treatment adherence outside the hospital environment. These technologies improve long-term follow-up while allowing early detection of disease progression or therapeutic failure. [14-16]

CONCLUSION

Obstructive sleep apnea remains a prevalent and clinically significant disorder associated with substantial cardiovascular, metabolic, neurocognitive, and psychological morbidity. Although continuous positive airway pressure continues to represent the standard treatment for moderate-to-severe disease, limitations in long-term adherence have accelerated the development of innovative surgical and digital therapeutic strategies. Modern sleep surgery-including hypoglossal nerve stimulation, transoral robotic surgery, expansion sphincter pharyngoplasty, barbed reposition pharyngoplasty, and maxillomandibular advancement-has significantly expanded treatment options for carefully selected patients. Simultaneously, artificial intelligence, wearable monitoring devices, telemedicine, and advanced digital technologies are transforming diagnosis, treatment planning, postoperative follow-up, and long-term disease monitoring.

The integration of precision medicine with intelligent digital health technologies is expected to further improve individualized patient care, optimize treatment outcomes, and reduce the global burden of obstructive sleep apnea. Continued technological innovation, evidence-based clinical research, and multidisciplinary collaboration will remain fundamental to the future evolution of sleep medicine and sleep surgery.

References

1. Gottlieb DJ, Punjabi NM. Diagnosis and Management of Obstructive Sleep Apnea: A Review. *JAMA*. 2020;323(14):1389-1400. doi: 10.1001/jama.2020.3514.
2. Patil SP, Ayappa IA, Caples SM, Kimoff RJ, Patel SR, Harrod CG. Treatment of Adult Obstructive Sleep Apnea with Positive Airway Pressure: An American Academy of Sleep Medicine Clinical Practice Guideline. *J Clin Sleep Med*. 2019;15(2):335-343. doi: 10.5664/jcsm.7640.
3. Randerath W, Verbraecken J, Andreas S, et al. European Respiratory Society guideline on non-CPAP therapies for obstructive sleep apnoea. *Eur Respir Rev*. 2021;30:210200. doi: 10.1183/16000617.0200-2021.
4. Epstein LJ, Kristo D, Strollo PJ Jr, et al. Clinical guideline for the evaluation, management and long-term care of obstructive sleep apnea in adults. *J Clin Sleep Med*. 2009;5(3):263-276.
5. Veasey SC, Rosen IM. Obstructive Sleep Apnea in Adults. *N Engl J Med*. 2019;380(15):1442-1449. doi: 10.1056/NEJMcp1816152.
6. Benjafield AV, Ayas NT, Eastwood PR, et al. Estimation of the global prevalence and burden of obstructive sleep apnoea. *Lancet Respir Med*. 2019;7(8):687-698. doi: 10.1016/S2213-2600(19)30198-5.
7. Schwab RJ. Upper Airway Imaging. *Clin Chest Med*. 2023;44(2):243-258. doi: 10.1016/j.ccm.2023.02.004.
8. Camacho M, Certal V, Abdullatif J, et al. Myofunctional therapy to treat obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. *Sleep*. 2015;38(5):669-675. doi: 10.5665/sleep.4652.
9. Kent DT, Lee JJ, Strollo PJ Jr, Soose RJ. Upper Airway Stimulation for OSA: Early Adherence and Outcome Results. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2016;155(1):188-193. doi: 10.1177/0194599816630632.
10. Strollo PJ Jr, Soose RJ, Maurer JT, et al. Upper-Airway Stimulation for Obstructive Sleep Apnea. *N Engl J Med*. 2014;370(2):139-149. doi: 10.1056/NEJMoa1308659.
11. Heiser C, Steffen A, Boon M, et al. Post-approval Upper Airway Stimulation Predictors of Treatment Effectiveness. *Laryngoscope*. 2019;129(5):1333-1338. doi: 10.1002/lary.27508.
12. Vicini C, Dallan I, Canzi P, et al. Transoral robotic tongue base resection in obstructive sleep apnoea syndrome. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2010;30(1):30-36.
13. Arora A, Chaidas K, Garas G, et al. Transoral robotic surgery in obstructive sleep apnea: systematic review. *Laryngoscope*. 2016;126(5):1244-1255. doi: 10.1002/lary.25724.

14. Li KK, Riley RW, Powell NB, Guilleminault C. Maxillomandibular advancement for obstructive sleep apnea syndrome. *J Oral Maxillofac Surg.* 2000;58(4):382-387. doi: 10.1016/S0278-2391(00)90917-7.
15. Pang KP, Woodson BT. Expansion sphincter pharyngoplasty: a new technique for the treatment of obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2007;137(1):110-114. doi: 10.1016/j.otohns.2007.02.001.
16. Vicini C, Hendawy E, Campanini A, et al. Barbed reposition pharyngoplasty in OSA surgery. *Sleep Breath.* 2016;20(3):1119-1128. doi: 10.1007/s11325-016-1327-1.

DOI 10.70286/ISU-22.07.2026.013

BIOLOGIC THERAPY IN MODERATE-TO-SEVERE PSORIASIS: CURRENT EVIDENCE AND EMERGING TRENDS

Dauletbayeva Perizat

Anesthesiologist and Intensive Care Specialist Medical Center of the Presidential
Affairs Administration of the Republic of Kazakhstan, Astana

Daurenov Ulykbek

Director, “SHAMSHYRAQ” Research Center,
Almaty, Kazakhstan

Bekzatova Diyana

Resident dermatovenerologist,
Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan

ABSTRACT

Psoriasis is a chronic, immune-mediated inflammatory skin disease affecting approximately 2–3% of the global population and is associated with significant physical, psychological, and socioeconomic burden. Moderate-to-severe psoriasis is characterized by extensive skin involvement, recurrent disease activity, impaired quality of life, and increased risk of multiple systemic comorbidities, including psoriatic arthritis, cardiovascular disease, metabolic syndrome, obesity, diabetes mellitus, and depression. Advances in the understanding of psoriasis immunopathogenesis have transformed therapeutic strategies through the development of biologic agents targeting specific inflammatory cytokines involved in disease progression. Tumor necrosis factor- α (TNF- α), interleukin-12/23 (IL-12/23), interleukin-17 (IL-17), and interleukin-23 (IL-23) inhibitors have demonstrated remarkable efficacy in achieving sustained skin clearance, improving patient-reported outcomes, and reducing systemic inflammation. More recently, precision medicine, molecular biomarkers, pharmacogenomics, and artificial intelligence have emerged as promising tools for optimizing biologic selection, predicting treatment response, and individualizing long-term disease management. This review summarizes the current

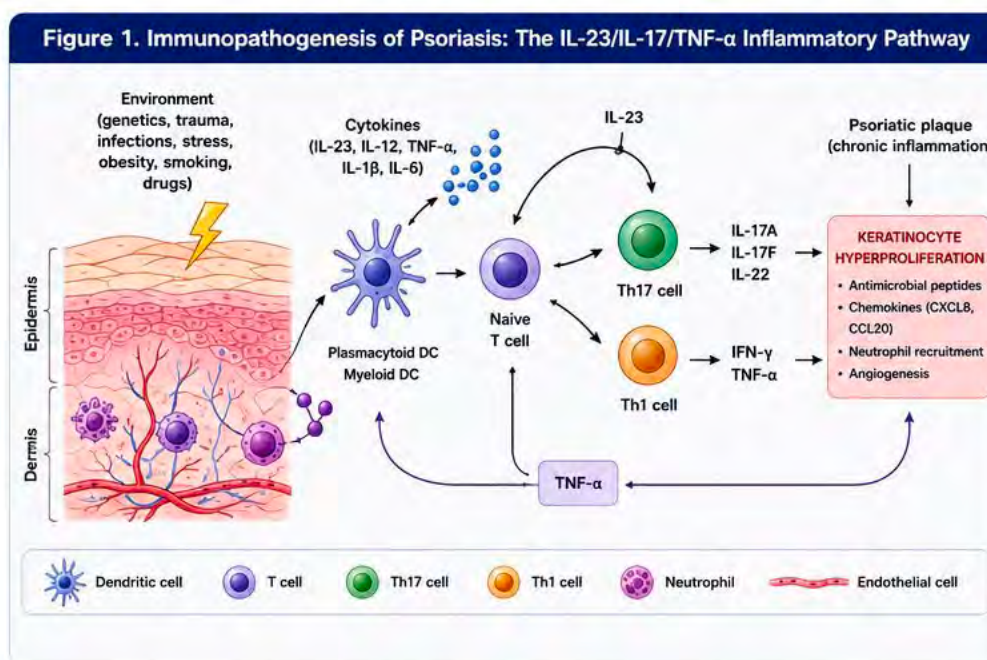
evidence regarding biologic therapy for moderate-to-severe psoriasis, highlighting mechanisms of action, clinical efficacy, safety, emerging biologic agents, and future perspectives in personalized dermatologic care.

Keywords: psoriasis; biologic therapy; IL-17 inhibitors; IL-23 inhibitors; TNF- α inhibitors; personalized medicine; biomarkers; artificial intelligence; dermatology; immunology.

INTRODUCTION

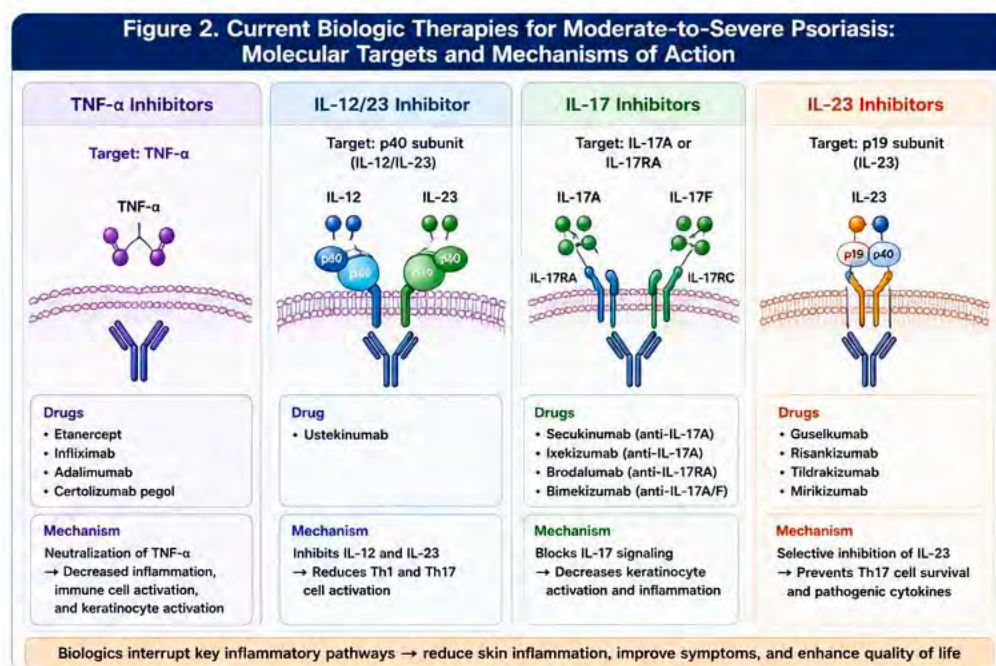
Psoriasis is a chronic immune-mediated inflammatory disease characterized by abnormal keratinocyte proliferation, persistent activation of innate and adaptive immune responses, and systemic inflammation. Although traditionally considered a skin disorder, psoriasis is now recognized as a multisystem inflammatory disease associated with numerous comorbid conditions that substantially increase long-term morbidity and mortality. Moderate-to-severe psoriasis accounts for approximately 20-30% of all cases and frequently requires systemic therapy to achieve adequate disease control. [1-3]

The pathogenesis of psoriasis involves a complex interaction between genetic susceptibility, environmental triggers, immune dysregulation, and inflammatory cytokine signaling. Advances in molecular immunology have identified the IL-23/IL-17/TNF- α axis as the central pathway responsible for chronic cutaneous inflammation. This discovery has revolutionized therapeutic approaches by enabling the development of highly targeted biologic agents capable of selectively inhibiting key inflammatory mediators while preserving broader immune function. [2-4] Over the past two decades, biologic therapies have dramatically improved treatment outcomes compared with conventional systemic agents such as methotrexate, cyclosporine, acitretin, and phototherapy. Modern biologics achieve high rates of complete or near-complete skin clearance, improve quality of life, reduce disease relapse, and effectively manage associated psoriatic arthritis. Moreover, favorable long-term safety profiles have expanded their use across diverse patient populations. [5]



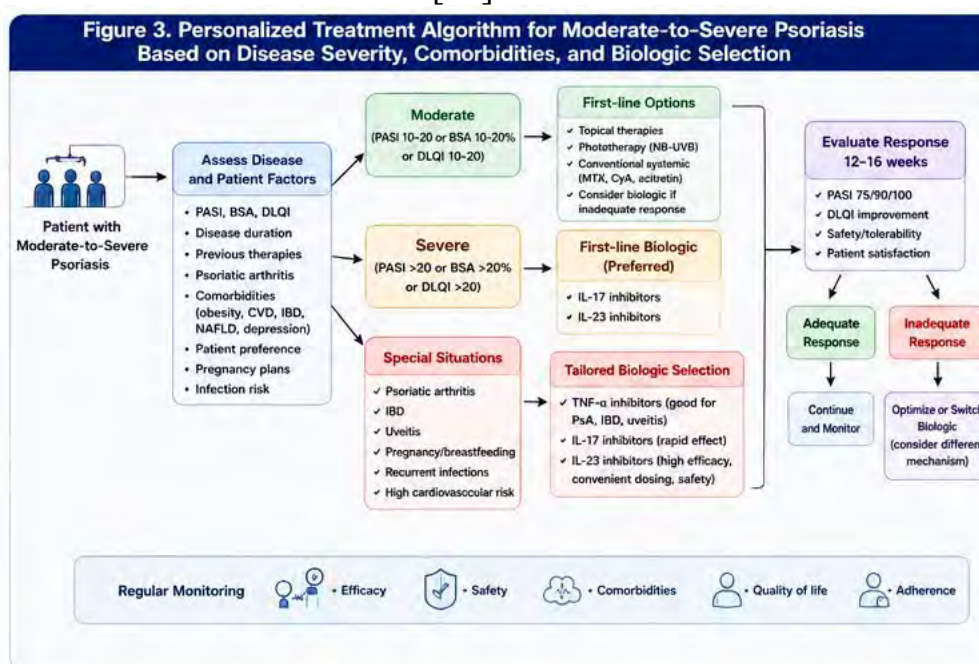
Despite these advances, considerable variability exists in individual therapeutic response, treatment durability, and adverse event profiles. Consequently, increasing attention has been directed toward identifying predictive biomarkers, pharmacogenomic signatures, and clinical characteristics capable of guiding individualized biologic selection. Artificial intelligence and machine learning technologies are further enhancing precision medicine by integrating clinical, molecular, imaging, and genetic data into predictive models that optimize therapeutic decision-making. [6] This review discusses the immunopathogenesis of psoriasis, current biologic therapies, emerging treatment strategies, clinical outcomes, and future perspectives regarding precision medicine in the management of moderate-to-severe psoriasis. [7] A comprehensive understanding of psoriasis immunopathogenesis has enabled the development of highly selective biologic therapies targeting individual cytokines within the inflammatory cascade. These therapies interrupt disease-specific immune pathways while minimizing generalized immunosuppression, thereby improving efficacy and long-term safety compared with conventional systemic treatments. [8]

Biologic therapy has fundamentally transformed the treatment of moderate-to-severe psoriasis by selectively targeting cytokines that drive disease pathogenesis. Compared with conventional systemic therapies, biologic agents provide higher rates of skin clearance, more durable clinical responses, improved quality of life, and favorable long-term safety profiles. Current biologics primarily target TNF- α , IL-12/23, IL-17, and IL-23, reflecting advances in the understanding of psoriasis immunobiology. [9,10]



Tumor necrosis factor- α (TNF- α) inhibitors were the first biologic agents approved for psoriasis treatment and include adalimumab, infliximab, etanercept, and certolizumab pegol. These agents effectively reduce systemic inflammation and remain valuable therapeutic options, particularly in patients with concomitant psoriatic arthritis, inflammatory bowel disease, or uveitis. However, their efficacy in achieving

complete skin clearance is generally lower than that of newer IL-17 and IL-23 inhibitors. [11] IL-12/23 inhibition, represented by ustekinumab, selectively targets the shared p40 subunit of IL-12 and IL-23. Ustekinumab provides durable disease control, convenient dosing schedules, and an established long-term safety profile. Although highly effective, it has gradually been surpassed by selective IL-23 inhibitors in terms of sustained PASI 90 and PASI 100 response rates. [12] Selective IL-17 inhibitors, including secukinumab, ixekizumab, brodalumab, and bimekizumab, produce rapid clinical improvement and exceptionally high rates of complete or near-complete skin clearance. By directly inhibiting IL-17-mediated keratinocyte activation, these agents effectively suppress the central inflammatory pathway responsible for plaque formation. Clinical trials have consistently demonstrated superior efficacy compared with older biologic therapies, particularly for patients with extensive skin involvement and difficult-to-treat anatomical sites. [13]



More recently, selective IL-23 inhibitors, including guselkumab, risankizumab, tildrakizumab, and mirikizumab, have emerged as among the most effective biologic therapies for psoriasis. By selectively inhibiting the p19 subunit of IL-23, these agents provide durable suppression of the Th17 pathway while preserving broader immune function. Long-term extension studies have demonstrated sustained clinical remission, excellent safety profiles, infrequent dosing schedules, and high patient satisfaction, making IL-23 inhibition an increasingly preferred first-line biologic strategy for many patients with moderate-to-severe psoriasis. [14] Recent advances in immunology and molecular biology have accelerated the development of next-generation biologic therapies designed to achieve deeper, more durable, and individualized disease control. Novel biologic agents target increasingly specific components of the inflammatory cascade while minimizing systemic immunosuppression. In addition to established IL-17 and IL-23 inhibitors, newer therapies focusing on dual cytokine inhibition, engineered monoclonal antibodies, and innovative immune modulators are currently being evaluated in clinical trials. [15]

CONCLUSION

Moderate-to-severe psoriasis is a chronic systemic inflammatory disease driven primarily by dysregulation of the IL-23/IL-17/TNF- α immune pathway. Advances in the understanding of disease immunopathogenesis have revolutionized treatment through the development of highly effective biologic therapies targeting specific inflammatory cytokines. Current biologic agents-including TNF- α , IL-12/23, IL-17, and IL-23 inhibitors-provide remarkable improvements in skin clearance, quality of life, and long-term disease control while maintaining favorable safety profiles. Emerging biomarkers, pharmacogenomics, artificial intelligence, and precision medicine are expected to further optimize therapeutic selection and individualized patient management.

Continued advances in molecular immunology, digital health technologies, and next-generation biologic therapies will shape the future of psoriasis treatment, enabling more precise, effective, and personalized approaches that improve both dermatologic and systemic health outcomes.

References

1. Griffiths CEM, Armstrong AW, Gudjonsson JE, Barker JNWN. Psoriasis. *Lancet*. 2021;397(10281):1301-1315. doi: 10.1016/S0140-6736(20)32549-6.
2. Armstrong AW, Read C. Pathophysiology, Clinical Presentation, and Treatment of Psoriasis. *JAMA*. 2020;323(19):1945-1960. doi: 10.1001/jama.2020.4006.
3. Nestle FO, Kaplan DH, Barker J. Psoriasis. *N Engl J Med*. 2009;361(5):496-509. doi: 10.1056/NEJMra0804595.
4. Lowes MA, Suárez-Fariñas M, Krueger JG. Immunology of Psoriasis. *Annu Rev Immunol*. 2014;32:227-255. doi: 10.1146/annurev-immunol-032713-120225.
5. Boehncke WH, Schön MP. Psoriasis. *Lancet*. 2015;386(9997):983-994. doi: 10.1016/S0140-6736(14)61909-7.
6. Gordon KB, Strober B, Lebwohl M, et al. Efficacy and Safety of Risankizumab in Moderate-to-Severe Plaque Psoriasis (UltIMMa-1 and UltIMMa-2). *Lancet*. 2018;392(10148):650-661. doi: 10.1016/S0140-6736(18)31713-6.
7. Reich K, Armstrong AW, Foley P, et al. Efficacy and Safety of Guselkumab Compared with Adalimumab (VOYAGE 1). *Lancet*. 2017;390(10091):228-238. doi: 10.1016/S0140-6736(17)31287-5.
8. Blauvelt A, Reich K, Tsai TF, et al. Secukinumab Is Superior to Ustekinumab in Clearing Skin of Subjects with Moderate-to-Severe Plaque Psoriasis (CLEAR). *J Am Acad Dermatol*. 2017;76(1):60-69.e9. doi: 10.1016/j.jaad.2016.08.008.
9. Reich K, Papp KA, Blauvelt A, et al. Tildrakizumab versus Placebo or Etanercept for Chronic Plaque Psoriasis (reSURFACE 1 and 2). *Lancet*. 2017;390(10091):276-288. doi: 10.1016/S0140-6736(17)31279-6.
10. Mease PJ, Smolen JS, Behrens F, et al. A Head-to-Head Comparison of Guselkumab and Secukinumab in Psoriasis (ECLIPSE Trial). *Lancet*. 2020;395(10231):1311-1324. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30564-2.
11. Gordon KB, Blauvelt A, Papp KA, et al. Phase 3 Trials of Bimekizumab in Moderate-to-Severe Plaque Psoriasis. *N Engl J Med*. 2021;385(2):142-152. doi: 10.1056/NEJMoa2102388.

12. Blauvelt A, Papp KA, Griffiths CEM, et al. Efficacy and Safety of Risankizumab versus Ustekinumab. *Lancet*. 2017;390(10091):228-238. doi: 10.1016/S0140-6736(17)31287-5.
13. Reich K, Warren RB, Lebwohl M, et al. Bimekizumab versus Secukinumab in Plaque Psoriasis (BE RADIANT). *N Engl J Med*. 2021;385(2):153-164. doi: 10.1056/NEJMoa2102383.
14. Warren RB, Blauvelt A, Bagel J, et al. Brodalumab: Long-Term Efficacy and Safety in Plaque Psoriasis. *Br J Dermatol*. 2020;183(4):697-705. doi: 10.1111/bjd.18863.
15. Menter A, Strober BE, Kaplan DH, et al. Joint AAD–NPF Guidelines of Care for the Management of Psoriasis with Biologics. *J Am Acad Dermatol*. 2019;80(4):1029-1072. doi: 10.1016/j.jaad.2018.11.057.

DOI 10.70286/ISU-22.07.2026.014

ADVANCES IN MINIMALLY INVASIVE CARDIAC SURGERY: CURRENT EVIDENCE AND FUTURE DIRECTIONS

Abuov Saparbay Makhanbetovich

Professor

Asfendiyarov Kazakh National Medical University
Almaty, Kazakhstan

Daurenov Ulykbek Ergeshbaevich

Surgeon, City Clinical Hospital No. 7
Almaty, Kazakhstan

Karimov Daniyar Amitbekovich

Medical Intern

Turekulova Aida Erlankyzy

Medical Intern

Asfendiyarov Kazakh National Medical University
Almaty, Kazakhstan

ABSTRACT

Minimally invasive cardiac surgery has transformed the field of cardiovascular surgery by reducing surgical trauma while maintaining the safety and effectiveness of conventional open-heart procedures. Advances in surgical techniques, endoscopic visualization, robotic-assisted systems, three-dimensional imaging, and perioperative management have expanded the indications for minimally invasive approaches in coronary artery bypass grafting (CABG), valve surgery, congenital heart disease repair, and selected aortic procedures. Compared with median sternotomy, minimally invasive techniques are associated with reduced blood loss, lower postoperative pain, shorter

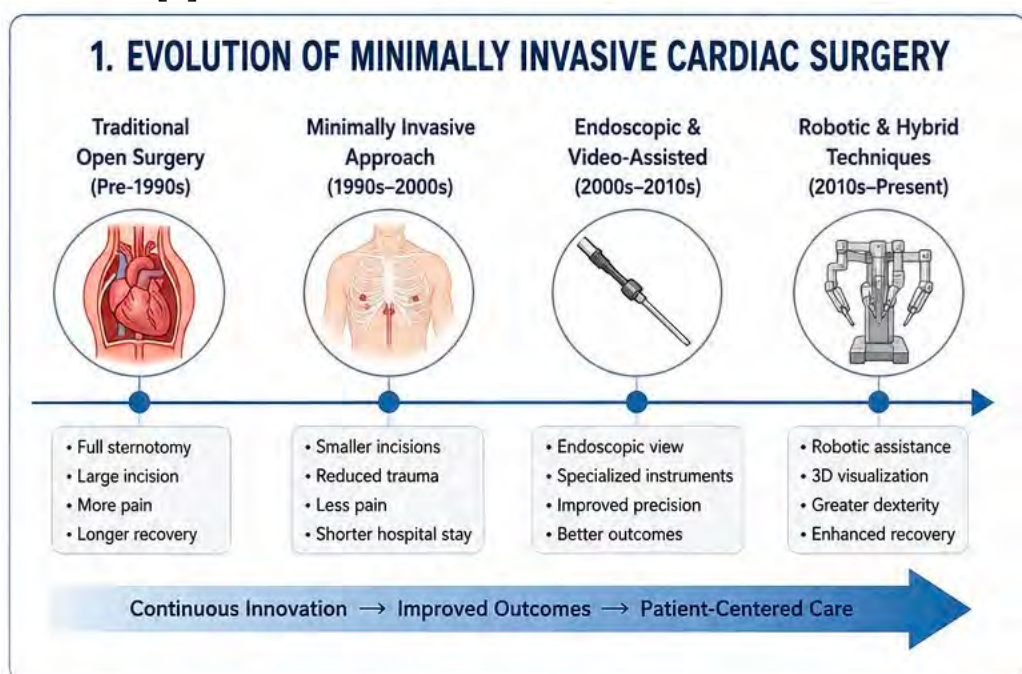
intensive care unit and hospital stays, faster functional recovery, improved cosmetic outcomes, and enhanced patient satisfaction without compromising long-term clinical results. The integration of artificial intelligence (AI), virtual reality, augmented reality, three-dimensional surgical planning, and robotic technologies is further improving surgical precision, intraoperative decision-making, and personalized patient care. Despite these advantages, widespread implementation remains limited by the learning curve, equipment costs, and the need for specialized multidisciplinary teams.

Keywords: minimally invasive cardiac surgery; robotic cardiac surgery; coronary artery bypass grafting; mitral valve surgery; aortic valve surgery; artificial intelligence; robotic-assisted surgery; cardiovascular surgery; precision medicine; enhanced recovery.

INTRODUCTION

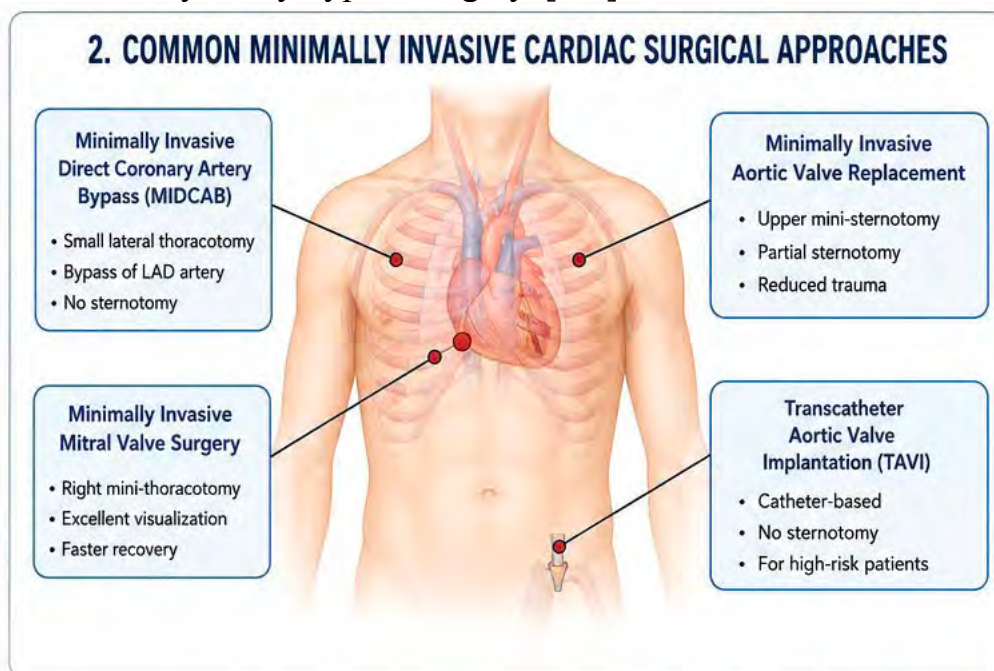
Cardiovascular disease remains the leading cause of morbidity and mortality worldwide, making cardiac surgery an essential component of modern cardiovascular care. For decades, median sternotomy has been considered the standard surgical approach for most cardiac procedures because it provides excellent exposure of the heart and great vessels. However, full sternotomy is associated with considerable surgical trauma, postoperative pain, prolonged recovery, wound complications, and delayed return to normal daily activities. These limitations have stimulated the development of minimally invasive cardiac surgery (MICS), which aims to achieve equivalent surgical outcomes while minimizing operative injury. [1-3]

Minimally invasive cardiac surgery encompasses a broad range of procedures performed through small thoracic incisions without complete division of the sternum. Depending on the clinical indication, these approaches may include mini-thoracotomy, partial sternotomy, thoracoscopic surgery, totally endoscopic procedures, and robotic-assisted operations. Initially developed for mitral valve repair, minimally invasive techniques have progressively expanded to coronary artery bypass grafting, aortic valve replacement, tricuspid valve surgery, atrial septal defect closure, and selected aortic procedures. [4]



Continuous improvements in high-definition endoscopic imaging, robotic surgical systems, three-dimensional visualization, specialized surgical instruments, myocardial protection strategies, extracorporeal circulation techniques, and perioperative anesthesia have significantly improved both the safety and reproducibility of minimally invasive procedures. Numerous randomized trials, observational studies, and meta-analyses have demonstrated that appropriately selected patients undergoing MICS experience reduced blood loss, fewer postoperative complications, shorter intensive care unit stays, earlier mobilization, improved cosmetic outcomes, and faster recovery while maintaining survival rates comparable with conventional surgery. [5]

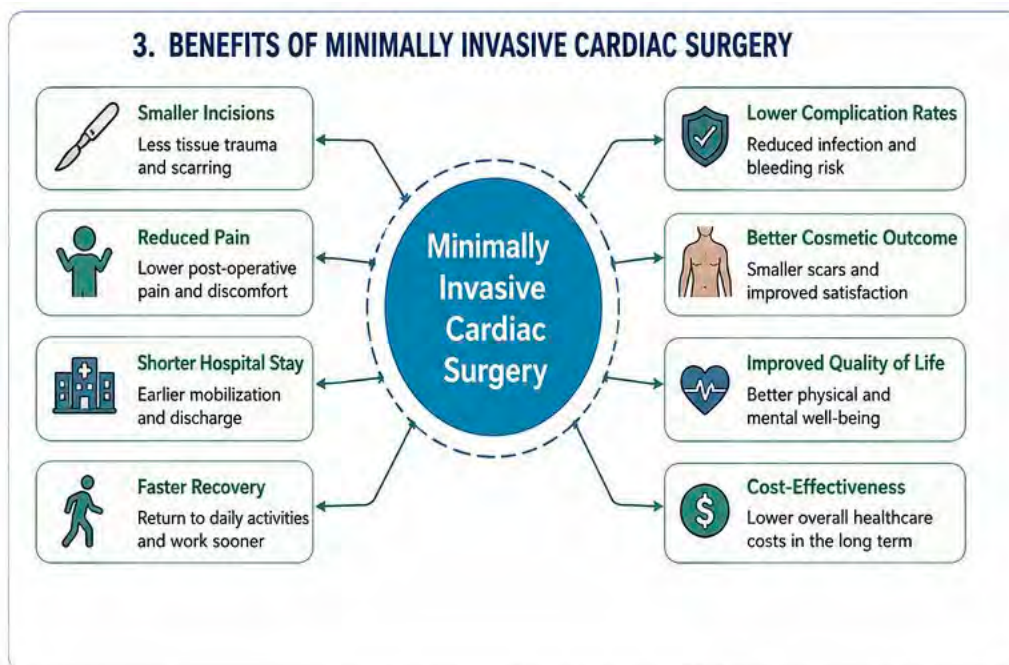
The future of cardiac surgery is increasingly influenced by digital technologies. Artificial intelligence, machine learning, three-dimensional printing, virtual reality, augmented reality, digital twins, and advanced robotic platforms are expected to enhance surgical planning, intraoperative navigation, risk prediction, and personalized treatment strategies. These innovations may further improve procedural precision, reduce complications, and optimize long-term clinical outcomes. [4-6] This review summarizes the evolution of minimally invasive cardiac surgery, current operative techniques, contemporary clinical evidence, and future technological developments that are reshaping modern cardiovascular surgery. [5-7] Another important development has been the increasing adoption of minimally invasive coronary artery bypass grafting (MICS CABG) and totally endoscopic coronary artery bypass (TECAB). These approaches avoid full sternotomy while achieving effective myocardial revascularization. In carefully selected patients, minimally invasive coronary surgery has demonstrated reduced postoperative pain, shorter hospital stays, earlier return to work, and excellent long-term graft patency compared with conventional coronary artery bypass surgery. [5-8]



Modern minimally invasive cardiac surgery has evolved from a niche surgical technique into a comprehensive treatment strategy supported by standardized operative

protocols, multidisciplinary heart teams, enhanced recovery pathways, and advanced perioperative care. International clinical guidelines increasingly recognize minimally invasive approaches as appropriate alternatives to conventional surgery in selected patients, particularly for isolated mitral valve disease and specific coronary revascularization procedures. [9]

Contemporary minimally invasive cardiac surgery encompasses a wide spectrum of operative techniques tailored to individual cardiac pathologies. Careful patient selection, comprehensive preoperative imaging, multidisciplinary evaluation, and surgeon experience remain essential determinants of successful outcomes. Advances in imaging technology, instrumentation, and extracorporeal circulation have significantly broadened the indications for minimally invasive approaches across multiple cardiac diseases. [10] Minimally invasive mitral valve surgery has become one of the most widely adopted MICS procedures. Most operations are performed through a right mini-thoracotomy with peripheral cardiopulmonary bypass and video-assisted visualization. Numerous studies have demonstrated that minimally invasive mitral valve repair achieves repair durability, mortality, and long-term survival comparable with conventional sternotomy while reducing blood transfusion requirements, postoperative pain, wound complications, and hospital length of stay. [11]



Minimally invasive aortic valve surgery is commonly performed through upper partial sternotomy or right anterior mini-thoracotomy. These approaches provide excellent surgical exposure while preserving sternal stability and reducing postoperative discomfort. Clinical evidence indicates that minimally invasive aortic valve replacement offers outcomes comparable to conventional surgery with faster recovery, earlier mobilization, and improved cosmetic satisfaction. The increasing availability of rapid-deployment and sutureless prosthetic valves has further facilitated minimally invasive valve implantation by reducing operative and aortic cross-clamp times. [12] Minimally invasive coronary artery bypass grafting (MICS CABG) is

performed through a left mini-thoracotomy without median sternotomy. This approach enables surgical revascularization while minimizing musculoskeletal trauma. In selected patients with multivessel coronary artery disease, MICS CABG has demonstrated excellent graft patency, reduced postoperative bleeding, fewer wound infections, shorter intensive care unit stays, and more rapid return to normal physical activity. Hybrid coronary revascularization combining minimally invasive surgery with percutaneous coronary intervention has emerged as an attractive strategy for patients with complex coronary anatomy. [13] Totally endoscopic and robotic-assisted cardiac surgery represents the most technologically advanced form of minimally invasive cardiac surgery. Utilizing robotic surgical systems with high-definition three-dimensional visualization and articulated instruments, surgeons can perform complex intracardiac procedures through several small port incisions without rib spreading or sternotomy. Robotic approaches have demonstrated excellent clinical outcomes, particularly for mitral valve repair, atrial septal defect closure, and selected coronary artery bypass procedures. However, widespread adoption remains limited by equipment costs, prolonged learning curves, and the need for highly specialized multidisciplinary teams. [14]

Several studies have reported shorter intensive care unit stays and reduced total hospital length of stay following minimally invasive mitral valve surgery, aortic valve replacement, and coronary artery bypass grafting. Enhanced recovery is associated with faster return to normal physical activity, earlier resumption of employment, and higher patient satisfaction. Improved cosmetic outcomes resulting from smaller surgical incisions also contribute positively to postoperative quality of life, particularly among younger patients. [15]

CONCLUSION

Minimally invasive cardiac surgery has become an essential component of contemporary cardiovascular care, offering a safe and effective alternative to conventional median sternotomy for appropriately selected patients. Continuous advances in surgical techniques, endoscopic visualization, robotic-assisted technology, myocardial protection, and perioperative management have significantly expanded the indications for minimally invasive procedures involving coronary artery bypass grafting, valve repair and replacement, congenital heart disease, and selected aortic operations.

Current clinical evidence demonstrates that minimally invasive cardiac surgery is associated with reduced surgical trauma, lower postoperative pain, decreased blood loss, shorter intensive care unit and hospital stays, faster functional recovery, improved cosmetic outcomes, and enhanced patient satisfaction while maintaining excellent long-term survival, valve durability, and graft patency comparable to conventional surgery. These advantages contribute to improved quality of life and may reduce overall healthcare costs through accelerated postoperative recovery and fewer complications.

References

1. Poddi S, Rungatscher A. Minimally Invasive Cardiac Surgery: A State-of-the-Art Review. *J Clin Med*. 2026;15(1):371. doi: 10.3390/jcm15010371.
2. Holubec T, Dahle G, Bonaros N. Editorial: Minimally invasive cardiac surgery: state of the art and current challenges. *Front Cardiovasc Med*. 2023;10:1286868. doi: 10.3389/fcvm.2023.1286868.
3. Wilbring M. Advancing Minimally Invasive Cardiac Surgery-Let's Take a Look into the Future. *J Clin Med*. 2025;14(3):904. doi: 10.3390/jcm14030904.
4. Raja SG. New Clinical Advances in Minimally Invasive Coronary Surgery. *J Clin Med*. 2025;14(9):3142. doi: 10.3390/jcm14093142.
5. Aston D, Zeloof D, Falter F. Anaesthesia for Minimally Invasive Cardiac Surgery. *J Cardiovasc Dev Dis*. 2023;10(11):462. doi: 10.3390/jcdd10110462.
6. Sündermann SH, et al. Beyond Conventional Operations: Embracing the Era of Contemporary Minimally Invasive Cardiac Surgery. *J Clin Med*. 2023;12(23):7210. doi: 10.3390/jcm12237210.
7. Ramponi F, et al. Quality of life in patients undergoing minimally invasive cardiac surgery: a systematic review. *Indian J Thorac Cardiovasc Surg*. 2023;39:367-380. doi: 10.1007/s12055-023-01501-y.
8. Bonaros N, et al. Is There a Future for Minimal Access and Robots in Cardiac Surgery? *J Cardiovasc Dev Dis*. 2023;10(9):380. doi: 10.3390/jcdd10090380.
9. Glauber M, et al. Minimally invasive mitral valve surgery: current status and future directions. *Ann Cardiothorac Surg*. 2022;11(3):231-240. doi: 10.21037/acs-2022-mvs-21.
10. Iribarne A, et al. Minimally invasive mitral valve surgery: current perspectives and future challenges. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2021;162(5):1480-1490. doi: 10.1016/j.jtcvs.2020.06.143.
11. Holzhay DM, et al. Robotic totally endoscopic coronary artery bypass grafting: current results and future perspectives. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2021;59(2):311-318. doi: 10.1093/ejcts/ezaa320.
12. Falk V, et al. Robotic cardiac surgery-current status and future perspectives. *Ann Cardiothorac Surg*. 2022;11(3):255-263. doi: 10.21037/acs-2022-rass-20.
13. Bonaros N, et al. Minimally invasive coronary artery bypass grafting: state of the art. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2021;59(3):512-520. doi: 10.1093/ejcts/ezaa411.
14. Kieser TM, et al. Minimally invasive coronary artery bypass grafting: outcomes and future directions. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2020;160(6):1570-1578. doi: 10.1016/j.jtcvs.2020.03.139.
15. Dieberg G, et al. Minimally invasive cardiac surgery versus conventional surgery: systematic review and meta-analysis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2020;31(5):683-692. doi: 10.1093/icvts/ivaa151.

MODERN APPROACHES TO THE PREDICTION AND PREVENTION OF PREECLAMPSIA: THE ROLE OF BIOMARKERS, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, AND PERSONALIZED MEDICINE

Zholdas Ainur Kozhakhmetkyzy

Resident, JSC Scientific Center of Obstetrics, Gynecology
and Perinatology, Almaty, Kazakhstan,

Daurenov Ulykbek Ergeshbayevich

Director, “SHAMSHYRAQ” Research Center
Almaty, Kazakhstan

Mansurova Dilnaz Ruslanovna

Medical Intern
Asfendiyarov Kazakh National Medical University
Almaty, Kazakhstan

ABSTRACT

Preeclampsia is a multisystem hypertensive disorder of pregnancy and remains one of the leading causes of maternal and perinatal morbidity and mortality worldwide. Despite substantial advances in obstetric care, early prediction and effective prevention remain major clinical challenges because the disease develops through complex interactions between abnormal placentation, maternal cardiovascular maladaptation, immune dysregulation, angiogenic imbalance, endothelial dysfunction, and genetic susceptibility. Traditional screening methods based solely on maternal history demonstrate limited predictive performance. Recent advances in biomarker research, artificial intelligence (AI), and precision medicine have significantly improved risk stratification and early identification of women at high risk for developing preeclampsia. Biomarkers such as placental growth factor (PlGF), soluble fms-like tyrosine kinase-1 (sFlt-1), pregnancy-associated plasma protein-A (PAPP-A), placental protein-13 (PP13), and circulating cell-free nucleic acids have shown considerable diagnostic and prognostic value. Simultaneously, machine learning algorithms, digital health platforms, wearable technologies, and multimodal predictive models are enhancing individualized risk assessment and clinical decision-making. Personalized preventive strategies, including low-dose aspirin, calcium supplementation, lifestyle optimization, and intensive maternal surveillance, have demonstrated significant reductions in adverse pregnancy outcomes when implemented early in high-risk populations. This review summarizes current advances in the prediction and prevention of preeclampsia, emphasizing the growing roles of biomarkers, artificial intelligence, and personalized medicine in improving maternal and fetal outcomes.

Keywords: Preeclampsia; biomarkers; placental growth factor; sFlt-1; artificial intelligence; machine learning; personalized medicine; pregnancy; obstetrics; precision medicine.

INTRODUCTION

Preeclampsia is a pregnancy-specific multisystem disorder characterized by new-onset hypertension after 20 weeks of gestation accompanied by proteinuria and/or evidence of maternal organ dysfunction or uteroplacental insufficiency. Affecting approximately 2-8% of pregnancies worldwide, preeclampsia remains a major contributor to maternal mortality, preterm birth, fetal growth restriction, and long-term cardiovascular complications in both mothers and offspring. [1,2]

Although the exact pathogenesis remains incompletely understood, preeclampsia is widely recognized as a syndrome resulting from abnormal placental development followed by widespread maternal endothelial dysfunction. Defective trophoblastic invasion of the spiral arteries results in impaired placental perfusion, oxidative stress, ischemia, and excessive release of anti-angiogenic and inflammatory mediators into the maternal circulation. These pathological processes initiate systemic vascular dysfunction, hypertension, renal injury, hepatic impairment, coagulation abnormalities, and multiorgan involvement. [3]

Early identification of women at increased risk for preeclampsia is essential because timely preventive interventions can substantially reduce disease incidence and improve pregnancy outcomes. However, conventional screening methods based solely on maternal demographic and clinical risk factors provide only moderate predictive accuracy. Consequently, significant research has focused on identifying reliable biochemical, genetic, and imaging biomarkers capable of detecting disease before the onset of clinical manifestations. [3-5]

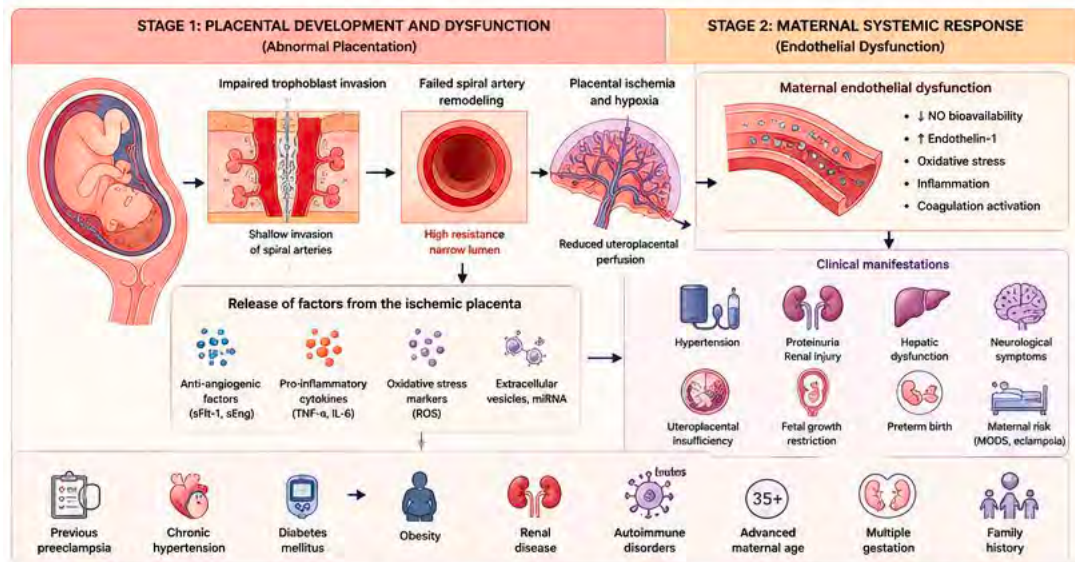


Figure 1. Pathophysiology of Preeclampsia: From Abnormal Placentation to Maternal Endothelial Dysfunction

Recent advances in molecular diagnostics have identified several promising biomarkers, including placental growth factor (PlGF), soluble fms-like tyrosine kinase-1 (sFlt-1), placental protein-13 (PP13), pregnancy-associated plasma protein-A (PAPP-A), circulating microRNAs, extracellular vesicles, and cell-free fetal DNA. These biomarkers reflect key pathological mechanisms and improve early risk

prediction when combined with maternal clinical characteristics and ultrasound parameters. [4-6]

Artificial intelligence, machine learning, and digital health technologies have further transformed prenatal risk assessment by enabling integration of large multidimensional datasets into highly accurate predictive models. Personalized medicine approaches incorporating clinical, biochemical, imaging, and genomic information now offer the potential for individualized prevention strategies and optimized antenatal care. [5-8]

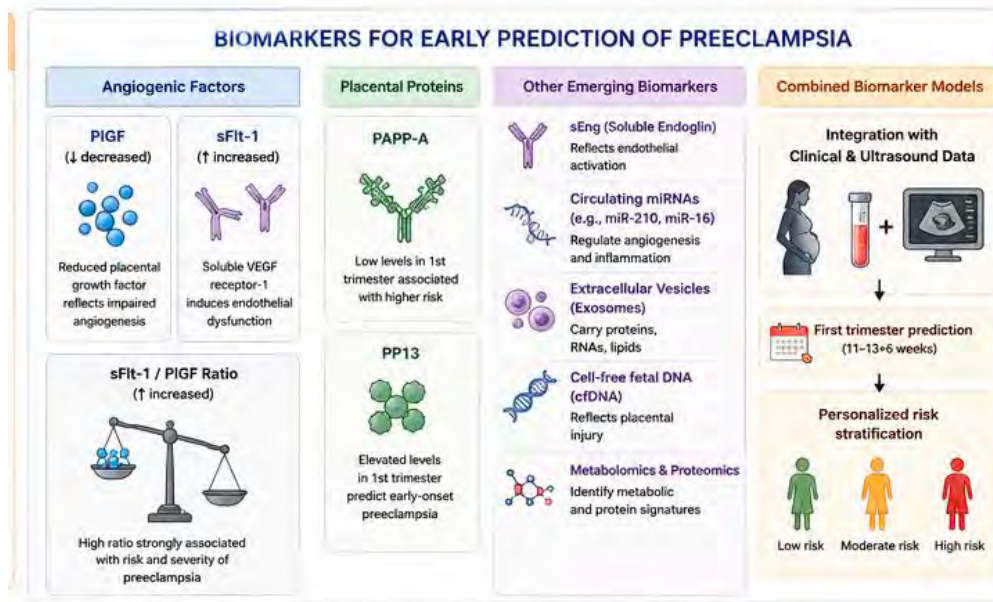


Figure 2. Current Biomarkers for Early Prediction of Preeclampsia

Among currently available biomarkers, placental growth factor (PlGF) and soluble fms-like tyrosine kinase-1 (sFlt-1) are the most extensively validated. Reduced maternal serum PlGF concentrations together with elevated sFlt-1 levels reflect impaired placental angiogenesis and endothelial dysfunction. The sFlt-1/PlGF ratio has become an important clinical tool for diagnosing suspected preeclampsia, predicting disease progression, and guiding obstetric management. Numerous prospective studies have demonstrated high negative predictive value for excluding preeclampsia within the subsequent week among women presenting with clinical suspicion of the disease. [7-10] First-trimester biomarkers such as pregnancy-associated plasma protein-A (PAPP-A), placental protein-13 (PP13), and uterine artery Doppler pulsatility index further enhance predictive performance when incorporated into combined screening models. These multimodal approaches integrate maternal clinical characteristics, blood pressure measurements, biochemical markers, and ultrasound findings to identify women who may benefit from preventive therapy early in pregnancy. [8-11]

Emerging biomarkers, including circulating microRNAs, extracellular vesicles, cell-free fetal DNA, metabolomic profiles, proteomic signatures, and inflammatory cytokines, are currently being investigated as potential tools for earlier disease detection and improved prediction of adverse maternal and fetal outcomes. Advances in high-throughput molecular technologies and multi-omics analyses are expected to facilitate the development of highly individualized predictive models in the near future.

[9-12] Artificial intelligence (AI) and digital health technologies are rapidly transforming the prediction and prevention of preeclampsia by enabling the analysis of complex multidimensional clinical data that exceed the capabilities of conventional statistical methods. Machine learning algorithms can simultaneously integrate maternal demographic characteristics, medical history, blood pressure measurements, laboratory biomarkers, ultrasound findings, genetic information, and lifestyle factors to generate highly individualized risk estimates during early pregnancy. [13] Supervised machine learning models, including random forests, support vector machines, gradient boosting algorithms, and artificial neural networks, have demonstrated excellent predictive performance for identifying women at high risk of developing preeclampsia. These models consistently outperform traditional risk assessment strategies based solely on maternal clinical characteristics and improve early identification of patients who may benefit from preventive interventions. [14]

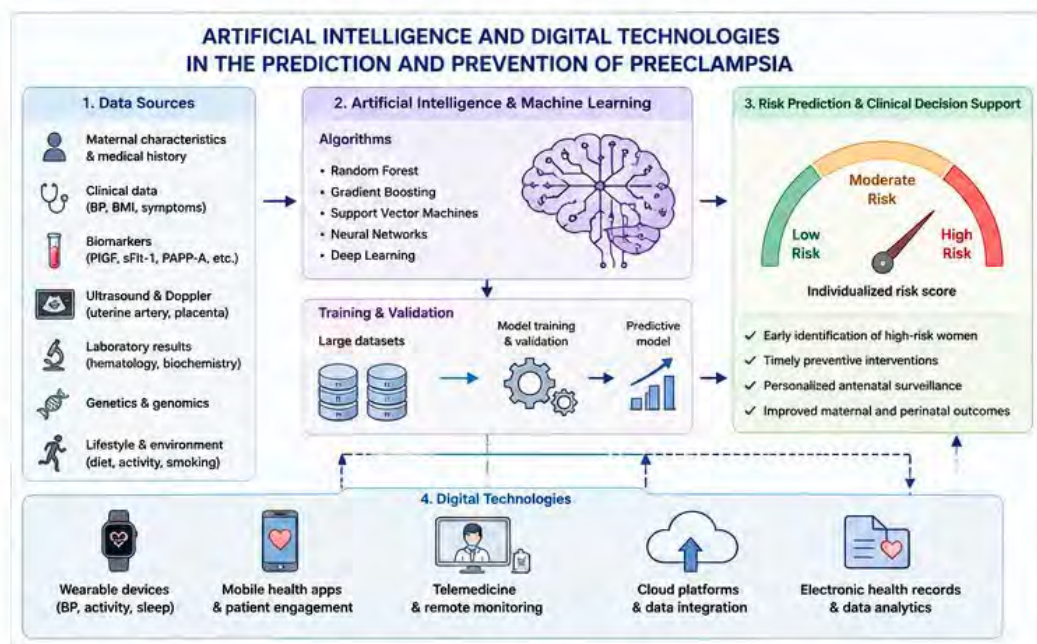


Figure 3. Artificial Intelligence and Digital Technologies in the Prediction and Prevention of Preeclampsia

Artificial intelligence has also enhanced the interpretation of obstetric ultrasound examinations. Deep learning algorithms are capable of automated analysis of uterine artery Doppler waveforms, placental morphology, fetal biometry, and vascular perfusion, thereby improving diagnostic accuracy while reducing operator-dependent variability. Integration of imaging data with circulating biomarkers further increases predictive precision and facilitates individualized clinical decision-making. [12-15] Digital health technologies, including wearable devices, smartphone applications, cloud-based monitoring systems, and telemedicine platforms, are increasingly incorporated into antenatal care. Continuous monitoring of maternal blood pressure, heart rate, physical activity, sleep quality, and other physiological parameters enables early detection of clinical deterioration while supporting remote prenatal surveillance. These technologies improve patient engagement, facilitate timely medical intervention, and enhance access to specialized obstetric care, particularly in underserved regions. [16]

CONCLUSION

Preeclampsia remains one of the leading causes of maternal and perinatal morbidity and mortality worldwide despite significant advances in obstetric care. Increasing understanding of its complex pathophysiology has shifted clinical practice from traditional risk assessment toward integrated prediction models that combine maternal characteristics, angiogenic biomarkers, advanced imaging techniques, artificial intelligence, and precision medicine. Biomarkers such as PlGF, sFlt-1, PAPP-A, and PP13, together with uterine artery Doppler assessment and machine learning algorithms, have substantially improved the early identification of women at high risk for preeclampsia. Personalized preventive strategies-including early administration of low-dose aspirin, calcium supplementation in appropriate populations, optimization of maternal health, and individualized antenatal surveillance-have demonstrated meaningful reductions in adverse maternal and fetal outcomes. Continued advances in molecular medicine, artificial intelligence, digital health, and multi-omics technologies are expected to further refine risk prediction, enable individualized therapeutic approaches, and improve pregnancy outcomes. As these innovations become increasingly integrated into routine obstetric practice, personalized prevention is likely to become the cornerstone of modern preeclampsia management, contributing to safer pregnancies and healthier mothers and infants.

References

1. Roberts JM, Hubel CA. The two stage model of preeclampsia: variations on the theme. *Placenta*. 2009;30(Suppl A):S32-S37. doi: 10.1016/j.placenta.2008.11.009.
2. Redman CWG, Sargent IL. Placental stress and pre-eclampsia: a revised view. *Placenta*. 2009;30(Suppl A):S38-S42. doi: 10.1016/j.placenta.2008.11.021.
3. Phipps EA, Thadhani R, Benzing T, Karumanchi SA. Pre-eclampsia: pathogenesis, novel diagnostics and therapies. *Nat Rev Nephrol*. 2019;15(5):275-289. doi: 10.1038/s41581-019-0119-6.
4. Rana S, Lemoine E, Granger JP, Karumanchi SA. Preeclampsia: Pathophysiology, Challenges, and Perspectives. *Circ Res*. 2019;124(7):1094-1112. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.118.313276.
5. American College of Obstetricians and Gynecologists. Gestational Hypertension and Preeclampsia. *Obstet Gynecol*. 2020;135(6):e237-e260. doi: 10.1097/AOG.0000000000003891.
6. Brown MA, Magee LA, Kenny LC, et al. Hypertensive Disorders of Pregnancy: ISSHP Classification, Diagnosis, and Management Recommendations. *Hypertension*. 2018;72(1):24-43. doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.117.10803.
7. Rolnik DL, Wright D, Poon LC, et al. Aspirin versus Placebo in Pregnancies at High Risk for Preterm Preeclampsia. *N Engl J Med*. 2017;377(7):613-622. doi: 10.1056/NEJMoa1704559.
8. Zeisler H, Llorba E, Chantraine F, et al. Predictive Value of the sFlt-1:PlGF Ratio in Women with Suspected Preeclampsia. *N Engl J Med*. 2016;374(1):13-22. doi: 10.1056/NEJMoa1414838.
9. Levine RJ, Maynard SE, Qian C, et al. Circulating Angiogenic Factors and the Risk of Preeclampsia. *N Engl J Med*. 2004;350(7):672-683. doi: 10.1056/NEJMoa031884.

10. Maynard SE, Min JY, Merchan J, et al. Excess Placental Soluble fms-Like Tyrosine Kinase 1 (sFlt1) May Contribute to Endothelial Dysfunction in Preeclampsia. *J Clin Invest*. 2003;111(5):649-658. doi: 10.1172/JCI17189.
11. O’Gorman N, Wright D, Poon LCY, et al. Multicenter Screening for Preeclampsia by Maternal Factors and Biomarkers at 11–13 Weeks’ Gestation. *Am J Obstet Gynecol*. 2017;216(1):65.e1-65.e13. doi: 10.1016/j.ajog.2016.08.034.
12. Tan MY, Wright D, Syngelaki A, et al. Comparison of Diagnostic Accuracy of Early Screening Methods for Preeclampsia. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2018;51(6):743-750. doi: 10.1002/uog.19039.
13. Kenny LC, Black MA, Poston L, et al. Early Pregnancy Prediction of Preeclampsia. Hypertension. 2014;64(3):644-652. doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.114.03578.
14. Staff AC. The Two-Stage Placental Model of Preeclampsia: An Update. *J Reprod Immunol*. 2019;134-135:1-10. doi: 10.1016/j.jri.2019.07.004.
15. Magee LA, Nicolaides KH, von Dadelszen P. Preeclampsia. *N Engl J Med*. 2022;386(19):1817-1832. doi: 10.1056/NEJMra2109523.
16. Duhig KE, Myers J, Seed PT, et al. Placental Growth Factor Testing to Assess Women with Suspected Preeclampsia. *Lancet*. 2019;393(10183):1807-1818. doi: 10.1016/S0140-6736(18)33212-4.

DOI 10.70286/ISU-22.07.2026.016

MODERN STRATEGIES FOR HELICOBACTER PYLORI ERADICATION IN THE ERA OF ANTIBIOTIC RESISTANCE

Karassay Aibi Karassayevna

Medical Intern

Astana Medical University, Astana, Kazakhstan

ABSTRACT

Helicobacter pylori (*H. pylori*) infection remains one of the most prevalent chronic bacterial infections worldwide and is a major cause of chronic gastritis, peptic ulcer disease, mucosa-associated lymphoid tissue lymphoma, and gastric adenocarcinoma. Despite significant advances in eradication therapy, the increasing prevalence of antimicrobial resistance has substantially reduced the effectiveness of conventional treatment regimens, creating a major global healthcare challenge. Resistance to clarithromycin, metronidazole, and levofloxacin has reached alarming levels in many regions, leading to declining eradication rates with standard triple therapy. Consequently, international clinical guidelines increasingly recommend optimized bismuth-containing quadruple therapy, concomitant therapy, sequential therapy, susceptibility-guided treatment, and the use of potassium-competitive acid blockers such as vonoprazan. Recent

developments in molecular diagnostics, antimicrobial susceptibility testing, artificial intelligence-assisted treatment selection, and precision medicine have further improved individualized therapeutic strategies. In addition, novel approaches including rifabutin-based regimens, high-dose dual therapy, probiotics, bacteriophage therapy, antimicrobial peptides, and vaccine development are being actively investigated to overcome antibiotic resistance and improve eradication success. This review summarizes current evidence regarding modern *H. pylori* eradication strategies, emerging therapeutic approaches, antimicrobial resistance mechanisms, and future perspectives for personalized management of *H. pylori* infection in the era of increasing antibiotic resistance. [1-4]

Keywords: *Helicobacter pylori*; antibiotic resistance; eradication therapy; vonoprazan; bismuth quadruple therapy; antimicrobial susceptibility; precision medicine; probiotics; artificial intelligence; gastric cancer.

INTRODUCTION

Helicobacter pylori is a spiral-shaped, Gram-negative, microaerophilic bacterium that colonizes the gastric mucosa and infects nearly half of the world's population. Although many infected individuals remain asymptomatic, persistent colonization induces chronic gastric inflammation that may progress to peptic ulcer disease, gastric mucosal atrophy, intestinal metaplasia, mucosa-associated lymphoid tissue (MALT) lymphoma, and gastric adenocarcinoma. Owing to its established carcinogenic potential, the International Agency for Research on Cancer has classified *H. pylori* as a Group I human carcinogen. [1,2]

Successful eradication of *H. pylori* significantly reduces the risk of peptic ulcer recurrence, gastric cancer development, and several extra-gastric manifestations while improving patients' quality of life. For many years, clarithromycin-based triple therapy served as the standard first-line treatment worldwide. However, the rapid emergence of antimicrobial resistance has substantially reduced eradication rates, often falling below the acceptable threshold of 80% in many countries. [3,4]

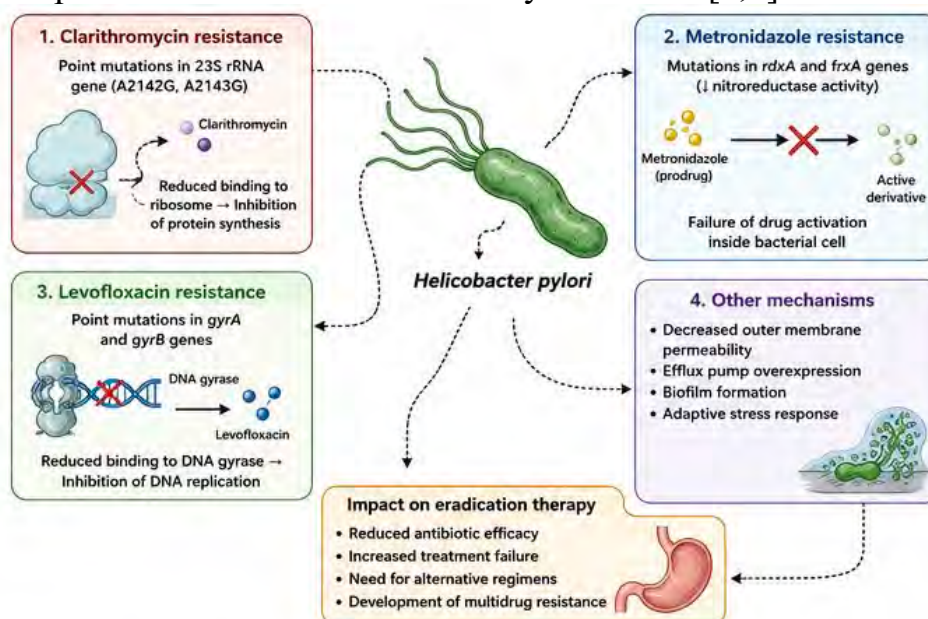


Figure 1. Mechanisms of *Helicobacter pylori* Antibiotic Resistance and Their Impact on Eradication Therapy

Antibiotic resistance has become the principal factor limiting treatment success. Resistance to clarithromycin, metronidazole, and levofloxacin continues to increase globally due to inappropriate antibiotic use, empirical treatment strategies, and regional variations in resistance patterns. Consequently, international guidelines now emphasize susceptibility-guided therapy whenever possible and recommend alternative regimens in regions with high clarithromycin resistance. [5-7]

Recent advances in gastroenterology have introduced several innovative therapeutic approaches designed to overcome antimicrobial resistance. These include optimized bismuth quadruple therapy, concomitant and sequential regimens, potassium-competitive acid blockers such as vonoprazan, high-dose dual therapy, rifabutin-containing rescue regimens, and individualized treatment based on molecular resistance testing. Furthermore, artificial intelligence and precision medicine are increasingly being explored to predict treatment response and optimize eradication strategies for individual patients. [8-10]

This review summarizes current evidence regarding antibiotic resistance mechanisms, contemporary eradication regimens, emerging therapeutic strategies, and future directions for improving the management of *H. pylori* infection in the era of increasing antimicrobial resistance. [2,9,10]. Growing evidence also suggests that alterations in the gastric and intestinal microbiota may influence eradication success and treatment outcomes. Dysbiosis induced by antibiotic therapy may impair microbial diversity, whereas probiotics appear to improve gastrointestinal tolerance, reduce adverse events, and modestly increase eradication rates when used as adjunctive therapy. These findings have stimulated increasing interest in microbiome-directed therapeutic strategies for *H. pylori* infection. [9-11]

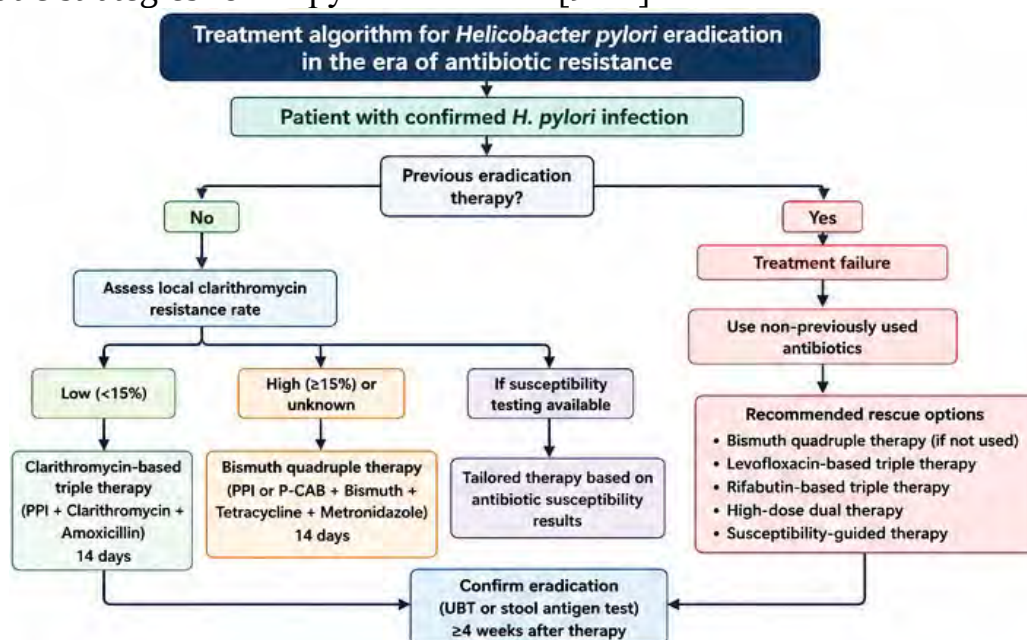


Figure 2. Contemporary Treatment Algorithm for *Helicobacter pylori* Eradication According to Antibiotic Resistance and Previous Treatment History

The increasing prevalence of antimicrobial resistance has become the principal cause of declining *Helicobacter pylori* eradication rates worldwide. Resistance develops primarily through spontaneous chromosomal mutations rather than horizontal

gene transfer, making empirical treatment progressively less effective in many geographic regions. [4,10,12]. Clarithromycin resistance is predominantly associated with point mutations in the 23S rRNA gene, which reduce antibiotic binding to the bacterial ribosome and inhibit its bactericidal activity. Because clarithromycin resistance markedly decreases the efficacy of standard triple therapy, current international guidelines recommend avoiding empirical clarithromycin-containing regimens in regions where resistance exceeds 15%. [12-14]

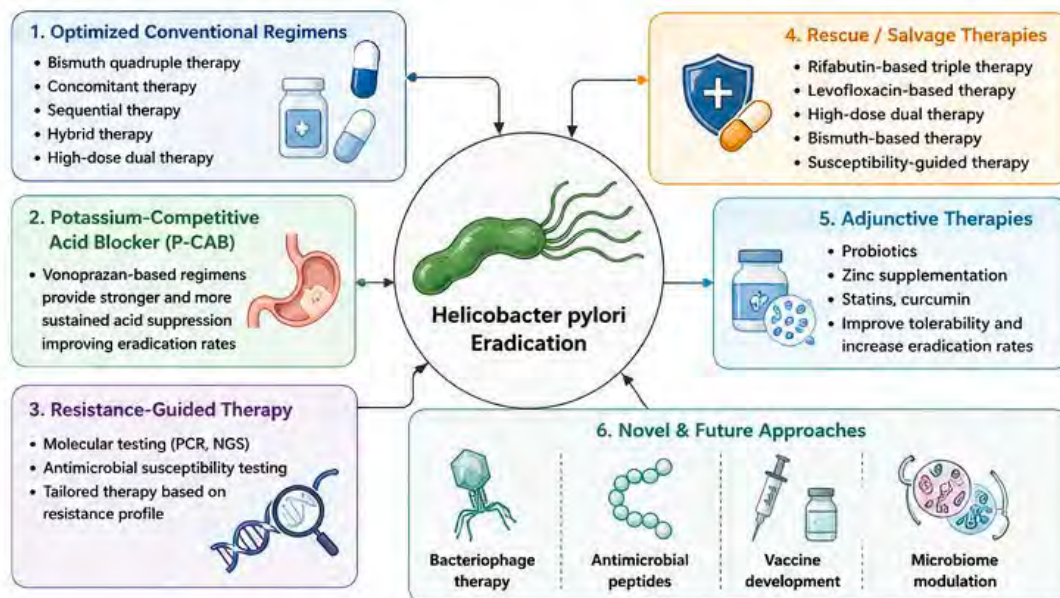


Figure 3. Modern Therapeutic Strategies for *Helicobacter pylori* Eradication in the Era of Antibiotic Resistance

Resistance to metronidazole results mainly from mutations affecting bacterial nitroreductase enzymes, leading to impaired activation of the drug within bacterial cells. Although high-dose metronidazole may partially overcome low-level resistance, treatment success remains variable depending on regional resistance patterns. [13,15]

Levofloxacin resistance has increased substantially during the past decade owing to widespread fluoroquinolone use. Mutations within the *gyrA* and *gyrB* genes alter bacterial DNA gyrase, reducing fluoroquinolone binding and significantly compromising eradication efficacy. Consequently, levofloxacin-containing regimens are now primarily reserved for rescue therapy following treatment failure. [14-16]. Additional resistance mechanisms include alterations in membrane permeability, activation of bacterial efflux pumps, biofilm formation, and adaptive stress responses that reduce intracellular antibiotic concentrations. Biofilm formation is particularly important because it protects *H. pylori* from both host immune responses and antimicrobial agents, contributing to persistent infection and recurrent treatment failure. [15-17]

CONCLUSION

Helicobacter pylori infection continues to represent a major global health challenge because of its strong association with peptic ulcer disease and gastric cancer. The increasing prevalence of resistance to clarithromycin, metronidazole, and levofloxacin has markedly reduced the effectiveness of conventional eradication regimens, necessitating the adoption of modern evidence-based treatment strategies. Current evidence supports the use of

optimized bismuth-containing quadruple therapy, vonoprazan-based regimens, susceptibility-guided treatment, and individualized rescue therapies to improve eradication success. Emerging technologies, including molecular diagnostics, artificial intelligence, and precision medicine, are expected to further transform clinical management by enabling personalized treatment selection and more effective antimicrobial stewardship. Continued research, international collaboration, and development of innovative therapeutic approaches will be essential to maintain high eradication rates and reduce the global burden of *H. pylori*-associated diseases in the era of antibiotic resistance.

References

1. Malfertheiner P, Megraud F, Rokkas T, Gisbert JP, Liou JM, Schulz C, et al. Management of *Helicobacter pylori* infection: the Maastricht VI/Florence Consensus Report. *Gut*. 2022;71(9):1724-1762. doi: 10.1136/gutjnl-2022-327745.
2. Chey WD, Leontiadis GI, Howden CW, Moss SF. ACG Clinical Guideline: Treatment of *Helicobacter pylori* Infection. *Am J Gastroenterol*. 2017;112(2):212-239. doi: 10.1038/ajg.2016.563.
3. Shah SC, Iyer PG, Moss SF. AGA Clinical Practice Update on the Management of Refractory *Helicobacter pylori* Infection: Expert Review. *Gastroenterology*. 2021;160(5):1831-1841. doi: 10.1053/j.gastro.2020.11.059.
4. Graham DY, Fischbach L. *Helicobacter pylori* treatment in the era of increasing antibiotic resistance. *Gut*. 2010;59(8):1143-1153. doi: 10.1136/gut.2009.192757.
5. Savoldi A, Carrara E, Graham DY, Conti M, Tacconelli E. Prevalence of antibiotic resistance in *Helicobacter pylori*: a systematic review and meta-analysis in WHO regions. *Gastroenterology*. 2018;155(5):1372-1382.e17. doi: 10.1053/j.gastro.2018.07.007.
6. Hooi JKY, Lai WY, Ng WK, Suen MMY, Underwood FE, Tanyingoh D, et al. Global prevalence of *Helicobacter pylori* infection: systematic review and meta-analysis. *Gastroenterology*. 2017;153(2):420-429. doi: 10.1053/j.gastro.2017.04.022.
7. Fallone CA, Chiba N, van Zanten SV, Fischbach L, Gisbert JP, Hunt RH, et al. The Toronto Consensus for the Treatment of *Helicobacter pylori* Infection in Adults. *Gastroenterology*. 2016;151(1):51-69.e14. doi: 10.1053/j.gastro.2016.04.006.
8. Thung I, Aramin H, Vavinskaya V, Gupta S, Park JY, Crowe SE, et al. Review article: The global emergence of *Helicobacter pylori* antibiotic resistance. *Aliment Pharmacol Ther*. 2016;43(4):514-533. doi: 10.1111/apt.13497.
9. Gisbert JP, Calvet X. Review article: Rifabutin in the treatment of refractory *Helicobacter pylori* infection. *Aliment Pharmacol Ther*. 2012;35(2):209-221. doi: 10.1111/j.1365-2036.2011.04937.x.
10. Liou JM, Chen CC, Chang CY, Chen MJ, Fang YJ, Lee JY, et al. Efficacy of genotypic resistance-guided sequential therapy versus empirical therapy for refractory *Helicobacter pylori* infection. *Gastroenterology*. 2018;155(4):1109-1119. doi: 10.1053/j.gastro.2018.06.007.
11. Murakami K, Sakurai Y, Shiino M, Funao N, Nishimura A, Asaka M. Vonoprazan, a novel potassium-competitive acid blocker, as a component of first-line and second-line triple therapy for *Helicobacter pylori* eradication. *Gut*. 2016;65(9):1439-1446. doi: 10.1136/gutjnl-2015-311304.

12. Jung YS, Kim EH, Park CH. Systematic review with meta-analysis: the efficacy of vonoprazan-based therapy for *Helicobacter pylori* eradication. *Aliment Pharmacol Ther.* 2017;46(2):106-114. doi: 10.1111/apt.14111.
13. Suzuki S, Esaki M, Kusano C, Ikehara H, Gotoda T. Development of *Helicobacter pylori* treatment: How do we manage antimicrobial resistance? *World J Gastroenterol.* 2019;25(16):1907-1912. doi: 10.3748/wjg.v25.i16.1907.
14. O'Connor A, Molina-Infante J, Gisbert JP, O'Morain C. Treatment of *Helicobacter pylori* infection 2020. *Helicobacter.* 2020;25(Suppl 1):e12743. doi: 10.1111/hel.12743.
15. Gisbert JP. Empirical or susceptibility-guided treatment for *Helicobacter pylori* infection? *Lancet Gastroenterol Hepatol.* 2021;6(5):321-323. doi: 10.1016/S2468-1253(21)00040-9.
16. Kuo YT, Liou JM, El-Omar EM, Wu JY, Leow AHR, Goh KL, et al. Primary antibiotic resistance in *Helicobacter pylori* in the Asia-Pacific region. *Lancet Gastroenterol Hepatol.* 2017;2(10):707-715. doi: 10.1016/S2468-1253(17)30219-4.
17. Dore MP, Lu H, Graham DY. Role of bismuth in improving *Helicobacter pylori* eradication with triple therapy. *Gut.* 2016;65(5):870-878. doi: 10.1136/gutjnl-2015-311019.

DOI 10.70286/ISU-22.07.2026.017

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SURGICAL ONCOLOGY: CURRENT APPLICATIONS AND FUTURE PERSPECTIVES

Daurenov Ulykbek Ergeshbaevich

Surgeon, City Clinical Hospital No. 7,
Almaty, Kazakhstan

Nurbay Olzhas Meirambekuly

Resident, Asfendiyarov Kazakh National Medical University,
Almaty, Kazakhstan

Ismail Adilkhan Nartaiakhunuli

Medical Intern
Asfendiyarov Kazakh National Medical University,
Almaty, Kazakhstan

Nurlanova Elmira Nurlanovna

Medical Intern,
International Kazakh-Turkish University,
Turkistan, Kazakhstan

ABSTRACT

Artificial intelligence has rapidly emerged as one of the most transformative technologies in surgical oncology, fundamentally changing cancer diagnosis, surgical planning, intraoperative decision-making, postoperative management, and long-term patient follow-up. The integration of machine learning, deep learning, computer vision,

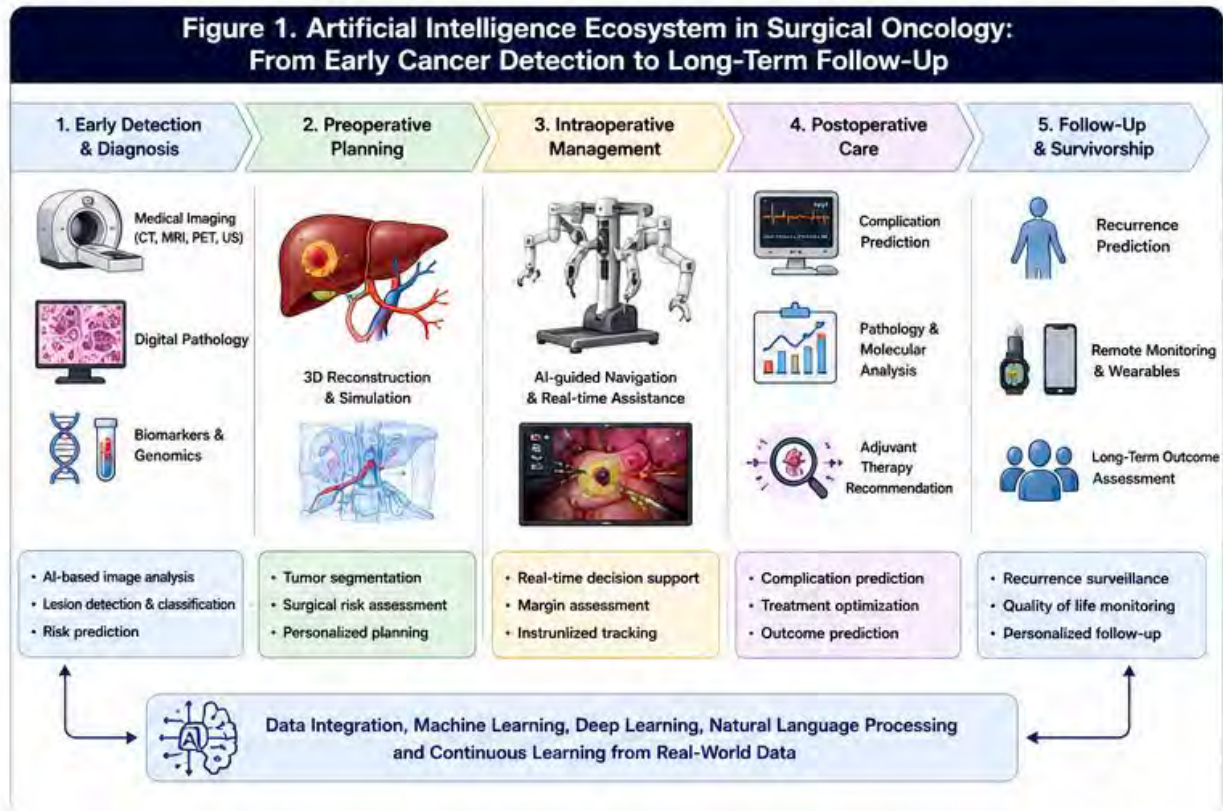
radiomics, digital pathology, natural language processing, and predictive analytics has significantly enhanced the precision and efficiency of oncologic surgery. AI-assisted analysis of multimodal clinical data enables earlier cancer detection, more accurate tumor staging, individualized surgical planning, improved margin assessment, optimized lymph node evaluation, and prediction of postoperative complications and survival outcomes. Furthermore, AI has become an essential component of robotic-assisted surgery, image-guided navigation, and precision oncology by supporting real-time intraoperative decision-making and personalized treatment strategies. Despite remarkable technological progress, challenges related to data quality, algorithm transparency, regulatory approval, ethical considerations, cybersecurity, and clinical validation continue to limit widespread implementation. Future integration of artificial intelligence with genomics, molecular pathology, digital twins, and precision medicine is expected to further improve surgical outcomes and individualized cancer care. This review summarizes current applications, clinical evidence, technological advances, limitations, and future perspectives of artificial intelligence in surgical oncology.

Keywords: artificial intelligence; surgical oncology; machine learning; deep learning; robotic surgery; precision oncology; radiomics; digital pathology; computer vision; cancer surgery.

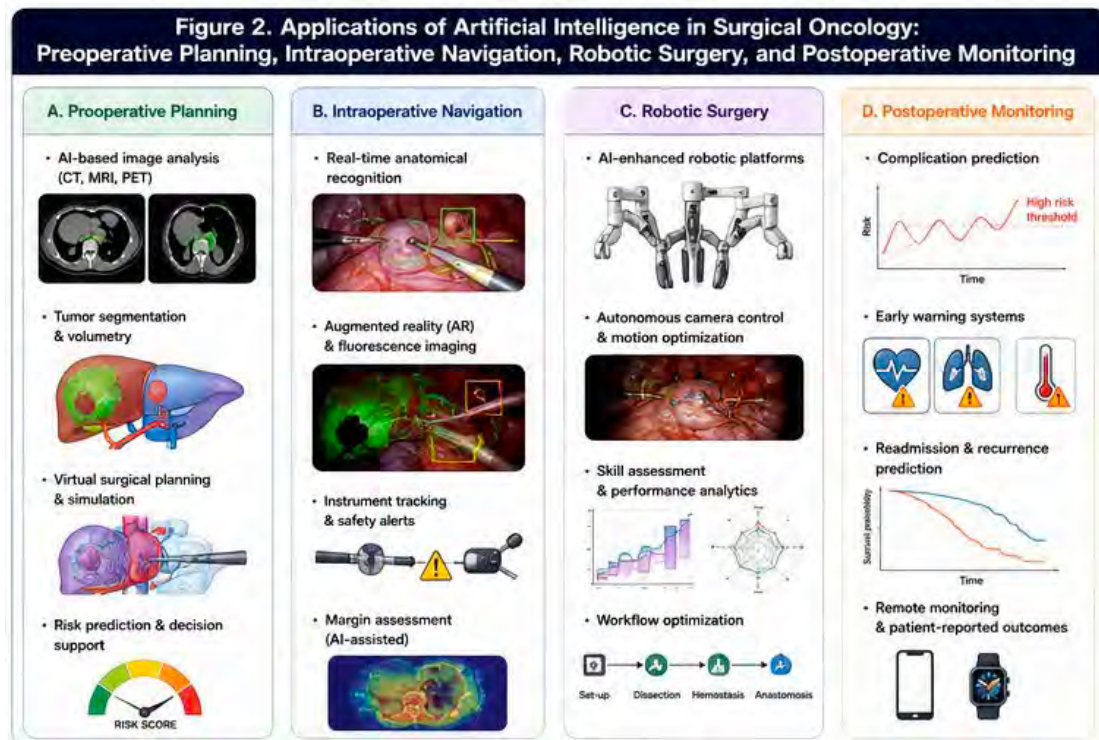
INTRODUCTION

Cancer remains one of the leading causes of morbidity and mortality worldwide despite continuous advances in prevention, diagnosis, and treatment. Surgical resection remains the primary curative modality for most solid malignancies, and successful oncologic surgery depends on accurate diagnosis, precise preoperative planning, optimal intraoperative decision-making, and effective postoperative management. Recent advances in artificial intelligence (AI) have introduced powerful computational tools capable of improving each stage of the surgical oncology pathway [1].

Artificial intelligence refers to computer systems capable of performing tasks that traditionally require human intelligence, including image recognition, pattern analysis, predictive modeling, clinical decision support, and natural language processing. Machine learning and deep learning algorithms analyze large volumes of clinical, imaging, genomic, pathological, and operative data to identify complex relationships that may not be readily apparent through conventional statistical approaches. These capabilities have accelerated the transition toward precision surgical oncology. [2-4] Modern AI applications are transforming surgical oncology through improved interpretation of radiologic imaging, automated tumor segmentation, prediction of tumor biology, optimization of surgical planning, real-time intraoperative guidance, robotic-assisted procedures, and postoperative risk prediction. Integration of AI with radiomics, digital pathology, molecular diagnostics, and electronic health records enables comprehensive assessment of tumor characteristics and individualized treatment planning for each patient. [3-5]

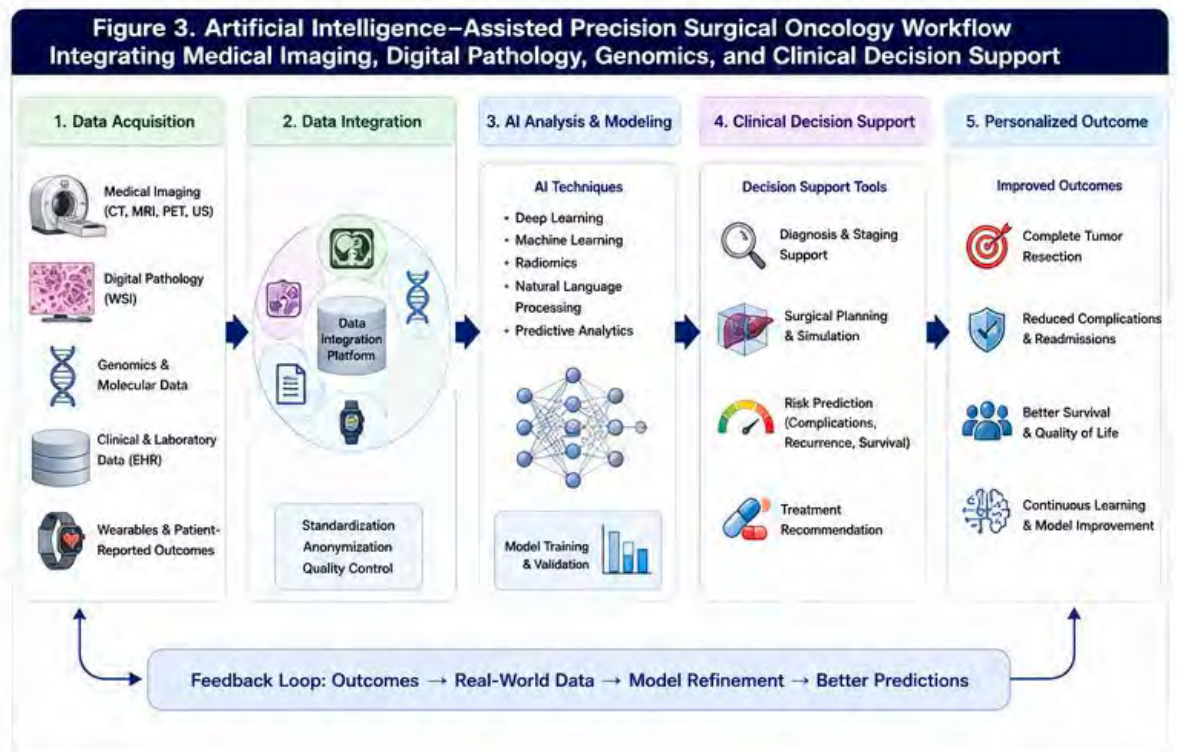


Robotic surgery represents one of the most rapidly evolving applications of AI in surgical oncology. Advanced computer vision systems, augmented reality, fluorescence-guided surgery, and intraoperative navigation platforms assist surgeons in identifying anatomical structures, preserving critical tissues, and achieving complete tumor resection with adequate surgical margins. These technologies have the potential to reduce operative complications while improving oncologic outcomes and functional preservation. [6] Although AI has demonstrated remarkable clinical potential, important challenges remain regarding algorithm interpretability, external validation, ethical considerations, patient privacy, regulatory approval, data standardization, and equitable implementation across healthcare systems. Continued multidisciplinary collaboration among surgeons, oncologists, computer scientists, biomedical engineers, and regulatory authorities will be essential for translating AI innovations into routine clinical practice. [7] This review summarizes current applications of artificial intelligence in surgical oncology, discusses its impact on clinical outcomes, examines existing limitations, and explores future perspectives for precision cancer surgery. [8]



Artificial intelligence has become an important component of robotic-assisted surgery and minimally invasive oncologic procedures. AI-enhanced computer vision systems improve anatomical recognition, automatically identify critical structures, monitor instrument positioning, and provide real-time decision support during complex operations. Emerging technologies combining augmented reality, fluorescence-guided imaging, and intraoperative navigation enable surgeons to achieve greater precision while preserving healthy tissues and maintaining adequate oncologic margins. [9] Natural language processing further expands AI applications by extracting clinically relevant information from electronic health records, operative reports, pathology reports, and scientific literature. Automated processing of unstructured clinical data improves documentation, facilitates clinical research, supports quality improvement initiatives, and enables continuous learning healthcare systems capable of refining predictive models through real-world evidence. [10] Artificial intelligence is increasingly influencing perioperative management by supporting clinical decision-making before, during, and after oncologic surgery. Integration of multimodal clinical information—including radiologic imaging, molecular profiling, laboratory biomarkers, pathology findings, and patient-specific clinical characteristics—allows AI systems to generate individualized surgical strategies that optimize treatment outcomes. [11]

During the preoperative phase, AI assists in tumor localization, three-dimensional reconstruction, virtual surgical simulation, and prediction of anatomical complexity. Machine learning algorithms can automatically segment tumors and surrounding organs from CT and MRI datasets, facilitating accurate estimation of tumor size, invasion depth, vascular involvement, and resectability. Three-dimensional virtual models further assist surgeons in planning minimally invasive procedures, preserving critical neurovascular structures, and selecting the most appropriate surgical approach. [12]



In the intraoperative setting, artificial intelligence enhances surgical navigation through computer vision, augmented reality, fluorescence-guided imaging, and robotic assistance. AI algorithms continuously analyze operative video streams, identify anatomical landmarks, monitor instrument movement, and provide real-time alerts regarding potential technical errors or high-risk surgical maneuvers. These technologies improve spatial orientation, reduce intraoperative complications, and support complete tumor excision while minimizing injury to surrounding tissues. [13] AI also contributes to intraoperative margin assessment by integrating imaging data with frozen-section pathology and optical imaging techniques. Experimental systems combining hyperspectral imaging, Raman spectroscopy, and machine learning have demonstrated promising accuracy in distinguishing malignant from normal tissues, potentially reducing positive surgical margins and the need for repeat operations. [14]

Following surgery, AI-based predictive models facilitate postoperative monitoring by estimating the risk of complications, surgical site infections, anastomotic leakage, hospital readmission, cancer recurrence, and long-term survival. Continuous analysis of electronic health records, wearable device data, laboratory results, and patient-reported outcomes enables early identification of clinical deterioration and supports personalized follow-up strategies. These technologies may improve resource allocation while reducing healthcare costs and enhancing long-term patient outcomes. [15]

CONCLUSION

Artificial intelligence is rapidly transforming surgical oncology by enhancing the accuracy, efficiency, and personalization of cancer care throughout the entire surgical pathway. From early tumor detection and preoperative planning to intraoperative navigation, robotic-assisted surgery, postoperative monitoring, and long-term follow-up, AI technologies are improving clinical decision-making and supporting more

precise oncologic interventions. Machine learning, deep learning, radiomics, digital pathology, computer vision, and predictive analytics have demonstrated substantial potential to improve diagnostic accuracy, optimize surgical planning, facilitate complete tumor resection, reduce postoperative complications, and predict recurrence and survival. The integration of AI with robotic surgery, molecular diagnostics, genomics, and precision medicine is creating new opportunities for individualized treatment strategies that may significantly improve both oncologic and functional outcomes.

Despite these advances, several challenges remain before widespread clinical implementation can be achieved. High-quality multicenter validation, standardized data acquisition, algorithm transparency, regulatory oversight, cybersecurity, ethical governance, and clinician education are essential to ensure safe, equitable, and effective integration of AI into routine surgical practice. Future developments in artificial intelligence, digital surgery, augmented reality, autonomous robotic systems, and predictive analytics are expected to further revolutionize surgical oncology. Continued collaboration between surgeons, oncologists, engineers, data scientists, and healthcare policymakers will be critical for translating technological innovation into improved patient outcomes and advancing the field of precision cancer surgery.

References

1. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med.* 2019;25(1):44-56. doi: 10.1038/s41591-018-0300-7.
2. Esteva A, Robicquet A, Ramsundar B, et al. A Guide to Deep Learning in Healthcare. *Nat Med.* 2019;25(1):24-29. doi: 10.1038/s41591-018-0316-z.
3. Kelly CJ, Karthikesalingam A, Suleyman M, Corrado G, King D. Key challenges for delivering clinical impact with artificial intelligence. *BMC Med.* 2019;17:195. doi: 10.1186/s12916-019-1426-2.
4. Liu Y, Chen PC, Krause J, Peng L. How to Read Articles That Use Machine Learning. *JAMA.* 2019;322(18):1806-1816. doi: 10.1001/jama.2019.16489.
5. Hashimoto DA, Rosman G, Rus D, Meireles OR. Artificial Intelligence in Surgery: Promises and Perils. *Ann Surg.* 2018;268(1):70-76. doi: 10.1097/SLA.0000000000002693.
6. Hashimoto DA, Rosman G, Witkowski ER, et al. Computer Vision Analysis of Intraoperative Video: Automated Surgical Skill Assessment in Laparoscopic Surgery. *Ann Surg.* 2019;270(3):414-421. doi: 10.1097/SLA.0000000000003002.
7. Maier-Hein L, Vedula SS, Speidel S, et al. Surgical Data Science for Next-Generation Interventions. *Nat Biomed Eng.* 2017;1:691-696. doi: 10.1038/s41551-017-0132.
8. Marcus HJ, Hughes-Hallett A, Payne CJ, et al. Trends in the Use of Artificial Intelligence in Surgery. *Ann Surg.* 2020;271(5):e95-e96. doi: 10.1097/SLA.0000000000003646.
9. Acs B, Rantalainen M, Hartman J. Artificial Intelligence as the Next Step Towards Precision Pathology. *J Intern Med.* 2020;288(1):62-81. doi: 10.1111/joim.13030.

10. Bi WL, Hosny A, Schabath MB, et al. Artificial Intelligence in Cancer Imaging. *CA Cancer J Clin.* 2019;69(2):127-157. doi: 10.3322/caac.21552.
11. Hosny A, Parmar C, Quackenbush J, Schwartz LH, Aerts HJWL. Artificial Intelligence in Radiology. *Nat Rev Cancer.* 2018;18(8):500-510. doi: 10.1038/s41568-018-0016-5.
12. Lambin P, Leijenaar RTH, Deist TM, et al. Radiomics: The Bridge Between Medical Imaging and Personalized Medicine. *Nat Rev Clin Oncol.* 2017;14(12):749-762. doi: 10.1038/nrclinonc.2017.141.
13. Gillies RJ, Kinahan PE, Hricak H. Radiomics: Images Are More Than Pictures, They Are Data. *Radiology.* 2016;278(2):563-577. doi: 10.1148/radiol.2015151169.
14. Erickson BJ, Korfiatis P, Akkus Z, Kline TL. Machine Learning for Medical Imaging. *Radiographics.* 2017;37(2):505-515. doi: 10.1148/rg.2017160130.
15. Park SH, Han K. Methodologic Guide for Evaluating Clinical Performance of AI Technology. *Radiology.* 2018;286(3):800-809. doi: 10.1148/radiol.2017171920.

DOI 10.70286/ISU-22.07.2026.018

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ANESTHESIOLOGY AND CRITICAL CARE: CURRENT APPLICATIONS AND FUTURE PERSPECTIVES

Denderbayeva Aziza Ardakkyzy

Astana medical university, Astana, Kazakhstan

ABSTRACT

Artificial intelligence has emerged as one of the most transformative technologies in modern anesthesiology and critical care medicine. Rapid advances in machine learning, deep learning, computer vision, natural language processing, and predictive analytics have enabled AI to support clinical decision-making throughout the perioperative and intensive care continuum. AI-based systems are increasingly used for preoperative risk stratification, difficult airway prediction, ultrasound-guided regional anesthesia, automated anesthetic drug delivery, depth of anesthesia monitoring, hemodynamic optimization, early sepsis detection, mechanical ventilation management, and prediction of intensive care unit mortality. These technologies improve diagnostic accuracy, facilitate individualized treatment strategies, reduce human error, and optimize resource utilization while enhancing patient safety. Despite these advances, significant challenges remain regarding algorithm transparency, external validation, data quality, cybersecurity, legal liability, and ethical implementation. Future developments integrating explainable artificial intelligence, multimodal data analysis, digital twins, federated learning, and precision medicine are expected to transform perioperative and critical care practice. This review summarizes current evidence regarding AI applications in anesthesiology and intensive care,

discusses existing limitations, and highlights future perspectives for safe and effective clinical implementation.

Keywords: Artificial intelligence; Machine learning; Deep learning; Anesthesiology; Critical care; Intensive care unit; Clinical decision support.

INTRODUCTION

Artificial intelligence has rapidly become one of the most influential innovations in healthcare, fundamentally changing the way clinicians diagnose disease, monitor physiological parameters, predict complications, and personalize treatment strategies [1,2]. Unlike conventional computer algorithms, AI systems continuously learn from large datasets using machine learning, deep learning, and neural network architectures, enabling them to recognize complex clinical patterns beyond human analytical capacity [3]. Among all medical specialties, anesthesiology represents an ideal environment for AI implementation because anesthesiologists simultaneously process enormous volumes of continuously changing physiological information while making rapid, high-stakes clinical decisions [4]. During every surgical procedure, clinicians continuously interpret electrocardiography, invasive arterial pressure, pulse oximetry, capnography, respiratory mechanics, electroencephalographic monitoring, anesthetic gas concentrations, laboratory findings, and numerous patient-specific variables [5]. AI algorithms can integrate these multidimensional data streams in real time, improving clinical decision-making and reducing cognitive workload.

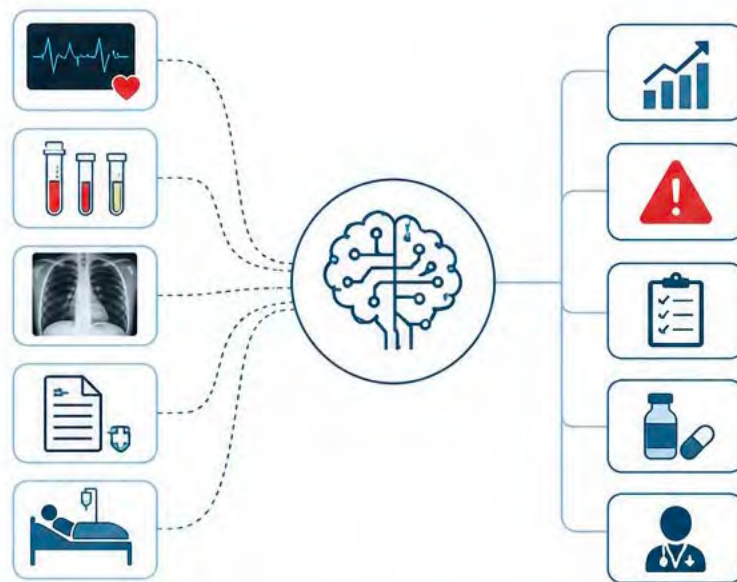


Figure 1. Artificial Intelligence Applications Across the Perioperative and Critical Care Continuum

Critical care medicine similarly generates massive quantities of clinical data through bedside monitoring systems, electronic health records, imaging studies, laboratory investigations, and ventilator parameters [6]. AI-assisted predictive models have demonstrated promising performance in identifying sepsis hours before clinical deterioration, predicting acute kidney injury, estimating ICU mortality, optimizing vasopressor therapy, and supporting mechanical ventilation management [7]. Early recognition of physiological deterioration enables timely intervention and may substantially improve patient outcomes while reducing ICU length of stay and healthcare costs. Recent technological advances have accelerated AI integration into

perioperative medicine. Computer vision now assists ultrasound-guided regional anesthesia and airway assessment, while reinforcement learning algorithms optimize anesthetic drug administration. Large language models and clinical decision-support systems are increasingly being evaluated for perioperative documentation, protocol adherence, and evidence-based recommendations [8].

Nevertheless, AI should be regarded as an assistive technology rather than a replacement for anesthesiologists and intensivists. Human clinical judgment, ethical reasoning, communication, procedural expertise, and crisis management remain indispensable in complex perioperative and critical care environments [9]. Successful implementation will require rigorous external validation, transparent algorithms, multidisciplinary collaboration, regulatory oversight, and continuous clinician education to ensure safe, equitable, and effective application of AI in everyday clinical practice. Electronic health records represent another major source of information for AI-based clinical prediction models. Demographic characteristics, comorbidities, medication history, laboratory findings, imaging studies, genomic information, and perioperative variables can be integrated into predictive algorithms capable of estimating surgical risk, postoperative complications, ICU admission, prolonged mechanical ventilation, acute kidney injury, and mortality [10].

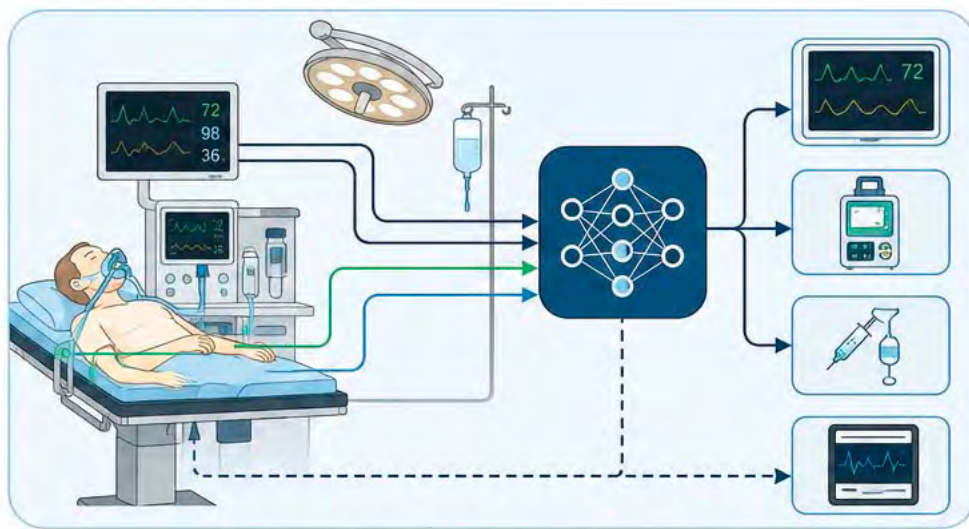


Figure 2. Artificial Intelligence-Based Clinical Decision Support Workflow in Anesthesiology and Intensive Care

Recent advances in cloud computing, high-performance graphics processing units (GPUs), and large-scale medical databases have substantially accelerated AI development in perioperative medicine. Modern algorithms are capable of continuously updating predictive models using real-world clinical data, thereby improving diagnostic accuracy and adapting to changing patient populations [11].

An important concept in modern healthcare is explainable artificial intelligence. Unlike conventional “black-box” algorithms, XAI provides transparent explanations for clinical predictions, allowing physicians to understand the rationale behind AI-generated recommendations. Explainability improves clinician trust, facilitates regulatory approval, and enhances patient safety during clinical implementation [12].

Another emerging innovation is multimodal artificial intelligence, which simultaneously analyzes multiple data sources—including medical imaging, physiological monitoring, laboratory biomarkers, genomics, and clinical documentation—to generate comprehensive patient-specific assessments. Multimodal AI has demonstrated superior predictive performance compared with single-source models, particularly in critically ill patients with complex multisystem diseases [13].

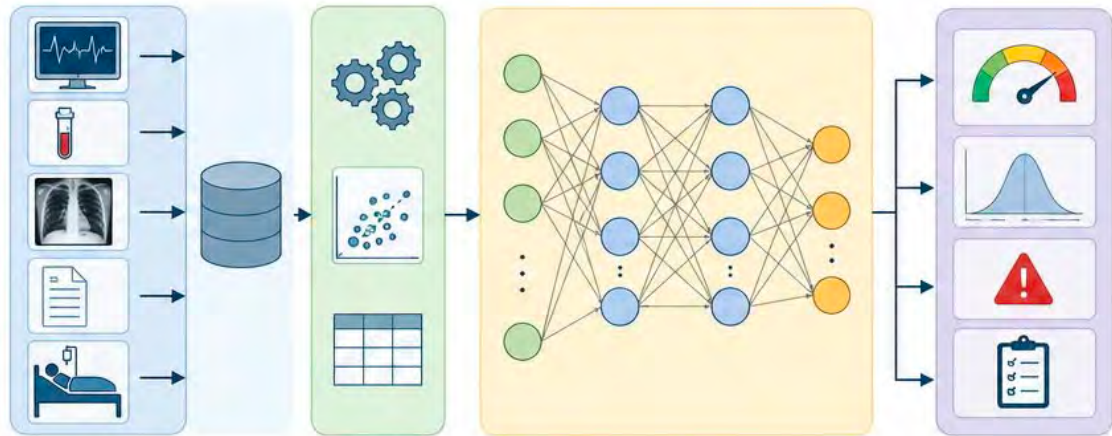


Figure 3. Future Perspectives of Artificial Intelligence Integration in Anesthesiology and Critical Care

Collectively, these technological developments have transformed AI from an experimental research tool into an increasingly important component of precision medicine. Rather than replacing clinicians, AI serves as an intelligent clinical assistant that enhances diagnostic accuracy, improves workflow efficiency, supports individualized treatment strategies, and contributes to safer perioperative and critical care management [14].

AI-powered Clinical Decision Support Systems (CDSS) provide anesthesiologists with real-time evidence-based recommendations regarding drug selection, dosage adjustment, fluid management, blood transfusion strategies, antibiotic prophylaxis, and adherence to perioperative guidelines [15].

CONCLUSION

Artificial intelligence has become one of the most significant technological advances in modern anesthesiology and critical care, offering new opportunities to improve clinical decision-making, patient safety, and healthcare efficiency. By integrating machine learning, deep learning, computer vision, and natural language processing into perioperative and intensive care practice, AI enables rapid analysis of complex clinical data and supports evidence-based, individualized patient management. Current applications of artificial intelligence include preoperative risk assessment, difficult airway prediction, ultrasound-guided regional anesthesia, automated anesthetic drug delivery, intraoperative hemodynamic monitoring, early detection of sepsis, optimization of mechanical ventilation, prediction of acute kidney injury, and clinical decision support. These technologies have demonstrated considerable potential to reduce perioperative complications, improve diagnostic accuracy, optimize resource utilization, and enhance overall quality of care.

References

1. Lopes S, Rocha G, Guimarães-Pereira L. Artificial intelligence and its clinical application in anesthesiology: a systematic review. *J Clin Monit Comput.* 2024;38(2):247-259. doi: 10.1007/s10877-023-01088-0.
2. Kambale M, Jadhav S. Applications of artificial intelligence in anesthesia: A systematic review. *Saudi J Anaesth.* 2024;18(2):249-256. doi: 10.4103/SJA.SJA_955_23.
3. Pinsky MR, Bedoya A, Bihorac A, Churpek M, Elbers P, Saria S, et al. Use of artificial intelligence in critical care: opportunities and obstacles. *Crit Care.* 2024;28:113. doi: 10.1186/s13054-024-04860-z.
4. Cascella M, Innamorato MA, Simonini A. Recent Advances and Perspectives in Anesthesiology: Towards Artificial Intelligence-Based Applications. *J Clin Med.* 2024;13(15):4316. doi: 10.3390/jcm13154316.
5. Xie BH, Li TT, Ma FT, Li QJ, Xiao QX, Xiong LL, et al. Artificial intelligence in anesthesiology: a bibliometric analysis. *Perioper Med (Lond).* 2024;13:121. doi: 10.1186/s13741-024-00480-x.
6. Shukla A, Salma A, Patel D, et al. Harnessing Artificial Intelligence (AI) in Anaesthesiology: Enhancing Patient Outcomes and Clinical Efficiency. *Cureus.* 2024;16(11):e73383. doi: 10.7759/cureus.73383.
7. Bogoń A, Górska M, Ostojka M, Kałuża I, Dziuba G, Dobosz M. Artificial intelligence in anesthesiology – a review. *J Pre Clin Clin Res.* 2024;18(3):265-269. doi: 10.26444/jpccr/191550.
8. Cascella M, Tracey MC, Petrucci E, et al. Exploring Artificial Intelligence in Anaesthesia: A Primer on Ethics and Clinical Applications. *Surgeries.* 2023;4(2):264-274. doi: 10.3390/surgeries4020019.
9. Singam A. Revolutionizing Patient Care: A Comprehensive Review of Artificial Intelligence Applications in Anaesthesia. *Cureus.* 2023;15(12):e49887. doi: 10.7759/cureus.49887.
10. Hashimoto DA, Witkowski E, Gao L, Meireles O, Rosman G. Artificial Intelligence in Anesthesiology: Current Techniques, Clinical Applications, and Limitations. *Anesthesiology.* 2020;132(2):379-394. doi: 10.1097/ALN.0000000000002960.
11. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med.* 2019;25(1):44-56. doi: 10.1038/s41591-018-0300-7.
12. Esteva A, Robicquet A, Ramsundar B, Kuleshov V, DePristo M, Chou K, et al. A guide to deep learning in healthcare. *Nat Med.* 2019;25(1):24-29. doi: 10.1038/s41591-018-0316-z.
13. Rajpurkar P, Chen E, Banerjee O, Topol EJ. AI in health and medicine. *Nat Med.* 2022;28(1):31-38. doi: 10.1038/s41591-021-01614-0.
14. Kelly CJ, Karthikesalingam A, Suleyman M, Corrado G, King D. Key challenges for delivering clinical impact with artificial intelligence. *BMC Med.* 2019;17:195. doi: 10.1186/s12916-019-1426-2.
15. Yu KH, Beam AL, Kohane IS. Artificial intelligence in healthcare. *Nat Biomed Eng.* 2018;2(10):719-731. doi: 10.1038/s41551-018-0305-z.

ADVANCES IN MINIMALLY INVASIVE SURGERY: FROM LAPAROSCOPY TO ROBOTIC-ASSISTED PROCEDURES

Daurenov Ulykbek Ergeshbaevich

Surgeon, City Clinical Hospital No. 7,
Almaty, Kazakhstan

Nurbay Olzhas Meirambekuly

Resident

Kenges Kanagat Ilisbekovich

Resident

Ismail Adilkhan Nartaiakhunuli

Medical Intern

Asfendiyarov Kazakh National Medical University
Almaty, Kazakhstan

ABSTRACT

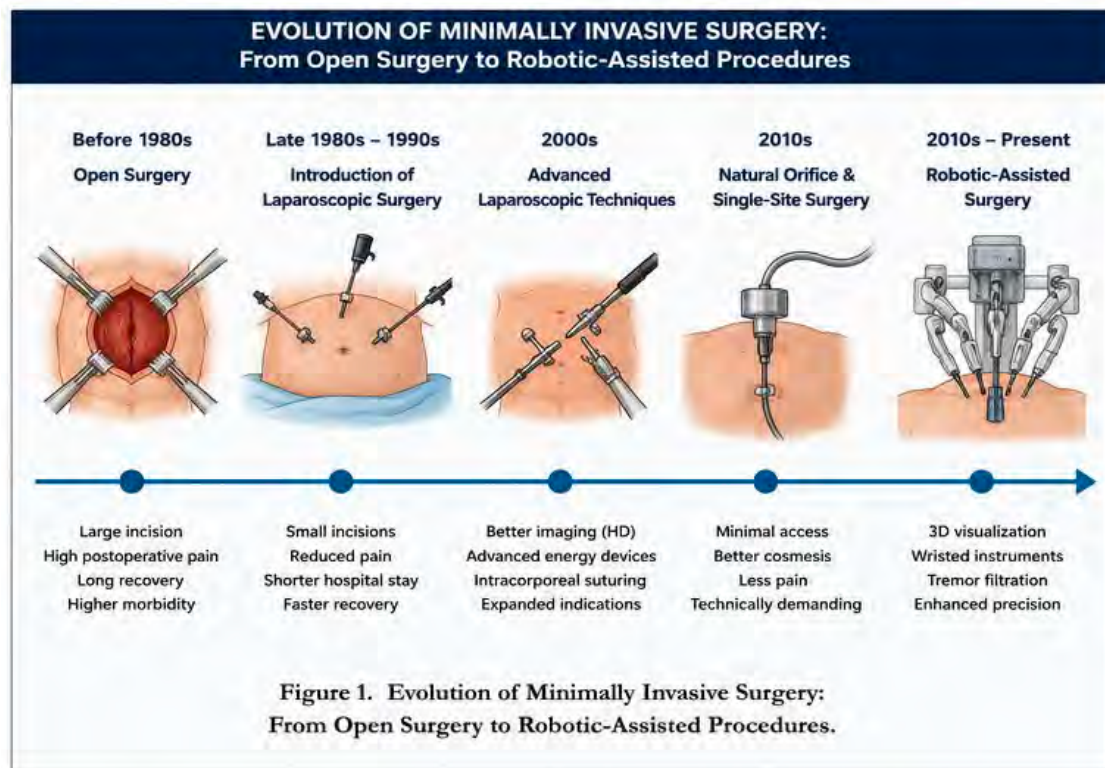
Minimally invasive surgery has transformed modern surgical practice by reducing operative trauma, postoperative pain, hospital length of stay, and recovery time while improving cosmetic and functional outcomes. Since the introduction of laparoscopic surgery in the late twentieth century, continuous technological innovations have expanded the indications for minimally invasive procedures across nearly all surgical specialties. More recently, robotic-assisted surgery has further enhanced surgical precision by providing three-dimensional high-definition visualization, tremor filtration, articulated instruments with increased degrees of freedom, and improved ergonomics for surgeons. These advances have facilitated the performance of increasingly complex procedures with greater technical accuracy and safety. In addition, the integration of artificial intelligence, augmented reality, fluorescence-guided imaging, computer vision, and digital navigation systems is reshaping the future of surgical care through enhanced intraoperative decision-making and personalized operative planning. Although robotic platforms remain associated with higher costs and longer learning curves, growing evidence demonstrates improved dexterity, reduced conversion rates in selected procedures, and comparable or superior clinical outcomes in experienced centers. This review summarizes the evolution of minimally invasive surgery from conventional laparoscopy to robotic-assisted procedures, discusses current clinical applications, technological innovations, advantages and limitations, and explores future directions in precision and intelligent surgery.

Keywords: Minimally invasive surgery; Laparoscopy; Robotic-assisted surgery; Artificial intelligence; Surgical robotics; Image-guided surgery; Precision surgery; Computer vision; Augmented reality; Surgical innovation.

INTRODUCTION

Minimally invasive surgery represents one of the most significant technological advances in modern medicine and has fundamentally changed the management of numerous surgical diseases. By replacing large surgical incisions with small trocar ports and specialized instruments, MIS minimizes tissue trauma while maintaining equivalent or superior therapeutic outcomes compared with conventional open surgery. As a result, minimally invasive techniques have become the preferred approach for many abdominal, thoracic, urological, gynecological, colorectal, hepatobiliary, bariatric, endocrine, and pediatric procedures.

The widespread adoption of laparoscopic surgery during the 1990s marked the beginning of a new era in surgical practice. Improvements in optical systems, high-definition cameras, energy devices, insufflation technologies, and specialized laparoscopic instruments enabled surgeons to perform increasingly complex procedures with reduced postoperative morbidity. Numerous randomized clinical trials have demonstrated that laparoscopic surgery is associated with decreased postoperative pain, lower rates of wound complications, reduced blood loss, shorter hospitalization, faster recovery, and earlier return to normal daily activities compared with open surgery. [3-5]



Despite these advantages, conventional laparoscopy has several technical limitations, including two-dimensional visualization in some systems, restricted instrument mobility, amplification of physiological tremor, limited ergonomics, and a demanding learning curve. These limitations stimulated the development of robotic-assisted surgical platforms designed to improve precision, dexterity, and surgeon comfort during complex minimally invasive procedures. [6,7] Robotic-assisted surgery has rapidly expanded across multiple surgical specialties owing to technological innovations such as three-dimensional high-definition imaging, wristed instruments

with seven degrees of freedom, motion scaling, tremor filtration, and improved surgeon ergonomics. These features facilitate meticulous dissection, intracorporeal suturing, and reconstruction in anatomically confined spaces while potentially reducing technical difficulty and improving surgical performance. [7-9]

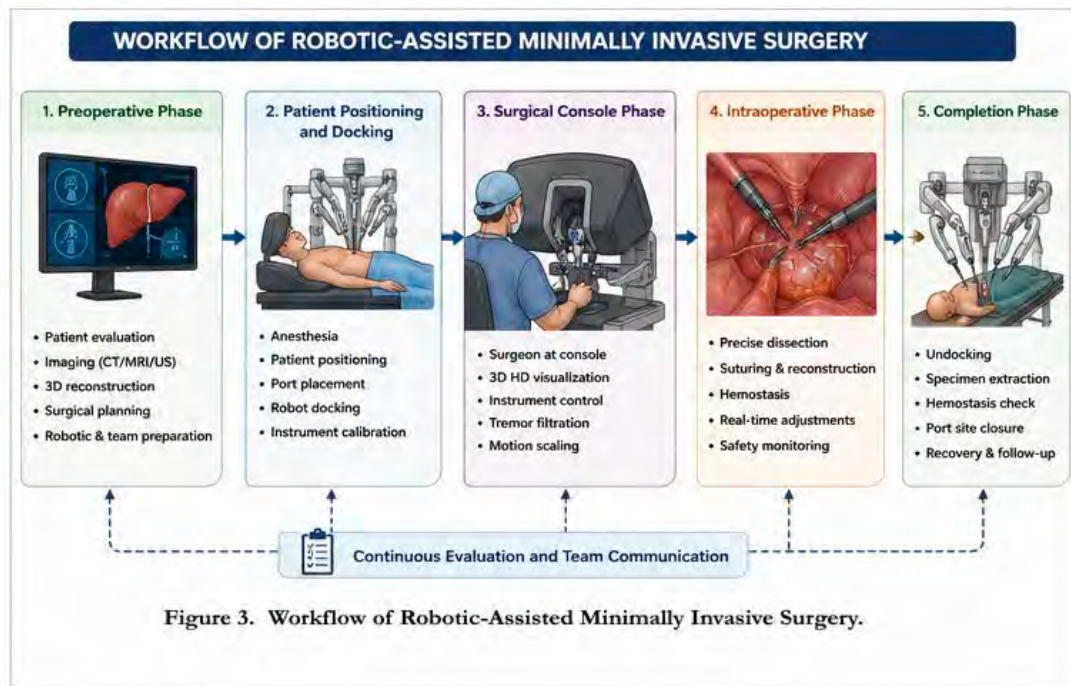
More recently, the integration of artificial intelligence (AI), computer vision, augmented reality, fluorescence-guided imaging, digital navigation systems, and machine learning algorithms has introduced a new generation of intelligent surgical technologies. These innovations support preoperative planning, intraoperative anatomical recognition, automated image analysis, workflow optimization, and surgical decision support, representing important steps toward precision surgery and autonomous surgical assistance. [10-12] This review summarizes the evolution of minimally invasive surgery from conventional laparoscopy to robotic-assisted procedures, highlights current technological advances and clinical applications, discusses their advantages and limitations, and explores future perspectives for intelligent and precision-guided surgical care. [2,8,12]

COMPARISON OF OPEN SURGERY, CONVENTIONAL LAPAROSCOPY, AND ROBOTIC-ASSISTED SURGERY			
Feature	OPEN SURGERY	LAPAROSCOPIC SURGERY	ROBOTIC-ASSISTED SURGERY
 Incisions	Large incision	3-4 small incisions (5-12 mm)	3-5 small incisions (8-12 mm)
 Visualization	Direct, 2D	2D, HD camera	3D, HD magnified view
 Instrument Dexterity	High	Limited (rigid instruments)	Very high (wristed instruments with 7 DOF*)
 Tremor Filtration	No	No	Yes
 Ergonomics for Surgeon	Fatigue (standing)	Moderate	Excellent (seated at console)
 Postoperative Pain	High	Lower	Lowest
 Hospital Stay	Longer	Shorter	Shortest
 Recovery Time	Slow	Faster	Fastest
 Conversion Rate	-	Moderate	Lower in complex cases
 Learning Curve	Traditional training	Moderate-High	High (initial), then decreases
 Cost	Lower	Moderate	Higher

*DOF - Degrees of Freedom

Figure 2. Comparison of Open Surgery, Conventional Laparoscopy, and Robotic-Assisted Surgery.

Compared with conventional laparoscopy, robotic surgery provides superior instrument articulation, enhanced visualization, improved surgeon ergonomics, and greater technical control during delicate procedures. These features may reduce conversion to open surgery, facilitate complex suturing, and improve surgical performance in anatomically confined spaces. However, robotic surgery remains associated with increased acquisition and maintenance costs, longer operating times during the initial learning phase, and limited accessibility in many healthcare systems. Current evidence suggests that the greatest benefits are achieved in technically demanding procedures performed by experienced multidisciplinary teams. [10-13]



Artificial intelligence is increasingly transforming minimally invasive surgery by improving preoperative planning, intraoperative guidance, workflow optimization, and postoperative outcome prediction. Machine learning algorithms analyze large clinical datasets to estimate operative risk, predict postoperative complications, and support individualized surgical decision-making. Computer vision systems are capable of recognizing anatomical structures, identifying surgical instruments, and monitoring procedural workflow in real time, thereby enhancing surgical safety and efficiency. [11-14]

Additional digital technologies-including fluorescence-guided imaging, augmented reality, virtual reality simulation, three-dimensional reconstruction, and image-guided navigation-provide surgeons with enhanced visualization of anatomical landmarks and critical structures. These innovations improve operative precision, facilitate complex dissections, and contribute to safer minimally invasive procedures. As computational technologies continue to evolve, intelligent surgical platforms integrating artificial intelligence with robotic systems are expected to become increasingly important in precision surgery. [12-15]

CONCLUSION

Minimally invasive surgery has fundamentally transformed modern surgical practice by reducing operative trauma and improving postoperative outcomes across numerous surgical specialties. The evolution from conventional laparoscopy to robotic-assisted procedures has expanded the scope of minimally invasive techniques, enabling increasingly complex operations to be performed with greater precision and safety. Although robotic surgery is associated with higher costs and specialized training requirements, its technological advantages have improved surgeon performance and patient outcomes in selected procedures. The integration of artificial intelligence, computer vision, augmented reality, and digital navigation systems is expected to further enhance surgical planning, intraoperative decision-making, and postoperative care. As technology continues to advance, minimally invasive surgery will increasingly move toward intelligent, data-driven, and precision-guided interventions. Ongoing

innovation, evidence-based implementation, and international collaboration will be essential to maximize clinical benefits while ensuring patient safety and equitable access to these rapidly evolving surgical technologies.

References

1. Moustiris GP, Hiridis SC, Deliparaschos KM, Konstantinidis KM. Evolution of autonomous and semi-autonomous robotic surgical systems: a review of the literature. *Int J Med Robot*. 2011;7(4):375-392. doi: 10.1002/rcs.408.
2. Wright JD. Robotic-Assisted Surgery: Balancing Evidence and Implementation. *JAMA*. 2017;318(16):1545–1547. doi: 10.1001/jama.2017.13696.
3. Boal M, Giovene Di Girasole C, Tesfai F, et al. Evaluation status of current and emerging minimally invasive robotic surgical platforms. *Surg Endosc*. 2024;38:410–427. doi: 10.1007/s00464-023-10554-4.
4. Lai TJ, Roxburgh C, Boyd KA, Bouttell J. Clinical effectiveness of robotic versus laparoscopic and open surgery: an overview of systematic reviews. *BMJ Open*. 2024;14:e076750. doi: 10.1136/bmjopen-2023-076750.
5. Rajesh A, de Azevedo RU, Shaikh N, Farley DR. Minimally invasive surgery: laparotomy, laparoscopy, and robotic surgery. In: Yamada's Textbook of Gastroenterology. 2022. doi: 10.1002/9781119600206.ch127.
6. Rajesh A, Shaikh N, Farley DR. Minimally invasive surgery: laparotomy, laparoscopy, and robotic surgery. In: Yamada's Atlas of Gastroenterology. 2022. doi: 10.1002/9781119600527.ch84.
7. Balaphas A, Hagen ME, Buchs NC, et al. Robotic laparoendoscopy single site surgery: a transdisciplinary review. *Int J Med Robot*. 2013;9(1):1-11. doi: 10.1002/rcs.1445.
8. Alkatout I, Salehiniya H, Allahqoli L. Assessment of the Versius Robotic Surgical System in Minimal Access Surgery: A Systematic Review. *J Clin Med*. 2022;11(13):3754. doi: 10.3390/jcm11133754.
9. Francis NK, et al. Environmental sustainability in robotic and laparoscopic surgery: systematic review. *Br J Surg*. 2022;109(10):921-932. doi: 10.1093/bjs/znac191.
10. Mitzman B, Johnson S, Lichtveld M, Fong ZV. Minimally Invasive Surgery Deserts: Is There a Role for Robotic Assisted Surgery? *JSLS*. 2024;28(3):e2024.00039. doi: 10.4293/JSLS.2024.00039.
11. Satava RM. Surgical robotics: the early chronicles. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*. 2002;12(1):6-16.
12. Lanfranco AR, Castellanos AE, Desai JP, Meyers WC. Robotic surgery: a current perspective. *Ann Surg*. 2004;239(1):14-21. doi: 10.1097/01.sla.0000103020.19595.7d.
13. Ballantyne GH. Robotic surgery, telerobotic surgery, telepresence, and telementoring. *Surg Endosc*. 2002;16(10):1389-1402. doi: 10.1007/s00464-001-8283-7.
14. Marescaux J, Leroy J, Gagner M, et al. Transatlantic robot-assisted telesurgery. *Nature*. 2001;413(6854):379-380. doi: 10.1038/35096636.
15. Hagn U, Konietzschke R, Tobergte A, et al. DLR MiroSurge: a versatile system for research in endoscopic telesurgery. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2010;5(2):183-193. doi: 10.1007/s11548-009-0373-x.

CARDIORENAL SYNDROME: CURRENT CONCEPTS, DIAGNOSTIC CHALLENGES AND MANAGEMENT

Daurenov Ulykbek

Director, “SHAMSHYRAQ” Research Center

Almaty, Kazakhstan

Saifulla Nurtileu Farkhatuly

Nephrologist

Almaty, Kazakhstan

Rakhmatulla Balausa Shalkarkyzy

Medical Intern

Turekulova Aida Erlankyzy

Medical Intern

Asfendiyarov Kazakh National Medical University

Almaty, Kazakhstan

ABSTRACT

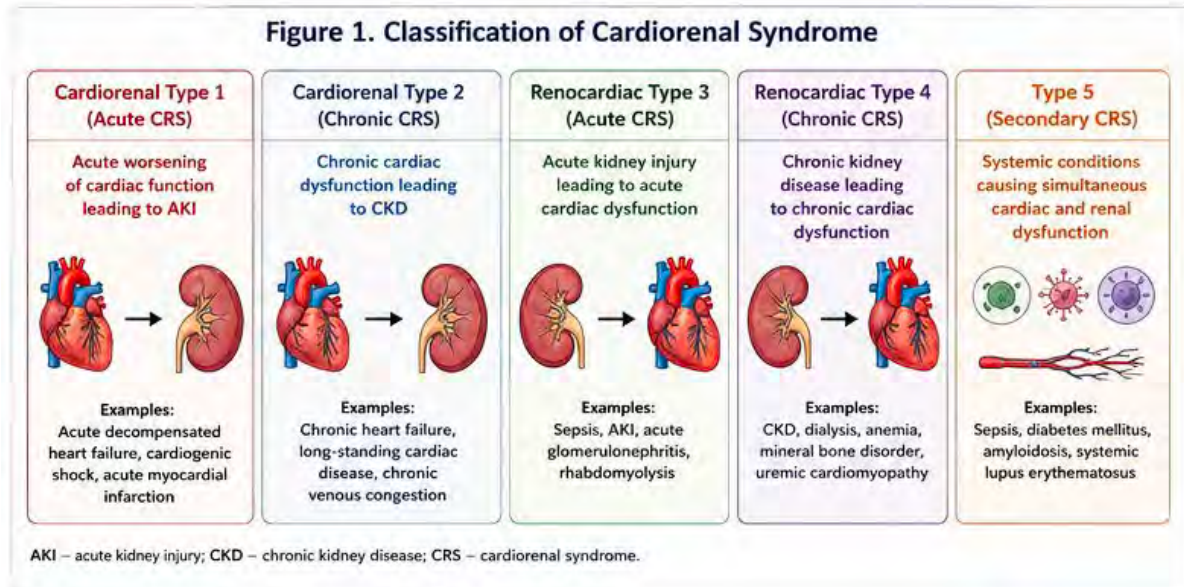
Cardiorenal syndrome represents a complex bidirectional disorder in which acute or chronic dysfunction of the heart and kidneys contributes to the progressive impairment of the other organ. The increasing global prevalence of heart failure, chronic kidney disease, diabetes mellitus, and hypertension has made CRS one of the most significant clinical challenges in cardiovascular and renal medicine. Despite substantial advances in diagnostic techniques and therapeutic strategies, CRS remains associated with high morbidity, mortality, prolonged hospitalization, and increased healthcare costs. The syndrome is characterized by intricate pathophysiological interactions involving hemodynamic abnormalities, neurohormonal activation, venous congestion, endothelial dysfunction, systemic inflammation, oxidative stress, and metabolic disturbances. Early diagnosis remains difficult because conventional biomarkers often fail to detect subclinical organ injury, while overlapping clinical manifestations complicate differentiation between primary cardiac and renal dysfunction. Recent advances in imaging modalities, novel biomarkers, and artificial intelligence-assisted risk prediction have improved diagnostic accuracy.

Keywords: Cardiorenal syndrome, heart failure, chronic kidney disease, acute kidney injury, SGLT2 inhibitors, biomarkers, precision medicine.

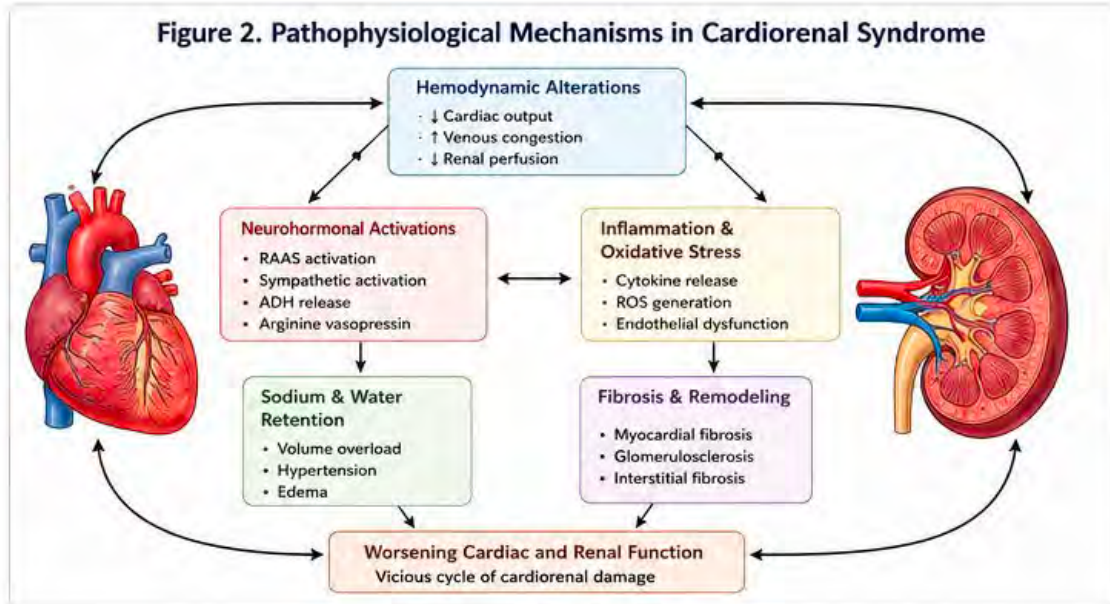
INTRODUCTION

Cardiorenal syndrome is defined as a spectrum of disorders in which acute or chronic dysfunction of either the heart or the kidneys induces acute or chronic dysfunction of the other organ through complex hemodynamic, neurohormonal, inflammatory, and metabolic interactions [1,2]. The current classification of CRS, originally proposed by the Acute Dialysis Quality Initiative (ADQI) and subsequently endorsed and expanded by the American Heart Association (AHA), categorizes the syndrome into five clinical types according to the primary affected organ and the

temporal pattern of disease progression [3]. Type 1 CRS refers to acute deterioration of cardiac function resulting in acute kidney injury (AKI) [1]. This subtype most commonly develops in patients with acute decompensated heart failure, acute myocardial infarction, cardiogenic shock, or following cardiac surgery [1,4]. Reduced cardiac output, elevated central venous pressure, renal venous congestion, and excessive activation of the renin–angiotensin–aldosterone system (RAAS) collectively impair renal perfusion and glomerular filtration, leading to AKI [4].



Type 2 CRS is characterized by chronic cardiac dysfunction that progressively causes chronic kidney disease (CKD). Long-standing heart failure results in persistent renal hypoperfusion, chronic venous congestion, sympathetic nervous system activation, oxidative stress, and endothelial dysfunction, all of which accelerate nephron loss and renal fibrosis [1,5]. Patients with heart failure with reduced ejection fraction (HFrEF) and preserved ejection fraction (HFpEF) frequently develop this subtype during disease progression [5]. Type 3 CRS describes acute kidney injury leading to acute cardiac dysfunction [1]. Acute renal impairment promotes fluid overload, electrolyte disturbances, metabolic acidosis, inflammatory cytokine release, and neurohormonal activation, which may precipitate pulmonary edema, malignant arrhythmias, acute heart failure, or myocardial ischemia [6]. This subtype is commonly encountered in critically ill patients with severe AKI or septic shock [7]. Type 4 CRS develops when chronic kidney disease contributes to structural and functional cardiac abnormalities. Progressive CKD promotes hypertension, chronic inflammation, vascular calcification, anemia, disturbances in mineral metabolism, and left ventricular hypertrophy, ultimately increasing the risk of heart failure, ischemic heart disease, and sudden cardiac death [8]. Cardiovascular disease remains the leading cause of mortality among patients with advanced CKD [9]. Type 5 CRS occurs when systemic diseases simultaneously damage both the heart and kidneys [1]. Common etiologies include sepsis, diabetes mellitus, systemic autoimmune diseases, amyloidosis, severe infections, and multisystem inflammatory disorders [1,6]. In these conditions, systemic inflammation, endothelial injury, immune dysregulation, and microvascular dysfunction contribute to concurrent impairment of cardiac and renal function [10].

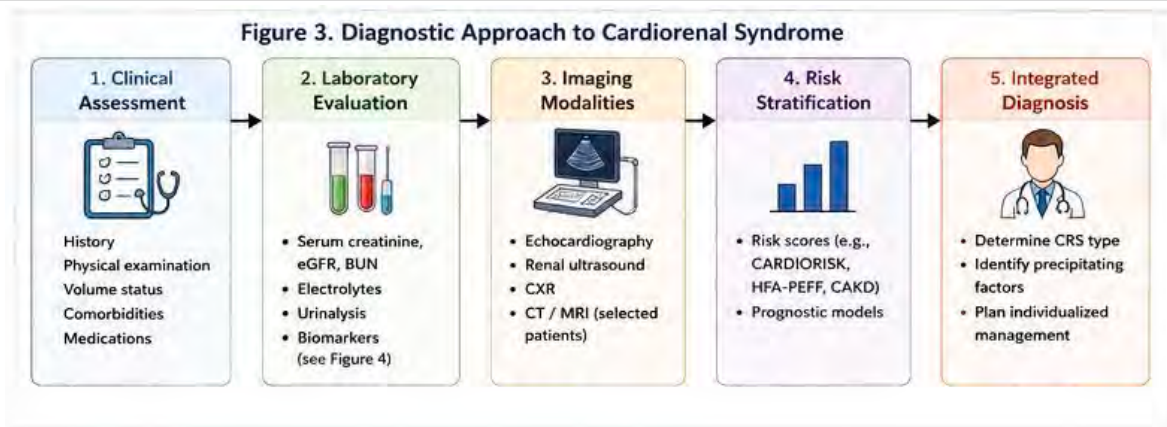


Although the five-type classification remains the clinical standard, recent evidence suggests that CRS should also be characterized according to volume status (hypervolemic, euvoletic, or hypovolemic), the presence of valvular heart disease, biomarker profiles, and disease chronicity. Such multidimensional classification may improve phenotyping and facilitate individualized therapeutic strategies in future clinical practice [11].

Traditionally, reduced cardiac output was considered the principal mechanism responsible for renal dysfunction in patients with heart failure. Decreased forward blood flow lowers renal perfusion pressure, resulting in reduced glomerular filtration rate (GFR), activation of renal autoregulatory mechanisms, and progressive ischemic injury to the renal parenchyma [12].

Systemic inflammation has emerged as a major contributor to CRS pathogenesis. Patients with CRS exhibit elevated circulating concentrations of pro-inflammatory cytokines, including tumor necrosis factor- α (TNF- α), interleukin-1 β (IL-1 β), interleukin-6 (IL-6), and C-reactive protein (CRP), all of which contribute to endothelial injury, myocardial remodeling, and progressive nephron loss [13]. Oxidative stress develops secondary to excessive production of reactive oxygen species (ROS), mitochondrial dysfunction, and reduced antioxidant capacity. ROS directly damage endothelial cells, podocytes, tubular epithelial cells, and cardiomyocytes while promoting apoptosis, fibrosis, and microvascular dysfunction [12-14].

The vascular endothelium plays a crucial role in maintaining normal cardiovascular and renal homeostasis. Endothelial dysfunction results in impaired nitric oxide bioavailability, increased vascular stiffness, enhanced leukocyte adhesion, platelet activation, and microvascular ischemia [15].



CONCLUSION

Cardiorenal syndrome remains one of the most challenging clinical conditions in modern cardiovascular and nephrology practice because of the complex bidirectional interactions between cardiac and renal dysfunction [1,2]. Advances in the understanding of CRS pathophysiology have demonstrated that disease progression is driven not only by hemodynamic impairment but also by neurohormonal activation, venous congestion, systemic inflammation, oxidative stress, endothelial dysfunction, and progressive fibrosis, all of which contribute to irreversible damage in both organs.

Early diagnosis remains essential for improving patient outcomes. Conventional biomarkers, including serum creatinine and estimated glomerular filtration rate (eGFR), should be complemented by novel biomarkers such as cystatin C, neutrophil gelatinase-associated lipocalin (NGAL), kidney injury molecule-1 (KIM-1), and cardiac biomarkers including BNP, NT-proBNP, and high-sensitivity cardiac troponins. The integration of laboratory biomarkers with echocardiography, renal ultrasonography, cardiac magnetic resonance imaging, and artificial intelligence-assisted risk prediction may substantially improve diagnostic accuracy and facilitate earlier therapeutic intervention.

References

1. Ronco C, Bellasi A, Di Lullo L. Cardiorenal Syndrome. *Heart Fail Clin*. 2020;16(2):251-280. doi: 10.1016/j.hfc.2019.12.001
2. Rangaswami J, Bhalla V, Blair JEA, Chang TI, Costa S, Lentine KL, et al. Cardiorenal Syndrome: Classification, Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment Strategies. *Circulation*. 2019;139(16):e840-e878. doi: 10.1161/CIR.0000000000000664
3. House AA, Wanner C, Sarnak MJ, et al. Heart Failure in Chronic Kidney Disease: Conclusions from a KDIGO Controversies Conference. *Kidney Int*. 2019;95(6):1304-1317. doi: 10.1016/j.kint.2019.02.022
4. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, et al. 2023 Focused Update of the ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J*. 2023.
5. Zoccali C, Mallamaci F, Halimi JM, Rossignol P, Sarafidis P, De Caterina R, et al. Chronic cardiovascular-kidney disorder: a new conceptual framework. *Nat Rev Nephrol*. 2024;20:201–202. doi: 10.1038/s41581-023-00789-8.
6. Di Lullo L, Bellasi A, Barbera V, et al. New Insight in Cardiorenal Syndrome: From Biomarkers to Therapy. *Int J Mol Sci*. 2023;24(6):5089. doi: 10.3390/ijms24065089.

7. Ali MU, Mancini GBJ, Fitzpatrick-Lewis D, et al. The effectiveness of sodium-glucose co-transporter 2 inhibitors on cardiorenal outcomes: an updated systematic review and meta-analysis. *Cardiovasc Diabetol.* 2024;23:72. doi: 10.1186/s12933-024-02154-w.
8. Girardi ACC, Polidoro JZ, Castro PC, et al. Mechanisms of heart failure and chronic kidney disease protection by SGLT2 inhibitors in nondiabetic conditions. *Am J Physiol Cell Physiol.* 2024;327(3). doi: 10.1152/ajpcell.00143.2024.
9. Zhang Y, Luo J, Li B, et al. Cardio-renal protective effect and safety of sodium-glucose cotransporter 2 inhibitors for chronic kidney disease patients with eGFR <60 mL/min/1.73 m²: a systematic review and meta-analysis. *BMC Nephrol.* 2024;25:392. doi: 10.1186/s12882-024-03833-2.
10. Kashani K, Chávez-Iñiguez JS, et al. Kidney Replacement Therapies and Ultrafiltration in Cardiorenal Syndrome. *Cardiorenal Med.* 2024;14(1):320–333. doi: 10.1159/000539547.
11. Zhao BR, Hu XR, Wang WD, Zhou Y. Cardiorenal syndrome: clinical diagnosis, molecular mechanisms and therapeutic strategies. *Acta Pharmacol Sin.* 2025;46(6):1539-1555. doi: 10.1038/s41401-025-01476-z.
12. Sohal S, Uppal D, Mathai SV, Wats K, Uppal NN. Acute Cardiorenal Syndrome: An Update. *Cardiol Rev.* 2024;32(6):489-498. doi: 10.1097/CRD.0000000000000532.
13. Johns EJ. Functional insights into the cardiorenal syndrome. *Hypertens Res.* 2024;47(6):1747-1749. doi: 10.1038/s41440-024-01665-z.
14. De La Motte LR, Bassani B, Trepiccione F, Capasso G, Bruno A, Ambrosio G. Preclinical models of cardio-renal syndrome: a systematic review. *Am J Physiol Cell Physiol.* 2025;329(6). doi: 10.1152/ajpcell.00197.2025.
15. Kula AJ, Bartlett D. Cardiorenal syndrome: evolving concepts and pediatric knowledge gaps. *Pediatr Nephrol.* 2025;40(3):651-660. doi: 10.1007/s00467-024-06517-z.

DOI 10.70286/ISU-22.07.2026.027

ADVANCES IN IGA NEPHROPATHY: NOVEL THERAPEUTIC STRATEGIES AND CLINICAL OUTCOMES

Karassay Aibi Karassayevna

Medical Intern

Astana Medical University, Astana, Kazakhstan

ABSTRACT

Immunoglobulin A nephropathy is the most common primary glomerular disease worldwide and remains a leading cause of chronic kidney disease and end-stage kidney failure. The disease is characterized by mesangial deposition of galactose-deficient immunoglobulin A1 (Gd-IgA1)-containing immune complexes, which initiate complement activation, glomerular inflammation, and progressive renal fibrosis.

Despite decades of research, conventional treatment strategies have largely focused on supportive therapy, including optimized blood pressure control, renin–angiotensin system blockade, and lifestyle modification. However, advances in the understanding of IgAN pathogenesis have led to the development of novel targeted therapies that address key pathogenic pathways. These include targeted-release budesonide, endothelin receptor antagonists, complement inhibitors, B-cell activating factor inhibitors, APRIL-targeted therapies, sodium-glucose cotransporter-2 inhibitors, and other emerging immunomodulatory agents. In parallel, advances in biomarker discovery, multi-omics technologies, artificial intelligence, and precision medicine are improving risk stratification and enabling individualized therapeutic approaches. This review summarizes current knowledge regarding the pathophysiology of IgA nephropathy, recent therapeutic innovations, clinical outcomes, and future directions for personalized disease management.

Keywords: IgA nephropathy; galactose-deficient IgA1; complement inhibition; targeted-release budesonide; endothelin receptor antagonists; precision medicine; biomarkers; chronic kidney disease; artificial intelligence; nephrology.

INTRODUCTION

Immunoglobulin A nephropathy, also known as Berger disease, is the most prevalent primary glomerulonephritis worldwide and represents a major cause of chronic kidney disease (CKD) and end-stage kidney disease (ESKD). The disease affects individuals of all ages but is most commonly diagnosed during the second and third decades of life. Although its clinical presentation varies considerably, persistent hematuria, proteinuria, hypertension, and progressive decline in renal function remain the hallmark manifestations of IgAN. [1,2]

The pathogenesis of IgA nephropathy is complex and involves the production of galactose-deficient IgA1 (Gd-IgA1), formation of circulating autoantibodies, generation of nephritogenic immune complexes, mesangial deposition, complement activation, and progressive glomerular injury. The widely accepted multi-hit hypothesis explains disease development through sequential immunological events that ultimately lead to chronic inflammation, glomerulosclerosis, tubulointerstitial fibrosis, and irreversible loss of kidney function. [2-4] Historically, management of IgAN has focused primarily on supportive measures, including optimization of blood pressure, reduction of proteinuria through renin–angiotensin system inhibition, dietary sodium restriction, and cardiovascular risk reduction. Although these interventions slow disease progression, many patients continue to experience progressive renal impairment despite optimal supportive care. [4-6]

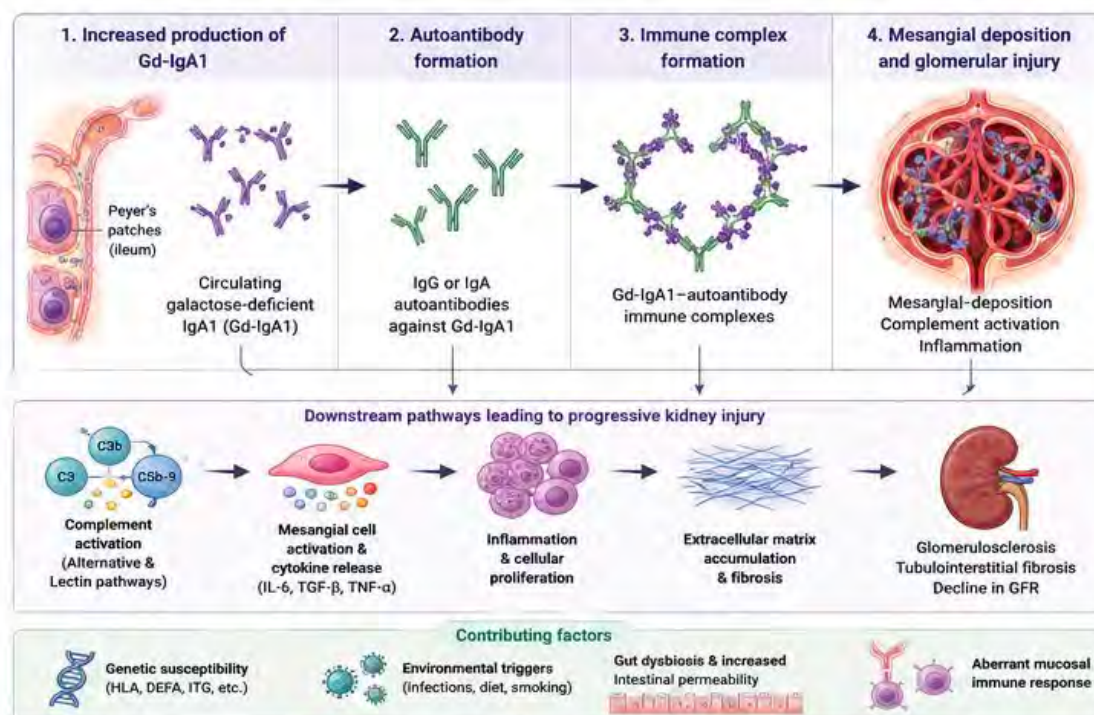


Figure 1. Pathogenesis of IgA Nephropathy: From Galactose-Deficient IgA1 Formation to Progressive Glomerular Injury

Recent advances in the understanding of disease mechanisms have transformed the therapeutic landscape of IgAN. Novel targeted therapies—including targeted-release budesonide, complement inhibitors, endothelin receptor antagonists, APRIL inhibitors, BAFF inhibitors, and sodium-glucose cotransporter-2 (SGLT2) inhibitors—have demonstrated encouraging clinical results by targeting specific pathogenic pathways rather than providing nonspecific immunosuppression. [5-8]

In addition, the emergence of precision medicine, molecular biomarkers, artificial intelligence, and multi-omics technologies has improved disease classification, prognostic assessment, and individualized treatment selection. These innovations have the potential to substantially improve long-term renal outcomes while minimizing treatment-related toxicity. [7-9] This review summarizes current evidence regarding the pathophysiology, novel therapeutic strategies, clinical outcomes, and future perspectives in the management of IgA nephropathy. [3,6-9] Optimal supportive care remains the foundation of IgA nephropathy management regardless of disease severity. Current international guidelines recommend aggressive control of blood pressure, reduction of proteinuria, cardiovascular risk management, dietary sodium restriction, weight optimization, smoking cessation, and regular monitoring of kidney function. These interventions significantly delay disease progression and reduce the risk of end-stage kidney disease. [5,8-10]

Renin-angiotensin system blockade using angiotensin-converting enzyme inhibitors or angiotensin II receptor blockers remains the standard first-line pharmacological therapy for patients with persistent proteinuria. These agents reduce intraglomerular pressure, decrease proteinuria, and slow the progression of chronic kidney disease independent of their antihypertensive effects. Achievement of sustained proteinuria below 1 g/day is associated with significantly improved long-term renal

prognosis. [8-11] Sodium-glucose cotransporter-2 (SGLT2) inhibitors have recently emerged as an important component of supportive therapy for patients with chronic kidney disease, including IgA nephropathy. Large randomized clinical trials have demonstrated significant reductions in renal disease progression, cardiovascular events, and decline in eGFR irrespective of diabetes status. Consequently, SGLT2 inhibitors are increasingly incorporated into contemporary treatment algorithms for IgAN. [9-12]

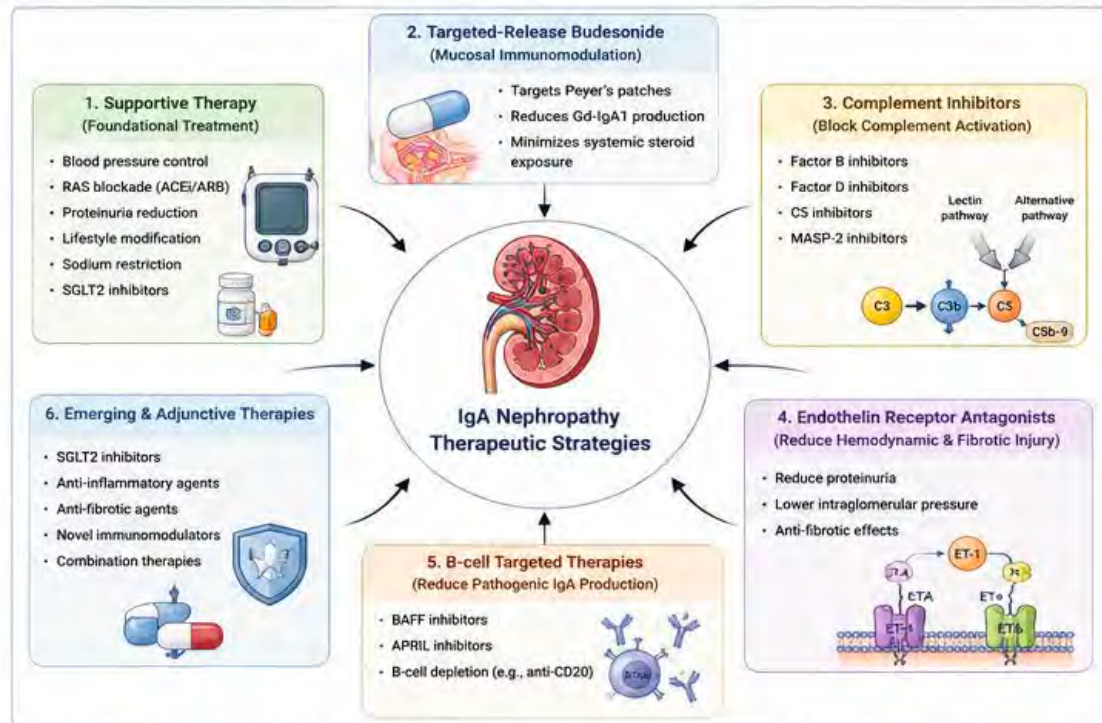


Figure 2. Current and Emerging Therapeutic Strategies for IgA Nephropathy

Although systemic corticosteroids may reduce proteinuria in selected high-risk patients, their use remains controversial because of substantial adverse effects, including severe infections, metabolic complications, osteoporosis, and cardiovascular events. Current treatment strategies therefore increasingly emphasize targeted therapies that selectively inhibit disease-specific pathogenic mechanisms while minimizing systemic toxicity. [10-12] Recent advances in the understanding of IgA nephropathy pathogenesis have shifted therapeutic approaches from nonspecific immunosuppression toward targeted disease-modifying interventions. These novel therapies aim to interrupt key pathogenic mechanisms involved in the multi-hit model, including abnormal IgA production, complement activation, B-cell dysregulation, endothelin-mediated renal injury, and progressive fibrosis. Several of these agents have demonstrated encouraging results in large randomized clinical trials and are reshaping the treatment landscape of IgAN. [10-13] Targeted-release budesonide represents one of the first disease-specific therapies approved for patients with IgA nephropathy. Unlike conventional corticosteroids, this formulation delivers budesonide directly to the distal ileum, where Peyer's patches play a central role in mucosal IgA production. Local suppression of mucosal immune activation reduces circulating galactose-deficient IgA1 levels while minimizing systemic glucocorticoid exposure. Clinical trials have demonstrated significant reductions in proteinuria, stabilization of estimated

glomerular filtration rate (eGFR), and a favorable safety profile compared with systemic corticosteroids. [11-14] Complement inhibition has emerged as another promising therapeutic strategy. Excessive activation of the alternative and lectin complement pathways contributes substantially to glomerular inflammation and renal injury in IgAN. Novel agents targeting factor B, factor D, C5, mannose-binding lectin-associated serine protease-2 (MASP-2), and other complement components have demonstrated encouraging preliminary results by reducing complement-mediated tissue damage and slowing disease progression. Several complement inhibitors are currently being evaluated in Phase II and Phase III clinical trials. [12-15]

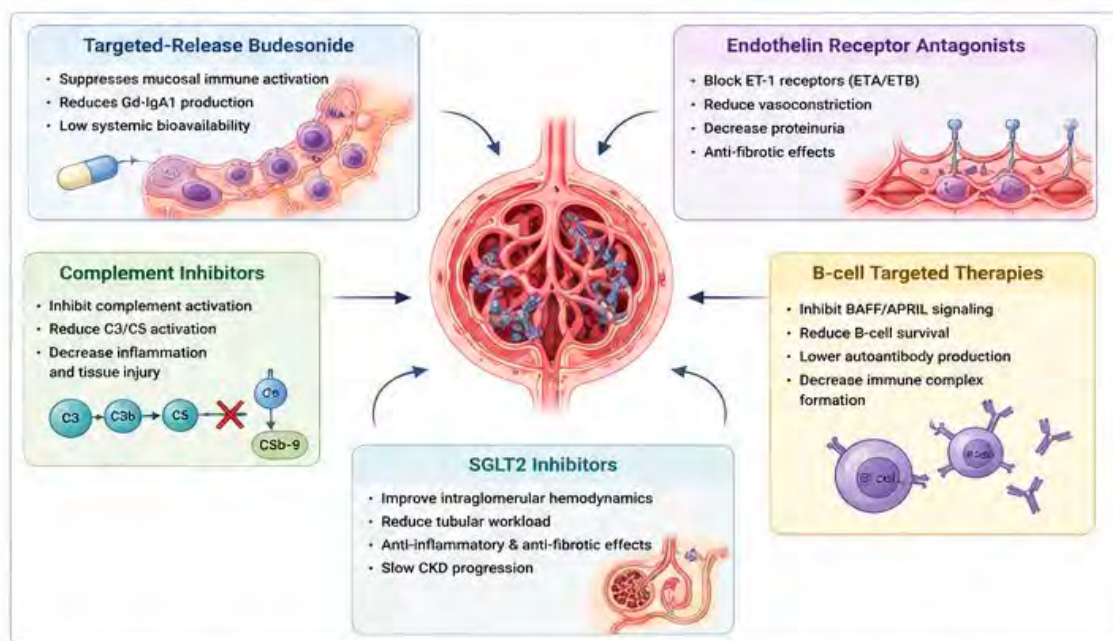


Figure 3. Mechanisms of Action of Novel Targeted Therapies in IgA Nephropathy

Endothelin receptor antagonists have also shown significant renoprotective effects. Endothelin-1 promotes glomerular hypertension, inflammation, podocyte injury, and progressive fibrosis. Selective endothelin receptor antagonists reduce proteinuria while preserving renal function, particularly when combined with optimized renin–angiotensin system blockade. These agents may provide additional therapeutic benefit for patients with persistent proteinuria despite standard supportive treatment. [16] Advances in immunology have further stimulated the development of therapies targeting B-cell maturation and antibody production. Inhibitors of B-cell activating factor (BAFF) and a proliferation-inducing ligand (APRIL) suppress abnormal IgA synthesis, thereby reducing formation of nephritogenic immune complexes. Early clinical studies have reported favorable reductions in proteinuria and stabilization of kidney function, suggesting that these biologic agents may become integral components of future IgAN management. [17] Sodium-glucose cotransporter-2 (SGLT2) inhibitors have demonstrated substantial nephroprotective benefits beyond glycemic control. Large randomized trials have shown significant reductions in albuminuria, slower decline in eGFR, and decreased risk of kidney failure among patients with chronic kidney disease, including those with IgA nephropathy. Their

renoprotective effects are believed to result from improvements in intraglomerular hemodynamics, reduced tubular workload, attenuation of inflammation, and preservation of renal metabolism. [18]

CONCLUSION

IgA nephropathy remains the most common primary glomerular disease worldwide and continues to represent a major cause of chronic kidney disease and end-stage kidney failure. Advances in the understanding of its complex immunopathogenesis have transformed the therapeutic landscape, shifting clinical practice from nonspecific immunosuppression toward targeted disease-modifying therapies. Novel agents-including targeted-release budesonide, complement inhibitors, endothelin receptor antagonists, BAFF and APRIL inhibitors, and sodium-glucose cotransporter-2 inhibitors-have demonstrated encouraging clinical efficacy by reducing proteinuria, preserving renal function, and slowing disease progression. These therapies provide new opportunities for improving long-term renal outcomes while minimizing systemic toxicity.

Emerging biomarkers, multi-omics technologies, artificial intelligence, and precision medicine are expected to further optimize risk stratification, treatment selection, and disease monitoring. As ongoing clinical trials continue to expand the evidence base, individualized therapeutic strategies will likely become the cornerstone of future IgA nephropathy management, improving patient outcomes and reducing the global burden of chronic kidney disease.

References

1. Floege J, Amann K. Primary glomerulonephritides. *Lancet*. 2016;387(10032):2036-2048. doi: 10.1016/S0140-6736(16)00272-5.
2. Suzuki H, Kiryluk K The pathophysiology of IgA nephropathy. *J Am Soc Nephrol*. 2011;22(10):1795-1803. doi: 10.1681/ASN.2011050464.
3. Lai KN, Tang SCW, Schena FP, Novak J, Tomino Y, Fogo AB, et al. IgA nephropathy. *Nat Rev Dis Primers*. 2016;2:16001. doi: 10.1038/nrdp.2016.1.
4. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Glomerular Diseases Work Group. KDIGO 2021 Clinical Practice Guideline for the Management of Glomerular Diseases. 2021;100 S1-S276. doi: 10.1016/j.kint.2021.05.021.
5. Barratt J, Feehally J. IgA nephropathy. *J Am Soc Nephrol*. 2005;16(7):2088-2097. doi: 10.1681/ASN.2005020134.
6. Wyatt RJ, Julian BA. IgA nephropathy. *N Engl J Med*. 2013;368(25):2402-2414. doi: 10.1056/NEJMra1206793.
7. Novak J, Julian BA, Mestecky J, Renfrow MB. Glycosylation of IgA1 and pathogenesis of IgA nephropathy. *Semin Immunopathol*. 2012;34(3):365-382. doi: 10.1007/s00281-012-0306-z.
8. Rizk DV, Maillard N, Julian BA, Knoppova B, Green TJ, Novak J. The emerging role of complement proteins as therapeutic targets in IgA nephropathy. *Front Immunol*. 2019;10:504. doi: 10.3389/fimmu.2019.00504.
9. Coppo R. Treatment of IgA nephropathy: recent advances and prospects. *Nephrol Dial Transplant*. 2018;33(11):1818-1825. doi: 10.1093/ndt/gfy184.

10. Rovin BH, Adler SG, Barratt J, et al. Executive summary of the KDIGO 2021 Guideline for the Management of Glomerular Diseases. *Kidney Int.* 2021;100(4):753-779. doi: 10.1016/j.kint.2021.05.015.
11. Fellström BC, Barratt J, Cook H, et al. Targeted-release budesonide versus placebo in patients with IgA nephropathy (NEFIGAN). *Lancet.* 2017;389(10084):2117-2127. doi: 10.1016/S0140-6736(17)30550-0.
12. Barratt J, Rovin BH, Cattran D, et al. Why target the gut to treat IgA nephropathy? 2020;5(10):1620-1624. doi: 10.1016/j.ekir.2020.07.021.
13. Lafayette RA, Rovin BH, Reich HN, et al. Safety, tolerability and efficacy of narsoplimab in IgA nephropathy. *Kidney Int Rep.* 2020;5(11):2032-2041. doi: 10.1016/j.ekir.2020.08.028.
14. Barratt J, Rovin BH, Zhang H, et al. Atrasentan in patients with IgA nephropathy (ALIGN): study design and rationale. *Nephrol Dial Transplant.* 2022;37(10):1874-1883. doi: 10.1093/ndt/gfab293.
15. Heerspink HJL, Stefánsson BV, Correa-Rotter R, et al. Dapagliflozin in Patients with Chronic Kidney Disease. *N Engl J Med.* 2020;383(15):1436-1446. doi: 10.1056/NEJMoa2024816.
16. Wheeler DC, Stefánsson BV, Batiushin M, et al. The DAPA-CKD Trial in Patients with IgA Nephropathy. *Kidney Int.* 2021;100(1):215-224. doi: 10.1016/j.kint.2021.03.033.
17. Rovin BH, Teng YKO, Gutiérrez E, et al. Efficacy and safety of iptacopan in IgA nephropathy. *N Engl J Med.* 2024;390(9):791-803. doi: 10.1056/NEJMoa2311608.
18. Trimarchi H, Barratt J, Cattran DC, et al. Oxford Classification of IgA nephropathy: update. *Kidney Int.* 2017;91(5):1014-1021. doi: 10.1016/j.kint.2017.02.003.

МЕДИЦИНСКИЕ АСПЕКТЫ НЕЙРОТОКСИЧНОСТИ В СОВРЕМЕННОЙ ОНКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ: МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕРАПЕВТА И НЕВРОЛОГА

**Бейсен А.М.
Ыдырышева С.М.
Тузелбекова А.Ш.
Жарылкасынова М.Е.**

Казахский национальный медицинский университет
имени С.Д. Асфендиярова, г. Алматы, Казахстан

Аннотация. В статье рассматривается актуальная междисциплинарная проблема современной медицины — химиоиндуцированная периферическая полинейропатия (ХИПП) и сопутствующие соматические и центральные неврологические осложнения у пациентов, проходящих системное противоопухолевое лечение. Рост выживаемости онкологических больных ставит перед клиницистами новые задачи по долгосрочному мониторингу качества их жизни. Описаны патогенетические механизмы повреждения центральной и периферической нервной системы цитостатическими препаратами. Приводятся результаты ретроспективного анализа данных 120 пациентов со злокачественными новообразованиями. Сформулированы и обоснованы ключевые терапевтические и неврологические подходы к ранней скрининговой диагностике, дифференциальному диагнозу, сопроводительному лечению и профилактике нейротоксических синдромов. Показано, что своевременная коррекция коморбидных терапевтических патологий и назначение патогенетически обоснованной неврологической терапии позволяют избежать вынужденного снижения доз противоопухолевых агентов и повысить общую эффективность лечения.

Ключевые слова: онкология, химиотерапия, нейротоксичность, терапия внутренних болезней, клиническая неврология, полинейропатия, когнитивные нарушения, коморбидность.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы. За последние десятилетия терапия злокачественных новообразований совершила качественный скачок. Внедрение в широкую клиническую практику современных режимов полихимиотерапии, таргетных и иммуноонкологических препаратов позволило значительно увеличить показатели общей и безрецидивной выживаемости больных. Тем не менее, обратной стороной высокой терапевтической эффективности противоопухолевых агентов остается их высокая системная токсичность. Среди множества нежелательных явлений (гематологических, гастроинтестинальных,

кардиотоксических) поражение нервной системы занимает особое место ввиду высокой инвалидизирующей способности и выраженного негативного влияния на качество жизни пациентов.

Наиболее частым и клинически значимым проявлением нейротоксичности является химиоиндуцированная периферическая полинейропатия (ХИПП). По данным международных мультицентровых исследований, частота развития ХИПП варьирует от 30% до 85% в зависимости от используемой схемы лечения, кумулятивной дозы препаратов и исходного соматического статуса пациента. Другой серьезной проблемой является центральная нейротоксичность, проявляющаяся синдромом когнитивных нарушений (так называемый «химический мозг» или chemo-brain), а также астеническими и депрессивными расстройствами.

Междисциплинарный характер патологии. Традиционно ведением онкологического пациента занимается врач-онколог. Однако в условиях реальной клинической практики онколог ориентирован преимущественно на контроль опухолевого процесса и оценку общетоксических реакций. Развитие неврологических осложнений требует глубоких профильных знаний, которыми обладает врач-невролог. В то же время, тяжесть проявлений нейротоксичности жестко ассоциирована с соматической коморбидностью — сахарным диабетом, артериальной гипертензией, хронической болезнью почек, анемическим синдромом и нутритивной недостаточностью. Это выводит на первый план фигуру врача-терапевта (интерниста), осуществляющего общую соматическую поддержку пациента.

Таким образом, оптимизация помощи онкопациентам с признаками нейротоксичности лежит исключительно в плоскости междисциплинарного взаимодействия трех ключевых специалистов: онколога, невролога и терапевта.

ПАТОГЕНЕЗ ХИМИОИНДУЦИРОВАННОЙ НЕЙРОТОКСИЧНОСТИ

Механизмы повреждения нервной ткани под действием противоопухолевых препаратов многогранны и специфичны для каждого класса химиотерапевтических агентов. Периферическая нервная система особенно уязвима, так как структуры спинномозговых ганглиев и периферических нервов лишены полноценного гематоэнцефалического барьера, что облегчает прямое проникновение токсических молекул.

1. Препараты платины (цисплатин, оксалиплатин, карбоплатин). Основным мишенью препаратов платины являются нейроны дорсальных спинномозговых ганглиев. Платина связывается с ядерной и митохондриальной ДНК нейронов, запуская каскад апоптоза. Оксалиплатин обладает уникальным механизмом острой нейротоксичности, связанным с блокированием вольтаж-зависимых натриевых каналов, что проявляется выраженной холодовой аллодинией и парестезиями уже в процессе инфузии.

2. Таксаны (паклитаксел, доцетаксел). Эти соединения нарушают процессы деполимеризации микротрубочек, которые формируют цитоскелет аксона. В результате блокируется энергозависимый аксональный транспорт, необходимый для поддержания жизнедеятельности дистальных отделов нервных волокон.

Происходит так называемый процесс «умирания с конца» (dying-back neuropathy).

3. Винкаалкалоиды (винкристин, винбластин). Подобно таксанам, они нарушают структуру микротрубочек, но путем торможения их сборки. Винкристин обладает высокой аффинностью к структурам периферических нервов, вызывая как сенсорную, так и выраженную моторную и вегетативную нейропатию (вплоть до пареза кишечника и ортостатической гипотензии).

На системном терапевтическом уровне эти процессы усугубляются индуцированным оксидативным стрессом, микрососудистыми нарушениями (ишемия *vasa nervorum*) и провоспалительным цитокиновым каскадом, повреждающим миелиновую оболочку и аксоны.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛЫ

Для изучения структуры неврологических осложнений и оценки эффективности междисциплинарной курации было проведено ретроспективное когортное исследование.

Характеристика выборки. Проанализированы истории болезни 120 пациентов (58 мужчин и 62 женщины) в возрасте от 38 до 72 лет (средний возраст — $54,3 \pm 6,8$ года), проходивших системную противоопухолевую терапию в период с 2024 по 2025 гг. В структуре нозологий преобладали: рак молочной железы (32,5%), колоректальный рак (28,3%), рак легкого (21,7%) и рак желудка (17,5%).

Критерии включения в исследование:

- верифицированный диагноз злокачественного новообразования;
- проведение не менее 3 курсов химиотерапии с включением платины, таксанов или винкаалкалоидов;
- отсутствие тяжелой декомпенсированной соматической патологии на момент начала противоопухолевого лечения.

Инструменты оценки. Тяжесть периферической нейротоксичности оценивали по шкале Общих терминологических критериев нежелательных явлений (Common Terminology Criteria for Adverse Events — CTCAE v5.0), а также с помощью валидированной шкалы симптомов нейропатии (Total Neuropathy Score reduced — TNSr), включающей оценку субъективных жалоб и объективных неврологических знаков (сухожильные рефлексы, вибрационная и болевая чувствительность).

Состояние когнитивной сферы (центральная нейротоксичность) исследовалось с помощью Монреальской шкалы оценки когнитивных функций (MoCA-тест). Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета программ Statistica 12.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе проведенного анализа клинические и инструментальные признаки нейротоксичности различной степени выраженности были зарегистрированы у 68,3% (n=82) пациентов из общей когорты.

Таблица 1. Распределение пациентов по степени тяжести периферической нейротоксичности (по шкале CTCAE v5.0)

Степень тяжести	Основные клинические проявления	Количество больных (n=82)	Процентное соотношение (%)
I степень	Бессимптомное течение или легкие парестезии, не нарушающие функцию	34	41,5%
II степень	Умеренные парестезии, сенсорные расстройства, минимально ограничивающие самообслуживание	36	43,9%
III степень	Тяжелые сенсорные расстройства, выраженный болевой синдром, существенно ограничивающий самообслуживание	12	14,6%
IV степень	Жизнеугрожающие проявления, параличи (в исследуемой когорте не зарегистрированы)	0	0%

В структуре периферических расстройств доминировала дистальная симметричная сенсорная полинейропатия по типу «носков и перчаток» — она была зафиксирована в 74,3% случаев среди лиц с нейротоксичностью. Пациенты предъявляли жалобы на онемение, чувство «ползания мурашек», жжение и стреляющие боли в стопах и кистях.

Особое внимание со стороны терапевта потребовала группа пациентов (22,5%) с явлениями вегетативной нейропатии. Клинически это проявлялось стойкой ортостатической гипотензией (падение систолического АД более чем на 20 мм рт. ст. при переходе в вертикальное положение), синусовой тахикардией в покое и нарушениями моторной функции желудочно-кишечного тракта (упорные запоры).

Центральная нейротоксичность в виде синдрома когнитивной дисфункции (chemo-brain) была диагностирована у 31,6% пациентов. По результатам MoCA-теста у этих больных средний балл составил $23,2 \pm 1,4$ (при норме ≥ 26), что свидетельствовало об умеренных когнитивных расстройствах. Наибольшие трудности пациенты испытывали при выполнении тестов на кратковременную память, серийное вычитание и концентрацию внимания. Данный синдром чаще регистрировался у пациенток, получавших терапию таксанами по поводу рака молочной железы.

В рамках исследования пациенты были разделены на две подгруппы. В основной группе (n=42) применялся междисциплинарный подход: невролог назначал раннюю патогенетическую терапию (габапентиноиды при болевой форме, витамины группы В, альфа-липоевую кислоту), а терапевт жестко контролировал соматические факторы риска (коррекция гликемии, ликвидация анемии, нутритивная поддержка). В группе контроля (n=40) пациенты получали стандартную симптоматическую терапию по требованию.

Через 3 месяца наблюдения в основной группе удалось достичь снижения интенсивности болевого синдрома на 45% по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), в то время как в группе контроля этот показатель снизился лишь на 15%. Главным клиническим и онкологическим итогом комплексного ведения стало то,

что в основной группе удалось сохранить плановые дозировки и интервалы введения химиопрепаратов у 84% пациентов, тогда как в контрольной группе из-за прогрессирующей нейротоксичности у 35% больных дозы были редуцированы или курсы отложены.

ОБСУЖДЕНИЕ И КЛИНИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Полученные результаты подчеркивают, что проблема нейротоксичности не может быть решена силами только одного специалиста. Требуется непрерывный междисциплинарный консилиум.

Роль терапевта (интерниста):

Терапевт обязан провести детальный соматический скрининг пациента еще до начала первого курса химиотерапии. Наличие у больного сопутствующего сахарного диабета увеличивает риск развития тяжелой ХИПП в 2,5 раза ввиду синергичного токсического и метаболического повреждения нервных волокон. Хроническая болезнь почек (ХБП) со снижением скорости клубочковой фильтрации (СКФ) приводит к кумуляции противоопухолевых препаратов и их метаболитов в плазме крови, что резко усиливает системную токсичность. Терапевтическая стратегия должна включать:

- строгую оптимизацию гликемического профиля;
- коррекцию электролитных нарушений (особенно уровней магния и кальция, критически важных для проводимости нервного волокна);
- лечение анемии для предотвращения гипоксического повреждения нервной ткани.

1. При нейропатической боли: антиконвульсанты (габапентин, прегабалин) и селективные ингибиторы обратного захвата серотонина и норадреналина (дулоксетин).

2. Метаболическая поддержка: препараты альфа-липоевой (тиоктовой) кислоты, обладающие мощным антиоксидантным действием и улучшающие эндоневральный кровоток; высокодозные комплексы нейротропных витаминов группы В (B_1, B_6, B_{12})).

3. При когнитивном дефиците: нейропротекторы с легким активирующим действием, антихолинэстеразные препараты и когнитивный тренинг.

ВЫВОДЫ

1. Химиоиндуцированная нейротоксичность является частым и тяжелым осложнением современной противоопухолевой терапии, поражающим как периферическую (ХИПП — 68,3%), так и центральную нервную систему (когнитивный дефицит — 31,6%).

2. Патогенез повреждения включает в себя сочетанное прямое цитотоксическое воздействие на нейроны, аксональный транспорт и митохондриальный аппарат, усугубляемое соматическими факторами коморбидности.

3. Внедрение междисциплинарной модели ведения пациентов (онколог — терапевт — невролог) позволяет на 45% снизить интенсивность нейропатического болевого синдрома, значительно улучшить качество жизни больных и, самое главное, сохранить преимущество, радикальность и плановые параметры онкологического лечения у 84% пациентов.

References

1. Артамонова Е. В. Нейротоксичность противоопухолевых препаратов: клиника, диагностика, лечение // Современная онкология. – 2021. – Т. 23, № 2. – С. 142–148.
2. Меркулов Ю. А., Меркулова Д. М., Сиволап Ю. П. Химиоиндуцированная полинейропатия: патогенез, клиника, возможности терапии // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2022. – Т. 122, № 4. – С. 34–40.
3. Cavaletti G., Marmiroli P. Chemotherapy-induced peripheral neurotoxicity // Nature Reviews Neurology. – 2015. – Vol. 11, No. 5. – P. 273–281.
4. Poddubnaya I. V. Supportive care in oncology: a multidisciplinary approach // Journal of Clinical Medicine. – 2023. – Vol. 12. – P. 456.
5. 评分 Argyriou A. A., Bruna J., Marmiroli P., Cavaletti G. Chemotherapy-induced peripheral neurotoxicity (CIPN): an update // Critical Reviews in Oncology/Hematology. – 2017. – Vol. 118. – P. 51–57.

SECTION: MILITARY AFFAIR

ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ У СИСТЕМІ ОХОРОНИ ДЕРЖАВНОГО КОРДОНУ: ТАКТИЧНІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ АСПЕКТИ

Скринтовський Максим Сергійович

курсант

Магера Максим Володимирович

курсант

Кравцова Вікторія Романівна

курсант

Національна академія

Державної Прикордонної служби

України ім. Богдана Хмельницького, Україна

Анотація. У статті досліджуються тактичні та організаційні аспекти застосування безпілотних авіаційних комплексів (БАК) у системі охорони державного кордону України. Проаналізовано сучасний стан і тенденції розвитку безпілотних технологій у прикордонній сфері, визначено основні переваги та обмеження їх використання, а також запропоновано напрями вдосконалення організації застосування БАК у підрозділах Державної прикордонної служби України.

Ключові слова: безпілотний авіаційний комплекс, охорона державного кордону, тактика застосування, повітряна розвідка, Державна прикордонна служба України, спостереження.

Вступ

Сучасний збройний конфлікт та досвід охорони державного кордону в умовах воєнного стану переконливо свідчать про те, що безпілотні авіаційні комплекси (БАК) перетворилися на один із ключових інструментів виконання завдань розвідки, спостереження та контролю в прикордонній смузі. Динамічний розвиток технологій у цій сфері відкриває нові можливості для своєчасного виявлення порушників державного кордону, незаконних переміщень вантажів та інших загроз прикордонній безпеці держави.

Разом із тим масове впровадження БАК у діяльність підрозділів Державної прикордонної служби України (ДПСУ) потребує вирішення низки тактичних та організаційних питань: від визначення раціональних порядків застосування до підготовки операторів і забезпечення захищеного зв'язку. Актуальність теми зумовлена необхідністю узагальнення набутого бойового та службового досвіду і формування науково обґрунтованих підходів до застосування БАК у системі охорони кордону.

Аналіз сучасного стану застосування БАК у прикордонній службі

Досвід застосування безпілотних літальних апаратів у прикордонних відомствах держав — членів ЄС та НАТО свідчить про поступовий перехід від точкового використання до системної інтеграції БАК у загальну архітектуру охорони кордонів. Агентство FRONTEx активно впроваджує великогабаритні БАК типу Heron і Hermes для патрулювання морських та сухопутних ділянок, забезпечуючи тривале спостереження за відповідними районами [1].

В Україні застосування БАК у прикордонній службі набуло масштабного характеру після 2022 року. Підрозділи ДПСУ використовують як комерційні квадрокоптери серії DJI Mavic і Autel EVO для тактичної розвідки на малих висотах, так і спеціалізовані розвідувальні апарати з тривалим часом перебування у повітрі. Спектр завдань, що вирішуються за допомогою БАК, охоплює: моніторинг прикордонної смуги, виявлення та супроводження порушників, коригування дій нарядів, документування правопорушень, а також оцінку обстановки в реальному часі [2].

Водночас практика свідчить про існування ряду проблем. По-перше, значна частина підрозділів відчуває дефіцит підготовлених операторів БАК. По-друге, відсутня уніфікована тактика застосування різних класів апаратів у конкретних умовах місцевості та пори року. По-третє, гостро постає питання захисту каналів управління та передачі даних від засобів радіоелектронної боротьби противника [3].

Тактичні особливості застосування БАК в охороні кордону

З тактичної точки зору, застосування БАК у системі охорони державного кордону доцільно розглядати на трьох рівнях: стратегічному (великогабаритні апарати з радіусом дії понад 100 км), оперативному (середньогабаритні БАК з радіусом 30–100 км) та тактичному (малогабаритні апарати ближньої дії). Для підрозділів ДПСУ найбільш актуальним є тактичний рівень, де БАК використовуються переважно для підтримки нарядів з охорони кордону в режимі реального часу.

Ефективне тактичне застосування БАК передбачає: завчасне планування маршрутів польоту з урахуванням рельєфу місцевості та зон можливої радіоелектронної протидії; узгодження дій оператора БАК і наряду охорони кордону через захищені канали зв'язку; використання тепловізійних та нічних камер для цілодобового спостереження; а також відпрацювання стандартних процедур реагування на виявлені загрози [4].

Особливого значення набуває взаємодія між операторами БАК і прикордонними нарядами. Практика виявила потребу у розробленні чітких сигналів і процедур обміну інформацією, оскільки несвоєчасна або нечітка передача даних між оператором апарата та нарядом може призводити до втрати порушників або затягування реагування. Рекомендується запровадити стандартизовані карти ситуаційної обізнаності, що автоматично оновлюються на основі відеопотоку з БАК.

Організаційні напрями вдосконалення застосування БАК

На організаційному рівні ключовим завданням є формування штатних підрозділів (груп, відділень) операторів БАК у складі прикордонних загонів та комендатур. Досвід провідних держав свідчить, що децентралізована модель управління — коли оператори БАК є безпосередньо підпорядкованими командирам підрозділів — забезпечує вищу оперативність реагування порівняно з централізованою моделлю [5].

Не менш важливим є системний підхід до підготовки операторів. Програма навчання має включати: теоретичний блок (аеродинаміка, правові основи використання повітряного простору, основи радіоелектронної боротьби), практичний блок (пілотування в різних умовах, відпрацювання сценаріїв перехоплення та спостереження) та блок технічного обслуговування (обслуговування і ремонт апаратів у польових умовах). Доцільним є також проведення спільних навчань з підрозділами Збройних сил України та іншими силовими структурами для набуття досвіду взаємодії в умовах, наближених до бойових.

Висновки

Безпілотні авіаційні комплекси є невід'ємним елементом сучасної системи охорони державного кордону України, що забезпечує суттєве підвищення ефективності спостереження, розвідки та реагування на загрози. Подальший розвиток їх застосування потребує комплексного вирішення тактичних і організаційних завдань: стандартизації тактики, формування штатних підрозділів операторів, удосконалення системи підготовки особового складу та забезпечення захисту каналів управління від засобів радіоелектронної боротьби. Реалізація зазначених заходів дозволить підвищити бойовий потенціал підрозділів ДПСУ та забезпечити надійну охорону державного кордону в умовах сучасних безпекових викликів.

Список використаних джерел

1. FRONTEX. (2023). FRONTEX Annual Risk Analysis 2023. European Border and Coast Guard Agency. URL: <https://frontex.europa.eu/publications>.
2. Про Державну прикордонну службу України : Закон України від 03.04.2003 № 661-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/661-15>.
3. Бурдін М. Ю., Кравченко В. І. Безпілотні авіаційні комплекси у системі прикордонної безпеки: тактико-технічні аспекти. Збірник наукових праць Національної академії ДПСУ. 2023. № 2. С. 14–27.
4. Про використання повітряного простору України : Повітряний кодекс України від 19.05.2011 № 3393-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3393-17>.
5. NATO Standardization Agreement STANAG 4671. Unmanned Aerial Vehicles Systems Airworthiness Requirements. NATO, 2009.

SECTION: OIL AND GAS TECHNOLOGIES,
ENGINEERING AND THERMAL POWER ENGINEERING

DOI 10.70286/ISU-22.07.2026.022

**VERIFICATION OF A DYNAMIC BUILDING ENERGY
MODEL FOR A MULTI-APARTMENT RESIDENTIAL
BUILDING USING COMMERCIAL HEAT METERING
DATA**

Yatsenko Olena

PhD, Assistant Professor

Politykin Mykola

Postgraduate Student

Department of Heat and Alternative Power Engineering

National Technical University of Ukraine

“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”

The residential sector is one of the largest energy consumers, accounting for over 40% of final energy consumption [1]. Improving the energy efficiency of the multi-apartment housing stock is among the key directions of decarbonising the building sector. In Ukraine, an important instrument for accomplishing this task is the introduction of commercial heat metering and automated control of heat supply. Pursuant to the Law of Ukraine “On Commercial Metering of Thermal Energy and Water Supply” [2], multi-apartment buildings must be equipped with commercial metering devices and automatic weather-compensated control of thermal energy at the level of the individual heating substation (IHS). In practice, however, a considerable share of IHS units operate with factory default settings, disregarding the actual thermal conditions of the building and lacking continuous analysis of operational data [3], which renders an objective assessment of heat supply system performance and its further optimisation impossible.

One promising approach to addressing this problem is the development of a verified dynamic building energy model that combines instrumental monitoring data with dynamic computer simulation. Such a model makes it possible to forecast energy consumption, assess the effectiveness of thermal retrofit measures, and investigate various scenarios of operation and modernisation of building engineering systems. A verified energy model is a key element of a building digital twin, which integrates simulation results with operational data to support analysis and engineering decision-making [4].

Previous studies in the field of building energy modelling have shown that accounting for dynamic operational parameters and hourly variation of operating conditions substantially improves the accuracy of energy consumption prediction [5].

This confirms the expediency of using dynamic models for the analysis and verification of building thermal behaviour. This paper presents the development methodology and verification results of such a model for a typical multi-apartment residential building in Kyiv, based on commercial heat metering data and instrumental monitoring of the thermal regime.

The object of the study is a typical 16-storey multi-apartment residential building of mass construction in Kyiv (built in 2004, 75 apartments). The building is connected to the district heating network via an independent circuit through an individual heating substation with weather-compensated control, operated solely on the basis of the outdoor air temperature without regard to the actual indoor thermal conditions. The internal heating system is a two-pipe bottom-feed arrangement with a 70/55°C temperature schedule and steel pipework; the heating appliances are of cast-iron and bimetallic types without thermostatic valves; balancing valves on the risers are absent, which results in hydraulic imbalance of the system. The thermal regime was monitored at several representative points on different floors of the building.

The dynamic model of the building was developed in the DesignBuilder environment on the basis of the building design documentation and the results of an on-site survey. The geometry of the building and its floor-by-floor division into thermal zones were reproduced in accordance with the actual dimensions and layout solutions. The model incorporates the actual thermal characteristics of all envelope components (external walls, roof, floor slabs, windows, and doors). In addition, occupancy schedules, the use of electrical equipment and lighting, and a building-averaged air change rate of 0.35 h^{-1} were taken into account. The general view of the model is shown in Fig. 1.

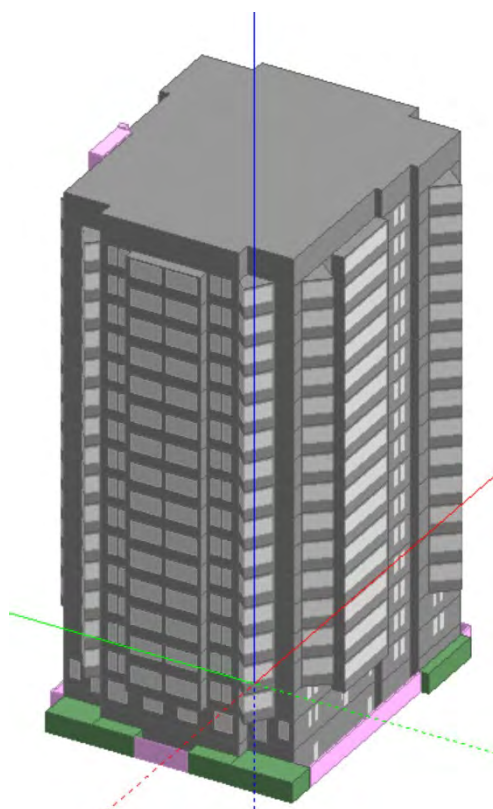


Fig. 1. 3D model of the residential building in the DesignBuilder environment

An important element of the verification is the use of actual weather conditions in the simulation. Hourly meteorological data for the 2025–2026 heating period (outdoor air temperature, solar radiation, relative humidity, wind speed and direction) were obtained from the Kyiv meteorological station and used to compile the weather file applied in the energy simulation. The reliability of the outdoor air temperature data was confirmed by comparison with the readings of an outdoor temperature sensor installed on the building façade. The solar radiation data incident on the building surfaces were verified against solar radiation measurements obtained from the photovoltaic plant located on the roof of this building, which is described in detail in [6].

Indoor air temperatures in the model were specified according to the results of instrumental monitoring performed with sensors installed on different floors of the building. Analysis of the experimental data revealed a pronounced vertical temperature gradient: the mean indoor air temperature varied from 17°C on the top floor to 23.4°C on the lower floor, while the building-weighted average temperature was about 20°C.

The adequacy of the model was assessed by comparison with the actual readings of the building heat meter for December 2025. This period was selected owing to the complete coverage of monitoring data. The comparison results are summarised in Table 1.

Table 1. Comparison of modelled and actual (metered) heat consumption of the building (December 2025)

Period	Modelled value, kWh	Actual value, kWh	Discrepancy, %
December 2025	83,350	81,864	1.8

The discrepancy between the modelled and actual monthly heat consumption did not exceed 1.8%, which indicates that the model reproduces the thermal inertia of the building and the dynamics of the heating system with sufficient accuracy and can therefore serve as a reliable basis for evaluating alternative control scenarios without interfering with the operation of the real building. Fig. 2 presents a comparison of the daily profiles of the actual and modelled heat consumption of the building.

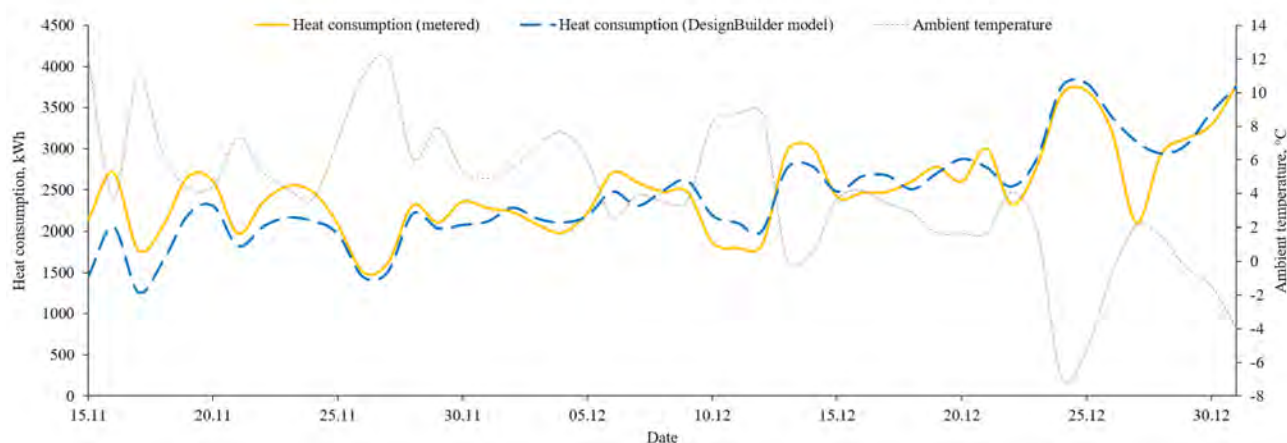


Fig. 2. Dynamics of the actual (metered) and modelled heat consumption of the building (15.11–31.12.2025)

Analysis of the daily consumption dynamics (Fig. 2) shows that the modelled and actual curves exhibit a similar pattern of variation, consistent with the outdoor

temperature dynamics. An exception is 27 December, when a sharp drop in actual consumption was recorded, most likely associated with heat supply interruptions. At the same time, the greater amplitude of fluctuations of the actual data curve, under control based solely on the outdoor temperature, indicates that the model correctly accounts for the thermal inertia of the building and internal heat gains, which attenuate these fluctuations in the modelled data. Hourly analysis of the thermal power of the verification model additionally revealed a characteristic delay in the increase of thermal power relative to the drop in outdoor temperature during the sharp cold spell of 24–25 December, which is a manifestation of the thermal inertia of the building envelope and confirms the need to account for it in IHS control algorithms. The similarity of the daily curves confirms that the model adequately reproduces the dynamic response of the building, including the effects of envelope thermal inertia and internal heat gains.

Conclusions. The computer energy model of the multi-apartment residential building developed in the DesignBuilder environment was verified against commercial heat metering data: the discrepancy between the modelled and actual monthly consumption for December 2025 was 1.8%. The model adequately reproduces not only the integral consumption indicators but also the dynamics of the building thermal regime, including the effects of envelope thermal inertia and internal heat gains, as confirmed by the comparative analysis of the daily and hourly curves.

The verified energy model is a versatile tool for investigating, forecasting, and assessing the effectiveness of various technical solutions at the building level without interfering with its actual operation. It enables comparative analysis of heat supply control algorithms, assessment of the effectiveness of thermal retrofit measures, prediction of changes in energy consumption under different climatic conditions and operating modes, and investigation of the impact of integrating new engineering systems and energy sources (in particular, heat pumps) on the energy performance of the building. The proposed methodology can also be applied to other typical series of multi-apartment residential buildings, which constitute the bulk of Ukraine's housing stock. The verified model can be regarded as a digital twin of the building, suitable for supporting engineering decision-making at all stages of the operation and modernisation of the building's energy supply system.

References

1. Deshko, V., Bilous, I., & Maksymenko, O. (2023). Impact of heating system local control on energy consumption in apartment buildings. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 25, 77–85. <https://doi.org/10.54740/ros.2023.009>
2. Verkhovna Rada of Ukraine. (2017). On commercial accounting of thermal energy and water supply (Law No. 2119-VIII, enacted June 22, 2017, as amended February 9, 2025). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2119-19#Text>
3. Association of Energy Auditors of Ukraine. (2022). Individual heating substation: How to achieve savings in winter. *Ukrainian Energy*. <https://ua-energy.org/uk/posts/indyvidualnyi-teplopunkt-iak-dobytysia-ekonomii-vzymku>

4. Martins Gnecco, V., Vittori, F., & Pisello, A. L. (2023). Digital twins for decoding human-building interaction in multi-domain test-rooms for environmental comfort and energy saving via graph representation. *Energy and Buildings*, 279, 112652. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112652>
5. Deshko, V., Bilous, I., Sukhodub, I., & Yatsenko, O. (2021). Evaluation of energy use for heating in residential building under the influence of air exchange modes. *Journal of Building Engineering*, 42, 103020. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103020>
6. Politykin, M., & Yatsenko, O. (2025). Integration of a solar power plant and a heat pump into a hot water supply system based on a digital twin. *Technologies and Engineering*, 26(3), 77–87. <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2025.3.6>

SECTION: PEDAGOGY, PHILOLOGY AND LINGUISTICS

DOMESTICATION AND FOREIGNIZATION IN THE TRANSLATION OF KAZAKH CHILDREN'S FAIRY TALES: A BALANCE BETWEEN ADAPTATION AND CULTURAL PRESERVATION

Alima Aitleuova Bolatkyzy

Doctoral student

Department of Foreign Philology and Translation Studies

Al-Farabi Kazakh National University

Kazakhstan

Introduction

Children's fairy tales are an important part of the cultural heritage of the people, since they reflect traditions, values, moral ideas and features of the national worldview. When translating such works into another language, the translator faces not only linguistic difficulties, but also the need to transmit the cultural information inherent in the text. Of particular complexity are culturally labeled elements: names of household items, traditional concepts, names of characters and symbolic images.

Kazakh children's fairy tales have rich cultural content associated with the history, traditions and lifestyle of the Kazakh people. Therefore, when translating them, the question arises of preserving the cultural identity of the original and at the same time ensuring the availability of the text for a foreign reader.

The purpose of the study is to identify the features of the use of domestication and foreignization strategies in the translation of Kazakh children's fairy tales and determine their role in preserving the cultural identity of the original text.

To achieve this goal, the following tasks were identified:

Consider the features of domestication and foreignization strategies in the translation of children's literature.

Analyze the methods of transmitting culturally marked elements of Kazakh children's fairy tales through these translation strategies.

Theoretical background: domestication and foreignization in translation

In modern translation theory, domestication and foreignization strategies are related to the research of Lawrence Venuti. In his work *The Translator's Invisibility: A History of Translation* (1995), the scientist considers two main approaches to the transmission of cultural features of the source text.

Domestication involves adapting the text to the linguistic and cultural norms of the target audience. When using this strategy, the translator seeks to make the work as understandable as possible for the reader of another culture.

Foreignization, on the contrary, is aimed at preserving the elements of the original culture and transmitting the national originality of the text. Such a strategy allows the

reader to get acquainted with the peculiarities of another culture, even if some elements require additional explanation.

When translating children's tales, both strategies are essential. Full domestication can lead to the loss of the cultural specificity of the work, and excessive foreignization can make it difficult to understand the text. Therefore, the translator must find a balance between preserving the culture of the original and adapting the work for a new reader.

Analysis of translation strategies in Kazakh children's fairy tales

1. Foreignization strategy

1.1. Домбыра → dombra

One example of foreignization is the preservation of the name of the traditional Kazakh musical instrument - dombra. Using the dombra form instead of the general concept of musical instrument allows you to preserve the national specifics of the work. A foreign reader gets the opportunity to get acquainted with a unique element of Kazakh culture.

1.2. Ауыл → aul

Keeping the word aul in the form aul is also an example of foreignization. The English word village would convey only a general meaning, but it does not reflect the cultural content of this concept. Aul is associated with the traditional way of life of the Kazakh people and has a deeper ethnocultural significance.

1.3. Алдар Көсе → Aldar Kose

The name of the famous Kazakh folklore character Aldar Kose during translation can be preserved in its original form. This approach allows us to preserve the hero's connection with the national fairy-tale tradition and present the character of Kazakh culture to a foreign reader.

2. Domestication strategy

2.1. Киіз үй → traditional Kazakh house / yurt

The term киіз үй can be adapted through explanatory translation. For a foreign child, the concept of a traditional nomad home may be unknown, so adding an explanation contributes to a better understanding of cultural reality.

2.2. Бай → rich man / wealthy person

The word бай has historical and social significance in Kazakh culture. Using a descriptive translation of rich man or wealthy person helps to convey the role of the character in the plot and make the meaning understandable for a foreign reader.

2.3. Бара → traditional blessing

The cultural concept of бара is part of the spiritual traditions of the Kazakh people. When translated, it can be transmitted as traditional blessing, which allows you to explain its meaning to the reader of another culture.

Conclusion

Translation of Kazakh children's fairy tales requires an attentive approach to the transmission of culturally significant elements. Analysis of domestication and foreignization strategies shows that both strategies perform important functions in the process of intercultural communication. Foreignization contributes to the preservation of the national color and cultural identity of the work, while domestication makes the text more accessible to a foreign reader.

Thus, the most effective is the combination of two strategies depending on the nature of the cultural element. The translator of children's literature acts not only as an intermediary between languages, but also as an intermediary between cultures, which ensures the preservation of the cultural content of the work when it is adapted for a new audience.

References

1. Baker, M. (2018). In other words: A coursebook on translation (3rd ed.). Routledge.
2. Newmark, P. (1988). A textbook of translation. Prentice Hall.
3. Nida, E. A. (1964). Toward a science of translating. Brill.
4. Oittinen, R. (2000). Translating for children. Garland Publishing.
5. Venuti, L. (1995). The translator's invisibility: A history of translation. Routledge.
6. Venuti, L. (1998). The scandals of translation: Towards an ethics of difference. Routledge.

МУЗЕЙНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ У ФОРМУВАННІ НАЦІОНАЛЬНОГО СВІТОГЛЯДУ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ПОЧАТКОВИХ КЛАСІВ

Сурмач Оксана

кандидат історичних наук, доцент

ВСП «Педагогічний фаховий коледж Львівського національного
університету імені Івана Франка», Україна

У підготовці майбутніх учителів початкових класів музейні ресурси України набувають значення змістового й методичного засобу формування національного світогляду. В умовах суспільних викликів педагогічна освіта потребує таких форм роботи, які забезпечують опору на історичну пам'ять, культурну спадщину, мову, традиції та громадянську відповідальність. Музей як соціокультурна інституція акумулює матеріальні й нематеріальні свідчення розвитку українського народу, тому його ресурси можуть бути використані в освітньому процесі не епізодично, а як системний компонент професійної підготовки вчителя.

Нормативну основу такого підходу становить законодавче визначення музею як закладу, діяльність якого пов'язана з комплектуванням, збереженням, вивченням і використанням пам'яток природи, матеріальної та духовної культури [1]. Результативність цього процесу залежить від поєднання змістового, ціннісного й діяльнісного компонентів професійної підготовки. Змістовий компонент забезпечує засвоєння знань про історію, культуру, природу, мистецтво та державотворчі процеси в Україні. Ціннісний компонент пов'язаний з усвідомленням значення культурної спадщини для національної

ідентичності. Діяльнісний компонент передбачає здатність майбутнього вчителя добирати музейні матеріали для уроків, інтегрованих занять, виховних заходів і проєктної діяльності учнів початкової школи.

Музейні ресурси доцільно розглядати ширше за сукупність експонатів. До них належать музейні колекції, експозиції, фондові матеріали, освітні програми, екскурсійні практики, цифрові каталоги, віртуальні тури, інтерактивні заняття, методичні розробки та комунікаційні формати співпраці музею із закладами освіти.

Особливу педагогічну цінність становлять краєзнавчі, історичні, етнографічні, художні, літературні, природничі та меморіальні музеї України. Їхні матеріали дають змогу конкретизувати зміст початкової освіти через локальну історію, родинну пам'ять, традиційну культуру, приклади громадянської мужності, розвиток української науки й мистецтва. Для майбутнього вчителя початкових класів така конкретизація має принципове значення, оскільки молодші школярі краще сприймають суспільні й культурні явища через наочність, предметність, емоційно значущі образи та зв'язок із найближчим соціокультурним середовищем.

У контексті Концепції Нової української школи підготовка вчителя орієнтується на формування компетентностей, ціннісних ставлень, умінь навчатися впродовж життя та здатність діяти відповідально в суспільстві [3]. Музейні ресурси узгоджуються з цими орієнтирами, оскільки сприяють інтеграції громадянської, культурної, історичної, мовної, природничої та інформаційно-цифрової складових освіти. На наш погляд, музейна педагогіка посилює практичний характер професійної підготовки майбутнього вчителя, бо переводить знання про національну культуру з рівня повідомлення фактів на рівень педагогічно організованої взаємодії з джерелами спадщини.

Ефективне використання музейних ресурсів у підготовці студентів педагогічних спеціальностей може здійснюватися за такими напрямками: включення музейних матеріалів до змісту освітніх компонентів; проведення занять на базі музеїв; розроблення студентами фрагментів уроків з опорою на музейні предмети; створення дидактичних матеріалів для початкової школи; підготовка віртуальних екскурсій; виконання навчальних проєктів, пов'язаних із культурною спадщиною рідного краю; аналіз музейних освітніх програм з позиції їхньої відповідності віковим особливостям молодших школярів.

У процесі такої роботи майбутні вчителі навчаються не просто використовувати музей як місце проведення екскурсії. Вони оволодівають методикою педагогічного добору джерел, формулюванням навчальної мети, адаптацією складного історико-культурного матеріалу до рівня учнів початкової школи, організацією спостереження, бесіди, творчого завдання та рефлексії. Водночас зростає їхня здатність пояснювати дітям зв'язок між особистим досвідом, родинною історією, місцевою громадою та загальнонаціональним культурним надбанням.

Стратегія розвитку культури в Україні до 2030 року акцентує значення культури для національної ідентичності, соціальної згуртованості та розвитку

людського капіталу [2]. У цьому контексті музейні ресурси мають розглядатися як важлива частина освітньої взаємодії між закладами вищої освіти, школами, музеями та територіальними громадами. Для педагогічної освіти це означає потребу в розширенні партнерства з музейними установами, оновленні змісту практичної підготовки студентів і впровадженні завдань, спрямованих на методичне осмислення музейного матеріалу.

Формування національного світогляду майбутніх учителів початкових класів засобами музейних ресурсів передбачає також розвиток критичного ставлення до джерел інформації. Музейний предмет потребує аналізу походження, історичного контексту, функції, символічного значення та можливостей використання в навчанні. Такий підхід запобігає формальному засвоєнню фактів і сприяє формуванню відповідального ставлення до культурної спадщини. Майбутній учитель має вміти пояснити учням, що музейна пам'ятка є не декоративним елементом уроку, а свідченням життя людей, подій, традицій і цінностей.

Практичний результат використання музейних ресурсів у професійній підготовці виявляється у здатності майбутнього педагога проєктувати освітні ситуації на основі автентичного матеріалу. До таких ситуацій належать міні-дослідження музейного предмета, створення родинної історичної розповіді, порівняння традиційних і сучасних культурних практик, укладання карти пам'ятних місць громади, підготовка дитячої екскурсії, виконання творчого завдання після віртуального відвідування музею. Подібні форми роботи відповідають віковим особливостям молодших школярів і формують у студентів готовність до цілісної організації освітнього процесу.

Отже, музейні ресурси України є значущим засобом формування національного світогляду майбутніх учителів початкових класів. Їхній потенціал полягає у поєднанні знань про культурну спадщину з особистісним прийняттям національних цінностей і методичною готовністю передавати ці цінності молодшим школярам. Подальше вдосконалення професійної підготовки доцільно спрямовувати на системне включення музейної педагогіки до освітніх програм, розвиток партнерства між педагогічними закладами освіти й музеями, а також створення якісних цифрових ресурсів для використання в початковій школі.

References

1. Про музеї та музейну справу : Закон України від 29.06.1995 № 249/95-ВР / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/249/95-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 01.07.2026).
2. Про схвалення Стратегії розвитку культури в Україні на період до 2030 року та затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2025-2027 роках : розпорядження Кабінету Міністрів України від 28.03.2025 № 293-р / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/293-2025-%D1%80> (дата звернення: 01.07.2026).
3. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи / Міністерство освіти і науки України. Київ, 2016. 40 с. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення: 01.07.2026).

РЕАЛІЗАЦІЯ ЄДНОСТІ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ У ВИКЛАДАННІ ВОГНЕВОЇ ПІДГОТОВКИ

Гавриловський Віталій

старший викладач

Кафедра вогневої підготовки

Факультет № 2

Львівський державний університет внутрішніх справ, Україна

Сучасні умови функціонування правоохоронної системи України потребують якісної професійної підготовки майбутніх працівників органів внутрішніх справ. Особливої актуальності набуває вдосконалення системи вогневої підготовки курсантів закладів вищої освіти МВС України, оскільки рівень володіння вогнепальною зброєю безпосередньо впливає на ефективність виконання службових завдань, безпеку громадян та самих правоохоронців.

Проблематика вдосконалення вогневої підготовки майбутніх правоохоронців активно досліджується вітчизняними науковцями. Значну увагу приділено питанням методики проведення занять, розвитку практичних умінь курсантів та застосування сучасних технологій навчання [1]. Науковці наголошують, що вогнева підготовка має бути спрямована не лише на формування навичок стрільби, а й на розвиток психологічної готовності до дій в екстремальних умовах [2]. Водночас актуальним залишається питання інтеграції теоретичної складової навчання із практичними вправами та тактичним моделюванням службових ситуацій [3].

Вогнева підготовка є одним із базових елементів професійної підготовки майбутніх правоохоронців. Її основне завдання полягає у формуванні у курсантів стійких навичок безпечного та ефективного використання табельної зброї у різних умовах службової діяльності. Водночас ефективність навчання значною мірою залежить від рівня поєднання теоретичних знань і практичної підготовки.

Теоретична складова вогневої підготовки охоплює комплекс знань, необхідних для професійного та безпечного застосування вогнепальної зброї майбутніми працівниками правоохоронних органів. Насамперед вона передбачає ґрунтовне вивчення нормативно-правової бази, що регламентує порядок використання, носіння та застосування зброї працівниками Національної поліції України та інших структур системи МВС. Курсанти повинні детально засвоїти положення Конституції України, Закону України «Про Національну поліцію», відомчих інструкцій та міжнародних стандартів щодо дотримання прав людини під час застосування сили й спеціальних засобів. Особлива увага приділяється правовим підставам використання вогнепальної зброї, межах необхідної оборони, принципам законності, пропорційності та крайньої необхідності. Це є надзвичайно важливим, оскільки неправомірне або необґрунтоване застосування зброї може призвести до тяжких правових, дисциплінарних і суспільних наслідків. Крім нормативно-правової підготовки, теоретичний компонент включає вивчення правил безпечного поводження зі зброєю, її технічних

характеристик, будови, принципів роботи механізмів, умов експлуатації та обслуговування. Курсанти опановують матеріальну частину різних видів стрілецької зброї, вчать визначати можливі несправності та способи їх усунення. Важливе місце займає засвоєння основ внутрішньої та зовнішньої балістики, що дозволяє майбутнім правоохоронцям розуміти траєкторію польоту кулі, вплив зовнішніх факторів на точність стрільби та особливості ураження цілі. Також значна увага приділяється тактиці дій правоохоронців у різних оперативно-службових ситуаціях, алгоритмам поведінки під час затримання правопорушників, звільнення заручників, відбиття збройного нападу чи дій в умовах масових заворушень.

Практична складова вогневої підготовки спрямована на формування у курсантів закладів вищої освіти МВС України стійких професійних умінь і навичок володіння вогнепальною зброєю, а також готовності до ефективних дій у реальних умовах оперативно-службової діяльності. Саме практична підготовка забезпечує закріплення теоретичних знань та їх трансформацію у професійні компетентності, необхідні для виконання правоохоронних функцій у складних і небезпечних ситуаціях. Її основним завданням є доведення дій курсантів до автоматизму, що дозволяє оперативно реагувати на загрози та приймати правильні рішення в умовах дефіциту часу й підвищеного психологічного навантаження.

Важливим елементом практичної підготовки є розвиток навичок тактичного пересування та ведення вогню в умовах, максимально наближених до реальних службових ситуацій. Курсанти відпрацьовують способи використання природних і штучних укриттів, переміщення в умовах міської забудови, тактичної зміни позицій, а також взаємодії в складі малих груп під час проведення спеціальних операцій чи затримання правопорушників. Особлива увага приділяється командній взаємодії, оскільки ефективність дій правоохоронців значною мірою залежить від рівня координації між працівниками підрозділу.

Сучасна методика вогневої підготовки передбачає широке використання ситуаційного моделювання та сценарного навчання. Практичні заняття організовуються таким чином, щоб максимально відтворити реальні умови професійної діяльності правоохоронців. Для цього застосовуються тактичні полігони, інтерактивні тири, мультимедійні тренажери, шумові та світлові ефекти, що створюють умови підвищеного стресу. Курсанти відпрацьовують алгоритми дій під час раптового нападу, затримання озброєного злочинця, перевірки транспортних засобів, звільнення заручників або реагування на масові заворушення.

Саме систематичне практичне відпрацювання забезпечує автоматизацію рухів, формування м'язової пам'яті, розвиток координації, швидкості реакції та стресостійкості. У результаті курсанти набувають необхідного рівня професійної готовності до безпечного, правомірного та ефективного застосування вогнепальної зброї під час виконання службових обов'язків, що є важливою умовою забезпечення громадської безпеки та правопорядку.

Одним із ключових напрямів удосконалення освітнього процесу є впровадження практикоорієнтованого навчання. Такий підхід передбачає максимальне наближення навчальних умов до реальних ситуацій оперативно-службової діяльності правоохоронців. Під час занять застосовуються ситуаційні задачі, тактичні тренування, інтерактивні методики та моделювання екстремальних умов [4]. Ефективним засобом інтеграції теорії та практики є використання мультимедійних технологій і сучасних тренажерних систем. Лазерні тири, електронні симулятори та інтерактивні комплекси дозволяють курсантам відпрацьовувати навички стрільби в умовах, максимально наближених до реальних, без ризику для життя та здоров'я [5]. Такі технології сприяють розвитку координації, швидкості реакції та навичок прийняття рішень. Особливе значення у процесі викладання вогневої підготовки має міждисциплінарна інтеграція. Поєднання вогневої, тактичної, фізичної та психологічної підготовки дозволяє комплексно формувати професійні компетентності майбутніх правоохоронців. Наприклад, відпрацювання вправ зі стрільби після фізичного навантаження сприяє розвитку витривалості та психологічної стійкості в умовах стресу.

Отже, вогнева підготовка посідає одне з провідних місць у системі професійної освіти курсантів закладів вищої освіти МВС України, оскільки саме вона забезпечує формування готовності майбутніх правоохоронців до правомірного, безпечного та ефективного застосування вогнепальної зброї під час виконання службових обов'язків. У сучасних умовах зростання безпекових загроз, посилення криміногенних ризиків та необхідності оперативного реагування на кризові ситуації рівень вогневої підготовленості працівників правоохоронних органів набуває особливої значущості. Саме тому якість організації освітнього процесу з вогневої підготовки безпосередньо впливає на професійну компетентність майбутніх працівників поліції, їхню психологічну готовність до дій у небезпечних ситуаціях та здатність забезпечувати громадську безпеку.

Список використаних джерел

1. Тимофеев В., Дусяк О., Крисько В. Вогнева підготовка курсантів ЗВО зі специфічними умовами навчання в умовах воєнного стану. Аналітично-порівняне правознавство. 2023. № 6. С. 372-376. URL: <https://doi.org/10.24144/2788-6018.2023.06.63>.
2. Завістовський О.Д., Бодирєв Д.А. Оптимізація методів проведення занять з вогневої підготовки курсантів Національної поліції України в умовах обмеженої видимості. Аналітично-порівняне правознавство. 2024. № 4. С. 358-361. URL: <https://doi.org/10.24144/2788-6018.2023.06.63>.
3. Мельник І., Канюка В., Богайчук В. Вогнева підготовка студентів спеціальності «Правоохоронна діяльність» з використанням елементів методики бойового хортингу. Актуальні проблеми правознавства. 2022. №2 С. 135-141. URL: <https://doi.org/10.35774/app2022.02.135>.

4. Бодирєв Д.А., Завістовський О.Д. Нові підходи у методиці викладання вогневої підготовки під час воєнного стану. Аналітично-порівняне правознавство. 2023. № 3. С. 246-249. URL: <https://doi.org/10.24144/2788-6018.2023.03.44>.
5. Андрієнко А.М., Зіркєвич В.М., Баранов Ю.М. Сучасні підходи до застосування стрілецької зброї для підвищення ефективності тренувань з вогневої підготовки. Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України. 2025. № 1 (45), С. 17–22 URL: <https://doi.org/10.33405/2409-7470/2025/1/45/339263>.

PODCASTING TECHNOLOGY FOR TEACHING AND LEARNING FOREIGN LANGUAGES

Prykhodko Dmytro

Lecturer

Department of English for Engineering No 2

National Technical University of Ukraine

“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”

The continuous digital transformation of society and education has encouraged foreign language teachers to adopt innovative teaching methods and technology-enhanced learning approaches. The integration of information and communication technologies (ICT) into language education is no longer optional but essential for developing students' linguistic, digital, and intercultural competences. Contemporary educational technologies and services, including Computer-Assisted Language Learning (CALL), Learning Management Systems (LMSs), Microsoft Teams, Zoom, YouTube, WhatsApp, Telegram, Discord, social media platforms, artificial intelligence (AI) tools, and podcasting platforms, have become integral components of the modern educational process.

The purpose of this abstract is to analyze podcasting as an effective technology for teaching and learning foreign languages in contemporary digital learning environments.

The term “podcasting” was introduced in 2004 as a combination of the words iPod and broadcasting. Podcasting refers to the creation, distribution, and consumption of audio or video content through digital platforms and internet-based services. Modern podcasts include two major formats: audiocasts (audio podcasts) and vodcasts (video podcasts). An audiocast is a digital audio recording distributed through online platforms, while a vodcast combines audio and video elements to provide richer multimodal learning experiences.

Unlike the early years of podcasting, contemporary podcasts are primarily accessed through streaming services such as Spotify, Apple Podcasts, Amazon Music, YouTube Podcasts, Pocket Casts, and other mobile applications. While RSS technology remains the underlying distribution mechanism for many podcasts, users

increasingly consume content through cloud-based platforms that offer personalized recommendations, automatic synchronization across devices, transcripts, subtitles, and AI-enhanced search functions. Consequently, podcasts can be accessed anytime and anywhere via smartphones, tablets, laptops, and smart devices connected to the Internet.

Audiocasts represent a valuable resource for developing listening comprehension skills in foreign language education. Since listening is a fundamental component of language acquisition, teachers should carefully select podcast materials that correspond to learners' proficiency levels, interests, learning objectives, and cultural backgrounds. Contemporary podcasts frequently include authentic speech, diverse accents, real-life communicative situations, and up-to-date cultural content, which expose learners to natural language use beyond the classroom environment.

Recent developments in educational technology have further enhanced the pedagogical value of podcasts. Many platforms now provide transcripts, interactive captions, AI-generated summaries, vocabulary support, and automated translation tools, allowing learners to adapt content to their individual needs and learning preferences. In addition, students can create their own podcasts using digital tools such as Canva, Adobe Express, Audacity, Riverside, or CapCut, thereby promoting communicative competence and digital creativity.

The use of podcasts in foreign language teaching and learning offers several advantages: (1) the development and improvement of listening comprehension skills; (2) personalized and flexible learning; (3) multimodal and interactive learning opportunities; (4) the encouragement of learner autonomy and creativity; (5) accessibility through mobile devices and cloud-based platforms; and (6) the integration of digital and media literacy skills.

By supporting independent, self-paced, and lifelong learning, podcasting contributes to the individualization, flexibility, and effectiveness of the educational process. As a key component of mobile-assisted language learning (MALL), podcasting aligns with the principles of modern learner-centered education and supports both formal and informal language learning contexts.

Due to their audio-based nature, podcasts facilitate the acquisition of pronunciation, intonation, rhythm, and other phonological features of a foreign language. At the same time, they provide learners with access to authentic linguistic and cultural materials, enabling meaningful engagement with real-world communication. Furthermore, the multimedia characteristics of modern podcasts, especially video podcasts enriched with transcripts, graphics, subtitles, and interactive features, enhance learner motivation, engagement, and media literacy, which are essential competencies for communication in contemporary multilingual and digital societies.

References

1. Panagiotidis P. (2021). Podcasts in language learning. Research review and future perspectives. EDULEARN21 Proceedings, pp. 10708-10717. DOI: <https://doi.org/10.21125/edulearn.2021.2227>

FROM LANGUAGE-CULTURAL EXCHANGE TO DIGITAL INTERCULTURAL EDUCATION: CHINESE LANGUAGE EDUCATION AND CHINA-UZBEKISTAN COOPERATION IN THE AGE OF AI

Ma Yunhui

Doctoral Candidate

School of History and Civilization

Shaanxi Normal University

Abstract: This paper presents a new perspective on the context of the Chinese language teaching in Uzbekistan as a field of digital intercultural education in an artificial intelligence era. Based on documentary materials, policy information and institutional data, this paper reviews the transformation of Chinese language teaching from language-cultural exchange to a wider system of educational cooperation between China and Uzbekistan. It is based on documentary materials, policy information and institutional data to analyze the development of language-cultural exchange teaching to a system of educational cooperation between China and Uzbekistan. The paper states that the historical basis for the creation of Sinology and Chinese language teaching in Uzbekistan, the opening of Confucius Institutes and university cooperation, the need to implement Chinese competencies in the field of trade, tourism, media and professional mobility can serve as a basis for a new concept of cooperation. Yet it is a model that needs to transcend institutional promotion of culture to a learner-centered, digitally supported and ethically responsible intercultural education. The study points out three key issues: digital infrastructure for language learning is not even; localization of pedagogy and resources is inadequate; and integration between Chinese language education and STEAM professional training is not strong enough. It advocates for future cooperation in the following areas: AI-assisted formative practice, bilingual digital resources, blended teacher training, intercultural media literacy and applied Chinese modules for science, technology, engineering, arts and mathematics. Based on the findings, digital resources can be integrated into human-centered instruction and the educational needs of local communities to better foster inclusive educational innovation and China-Uzbekistan people-to-people cooperation in the field of Chinese language teaching.

Key words: digital education, Chinese language education, Uzbekistan, AI, STEAM, intercultural pedagogy, China-Central Asia cooperation.

1. Introduction

Language, culture, technology and regional cooperation are closely interconnected in the educational cooperation between China and Uzbekistan, which has become an important area (State Council Gazette of the People's Republic of China, 2004; Ministry of Education of the People's Republic of China, 2025). In the past,

Uzbekistan was a key hub for the Silk Road, a network of trade routes that connected the East and West. Today, this historical memory has been revived in various ways, including the Belt and Road Initiative, bilateral university exchanges, student exchange programs, Confucius Institutes, and China's rising need for the Chinese language. It is therefore necessary that Chinese language education is not only seen as a cultural diplomacy but also as an issue of educational transformation.

This reframing is required because the learning of language is no longer confined to the classroom, to the transmission of vocabulary, grammar and cultural knowledge. Learning foreign languages and foreign cultures is being transformed as a result of digital platforms, AI-assisted learning tools, the Internet and blended learning courses and transnational university networks. In Uzbekistan, education in Chinese can be a link between humanities education and cooperation based on STEAM. With the increasing connection between Chinese competence and higher education, trade, engineering, medicine, media, diplomacy, and tourism and technological cooperation, learners more and more tend to associate Chinese competence with higher education, trade, engineering, medicine, media, diplomacy, and even tourism and technological cooperation (Lu, 2025).

The main problem discussed in this paper is the challenge of development of a more innovative model of intercultural education based on historical and institutional foundations of Chinese language education in Uzbekistan, which is inclusive and based on digital technologies. The paper addresses three questions: What institutional context has facilitated the development of Chinese language education in Uzbekistan; What are the current limitations in the Chinese language education model; How can China-STEAM oriented cooperation, AI, and digital pedagogy help create a new model of Chinese language education cooperation in Uzbekistan?

2. Literature Review and Methodology

The literature studied can be categorized into four zones: Chinese language education in international education, intercultural teaching, development of education history, and the development of education innovation for AI/STEAM. In the field of Chinese language education, research focuses on the world expansion of Chinese education institutions, teacher training, curriculum development and the connection between language learning and cultural exchange. Such study was always related to regional cooperation in the context of Central Asia, student mobility and the need for application which is generated by economic and diplomatic cooperation.

The second framework is intercultural pedagogy. Under this view, language education is not just about grammar or exams training, but an act in which learners interpret cultural symbols, compare social experiences and build up intercultural communicative competence. The effectiveness of Chinese language education in Uzbekistan should therefore be measured by the ability of Chinese language to enhance mutual understanding, critical Chinese cultural awareness and professional communication, not just the number of Chinese language learners or schools.

The fourth framework is Educational AI and STEAM education. The UNESCO recommendations for the use of AI and education highlight the human-centric, ethically regulated, equitable, and capacity-building nature of digital technology in education

(UNESCO, 2021). In the context of Chinese language teaching, the application of AI should help teachers rather than take the place of them, and support students by providing formative feedback, adaptive learning materials and usage, and should never replace cultural interaction. The methodology used in this paper is documentary analysis and historical-documentary analysis. The materials comprise policy documents, information about institutions, public reports and information from statistics about Chinese language education institutions in Uzbekistan.

3. Chinese Language Education in Uzbekistan has been developed

The evolution of Chinese language teaching in Uzbekistan may be summarized with regard to three stages. The first step was to establish the institution. Tashkent city has been a center of Oriental studies since the Soviet era, such as Sinology and Chinese language study (Tashkent State University of Oriental studies, n.d.). This historical basis ensured continuity in the academic processes which was later beneficial for the academic cooperation of independent Uzbekistan with China.

Bilateral expansion was the second stage. The institutional foundation of Chinese education has been enhanced since the start of the twenty-first century: the Shanghai Cooperation Organization and the China-Uzbekistan declaration on deepening friendly cooperation have increased this. The growth of university partnerships has also contributed to strengthening the institutional foundation of Chinese education. The Chinese language is organized in a stable form thanks to Confucius Institutes in Tashkent and Samarkand, the cooperation between Uzbek and Chinese universities, the provision of scholarships and cultural exchange mechanisms.

The third stage is the fast track diversification. The need for Chinese language skills has grown in the field of trade, infrastructure, higher education, tourism, media and professional mobility since the launch of the Belt and Road Initiative. Chinese is not just taught in specialized higher education courses, but also in schools, cultural centers and flexible non-governmental courses (Global Academic Information Network of Confucius Institutes, n.d.; Ministry of Commerce of the People's Republic of China, 2019). It demonstrates that Chinese language education is becoming a comprehensive system of China-Central Asian cooperation.

4. From Cultural Exchange to Digital Intercultural Education

The existing model is limited by some features, although it is rapidly developing. Firstly, historical friendship and the memory of the Silk Road is a major component in the cultural narrative. While these themes are relevant, they do not sufficiently address the needs of younger learners, who come from a digital media environment and value learning experiences that are practical, professional and interactive. Second, digital transformation is not uniform. The presence of an institution does not necessarily lead to the development of digital pedagogy or digital high quality resources or the design of learning supported by AI.

One more challenge is the environment of the media. There are several narratives and digital ecosystems which shape international perception of China in Central Asia. Educational approaches to this challenge should not be to promote one culture in the other. It demands intercultural media literacy: students should compare sources,

analyse the cultural representation, debate cultural differences and communicate with critical awareness, using digital media.

Therefore, educational cultural exchange from an institutional perspective is expected to move towards intercultural education for digital learners in the future. This transition features modular Chinese teaching for professional scenarios, bilingual digital resources, AI-supported formative practice, and blended teacher training and short modules on STEAM. Chinese language teaching does not have to be used to replace scientific content, but should be used to help students access Chinese science resources, to communicate with Chinese partners, to accept Chinese scientific cooperation and participate in technology cooperation.

Table 1. Reorganizing Chinese language education in Uzbekistan for digital intercultural education

Institutional type	Current educational function	Digital intercultural direction
Higher education institutions	Degree programs, translation, Sinology, academic exchange and student mobility.	Joint online courses, bilingual digital resources, research cooperation and Chinese for academic mobility.
Confucius Institutes	Language courses, cultural activities, teaching materials and examination services.	AI-supported formative practice, blended teacher training and open cultural learning modules.
Schools and early education	Early exposure and continuity across educational stages.	Age-appropriate digital resources, inclusive access and culturally responsive learning design.
Community and professional providers	Flexible courses for community, tourism, media and trade-related needs.	STEAM-related short modules, professional Chinese and intercultural media literacy.

5. Results and Recommendations

From the documentary analysis, there are four main findings. First of all, the history of Chinese language education in Uzbekistan is deeper than it is generally thought. It had a continuity through its roots in Oriental studies. Second, there is a close link between Chinese language education expansion and bilateral and regional policy mechanisms. With the development of Confucius Institutes, cultural interest has been transferred to formal cooperation in education through scholarship programmes, university collaborations and educational forums.

Third, digitalisation is still uneven. Third, digitalisation is not uniform. Having an institutional network does not bring about digital transformation. In response to the educational needs in the age of AI, it is also necessary to have common digital resources, teachers' professional training in blended teaching, and a more regionalized teaching resources, while adhering to the ethical use of AI teaching tools, etc. Fourth, STEAM is a powerful tool for connecting the language education and cooperation for future. Chinese language learning can enable students to learn technical knowledge, communicate with Chinese universities and enterprises and build professional communication skills in technology-related areas.

From these results, three recommendations are made. First, it is necessary to jointly create open bilingual digital resources for learning Chinese language and culture

between China and Uzbekistan. Secondly, the teacher training courses must cover AI literacy, digital pedagogy and intercultural communication. Thirdly, the use of Chinese language applied in fields like tourism, trade, engineering, medicine, media and public diplomacy should be integrated into the study of Chinese language. Thirdly, it is necessary to link the learning of Chinese language with the applied profession, such as tourism and trade, engineering, medicine, media and public diplomacy, and let the Chinese language learners have connections between the understanding of the Chinese culture and the future working field.

6. Conclusion

This paper holds that the Chinese language teaching in Uzbekistan is evolving from language-cultural exchange to digital intercultural education. It is developed with the support of historical Sinology, bilateral cooperation, Confucius Institutes, university cooperation and the increasing social demands. The next phase, however, cannot simply be about expanding the institution. It calls for pedagogical innovation, digital capacity building, and bridging the gap between learning language and promoting intercultural understanding and professional collaboration.

The issue now isn't whether or not technology should be part of Chinese language education, but how it can be utilized in a way that is human-centered, equitable and culturally responsive. AI-learning, blended courses and digital resources can extend access and enhance formative feedback, pedagogically, however, in a way that requires the teacher's guidance, the needs of the learners in the local context and intercultural dialogue. Digital intercultural education can serve as a support for the teaching and learning process, teacher capacity building, socio-cultural exchange and cooperation in the STEAM field between China and Uzbekistan.

The conference version is a shortened version of the discussion and of the institutional data which could not be reproduced. As a point of main contribution, it claims that there is a strategic change: Chinese language education needs to be used not only as a medium of cultural representation, but also as a medium of digital, intercultural and future-oriented cooperation. Future studies should explore the implementation in the classroom, learning outcomes, teachers' readiness and the ethical regulation of the use of AI in Chinese language learning in Central Asia.

References

1. Global Academic Information Network of Confucius Institutes. (n.d.). Information on Confucius Institutes and Chinese language education. <http://www.ccis.sdu.edu.cn/info/1009/3171.html>
2. Lu, P. (2025). The evolution trend and development strategy of Central Asian students studying in China: A statistical analysis based on data from 1999 to 2018. *Journal of Jimei University (Educational Science Edition)*, 2.
3. Ministry of Commerce of the People's Republic of China. (2019). Studying in China becomes a new aspiration for young people in Uzbekistan. <http://tradeinservices.mofcom.gov.cn/article/yanjiu/hangyezk/201911/93376.html>
4. Ministry of Education of the People's Republic of China. (2025, May 12). Report on the first China-Central Asia Education Ministers' Meeting. http://www.moe.gov.cn/jyb_zzjg/huodong/202505/t20250512_1190290.html

5. State Council Gazette of the People's Republic of China. (2004). Gazette of the State Council of the People's Republic of China, No. 22, 2004. https://www.gov.cn/gongbao/content/2004/content_62836.html
6. Tashkent State University of Oriental Studies. (n.d.). Official information on the School of Chinese Studies. <https://ogahiy.tsuos.uz/en/xitoy-filologiyasi-kafedراس/>
7. UNESCO. (2021). AI and education: Guidance for policy-makers. <https://www.unesco.org/en/articles/ai-and-education-guidance-policy-makers>

СТВОРЕННЯ ПСИХОЛОГІЧНО ОРІЄНТОВАНОГО БЕЗПЕЧНОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЯК СКЛАДОВА ФОРМУВАННЯ ПСИХОЛОГО- ПЕДАГОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ

Пальгуй Інна
аспірант

Глухівський національний педагогічний
університет імені Олександра Довженка, м. Глухів, Україна

Для вдосконалення професійної підготовки майбутніх учителів біології була розроблена методика формування їхньої психолого-педагогічної компетентності, що ґрунтується на реалізації визначених педагогічних умов.

Першою визначальною умовою формування психолого-педагогічної компетентності майбутніх учителів біології, яка впливає на становлення всіх її складових, є створення психологічно орієнтованого безпечного освітнього середовища.

Під час створення такого середовища були враховані компоненти психологічно орієнтованого безпечного освітнього середовища (суб'єктний, аксіологічно-смысловий, інформаційно-змістовий, організаційно-діяльнісний та просторово-предметний), які ми розглядаємо у взаємозв'язку. Варто також наголосити, що його розбудова можлива за умови діяльності всіх структурних підрозділів закладі вищої освіти.

Важливим аспектом психологічно орієнтованого безпечного освітнього середовища є його діалогічність. На думку Ю. Замазій «Центральним серед структурних компонентів освітнього середовища є психологічний складник – це, насамперед, характер спілкування суб'єктів освітнього процесу (соціальний чи комунікативний компонент у термінах різних учених)» [1, с. 123].

Міжособистісні стосунки у закладі вищої освіти охоплюють викладачів, студентів, адміністрацію, органи самоврядування, наукові спільноти, учителів-практиків, роботодавців та інших учасників освітнього процесу. Їхня взаємодія формує діалог на різних рівнях, що забезпечує основу для позитивних трансформацій у когнітивній, емоційній та поведінковій сферах.

Формування психолого-педагогічної компетентності майбутніх учителів біології супроводжувалося організацією міжособистісного спілкування між учасниками освітнього процесу. Для цього проводилися консультації з викладачами, кураторами, студентським самоврядуванням та старостами груп, які виконують роль носіїв психологічних цінностей і координаторів педагогічної діяльності. Було акцентовано, що становлення психологічно спрямованої особистості забезпечується взаємодією, заснованою на доброзичливості, повазі, творчій співпраці, самостійності та прагненні до саморозвитку й самореалізації.

Важливу роль у створенні якісної суб'єктної взаємодії в психологічно орієнтованому безпечному освітньому середовищі відіграє особистість викладача. Тому до нього висувуються такі вимоги: поінформованість щодо глобальних психологічних проблем, обізнаність у сфері психічного здоров'я та психологічної підтримки; наявність комплексу професійних психологічних знань і практичних умінь; сформоване ставлення до особистості як до найвищої цінності; здатність до адекватної взаємодії з учасниками освітнього процесу у побутовій та професійній сферах життя; володіння авторитетом та іміджем психолог-педагогічно компетентної особистості.

Аксіологічно-смісловий компонент психологічно орієнтованого безпечного освітнього середовища забезпечують відділ виховної роботи, студентське самоврядування, наукове товариство та гуртки, які формують виховний простір, культуру й ритуали, організовують психологічну та просвітницьку діяльність і стимулюють наукову активність згідно з цінностями закладу вищої освіти.

На факультетах, що здійснюють підготовку майбутніх учителів біології, було розроблено й реалізовано низку виховних заходів психологічного спрямування. Крім того, укладено календар психологічних акцій для студентів-біологів, участь у яких здобувачі освіти могли брати як у форматі очного залучення, так і дистанційно.

Формування психологічно орієнтованого безпечного освітнього середовища зумовило потребу у психологізації професійної підготовки майбутніх учителів біології. У цьому контексті обов'язкові освітні компоненти було доповнено психологічним змістом, розроблено вибіркові дисципліни, спрямовані на розвиток психолого-педагогічної компетентності, розширено тематику курсових та випускових кваліфікаційних робіт психологічним вектором, а також організовано психологічну науково-дослідну діяльність здобувачів освіти.

Психологічно орієнтоване безпечне середовище передбачає дистанційне та змішане навчання на основі електронних платформ. Для цього створено єдине освітнє середовище в Google Classroom з повним методичним забезпеченням — від лекцій і презентацій до тестів та питань для контролю. Соціальні мережі та комунікаційні інструменти використовувалися для поширення інформації про психологічне право, безпечне середовище, здоровий спосіб життя та календар психологічних акцій.

У психологічно орієнтованому безпечному освітньому середовищі було реалізовано різноманітні види та форми психологічної діяльності, спрямовані на розвиток професійної компетентності й особистісної гармонії здобувачів освіти. До них належали практичні та тренінгові заняття, проходження педагогічної практики, участь у семінарах, конференціях і науково-практичних заходах («Відповідальне споживання», «Здоровий спосіб життя», «Гармонія особистості: формування психологічної етики», «Психологічне мислення і творчість» тощо), майстер-класи, творчі проекти психологічного спрямування. Значну роль відігравали психологічні акції та флешмоби («Розірви стосунки зі стресом», «Україна починається з тебе», «День психологічної підтримки»), а також заходи з облаштування комфортного освітнього простору, що сприяли формуванню атмосфери довіри, взаємоповаги та психологічної безпеки.

Просторово-предметний компонент психологічно орієнтованого безпечного освітнього середовища у закладі вищої освіти передбачає створення інфраструктури, яка сприяє формуванню психолого-педагогічної компетентності та підтримує атмосферу довіри й безпеки. Йдеться про матеріально-технічну базу, побутові умови, психологічно комфортний дизайн та відповідне обладнання приміщень. Кожен освітній заклад має власний потенціал для забезпечення такого середовища, що реалізується через впровадження принципів сталого розвитку, використання безпечних матеріалів і технологій, а також психологічно орієнтоване декоративне й інформаційне оздоблення простору.

Таким чином, спеціально спроектоване психологічно орієнтованого безпечного освітнього середовища в закладі вищої освіти, відіграє ключову роль у забезпеченні формування психолого-педагогічної компетентності та високоякісної фахової підготовки майбутніх біології. Це середовище поєднує професійний розвиток з особистісним зростанням, ураховуючи індивідуальні особливості студентів, сприяючи задоволенню їхніх потреб у професійному саморозвитку, самовдосконаленні та самореалізації. Формування психологічних цінностей, традицій і культури, створення можливостей для досліджень, участі в різних формах психологічної діяльності, використання різноманітних педагогічних засобів і форм спілкування та взаємодії – усе це сприяє формуванню цілісної психологічно орієнтованої особистості, готової до активної майбутньої психолого-педагогічної діяльності.

Список використаних джерел

1. Замазій Ю. Формування психологічно безпечного освітнього середовища в закладі освіти: аспекти діяльності психологічної служби. Науково-методичний журнал «Джерело педагогічних інновацій» №1/2023. Тема випуску «Безпечна освіта». С. 122-126.

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ ОСНОВИ НАВЧАННЯ ПЕРЕКАЗУ В ПОЧАТКОВІЙ ШКОЛІ

Гірняк Світлана Петрівна

доктор філологічних наук, професор

Бохонко Богдан Андрійович

здобувач вищої освіти магістерського рівня

Дрогобицький державний педагогічний

університет імені Івана Франка,

Дрогобич, Україна

Методика викладання української мови – педагогічна наука. Її педагогічний характер визначається тим, що об'єктом її дослідження є процес засвоєння української мови в умовах шкільного навчання. Центральним аспектом цього процесу залишається навчання, яке, у комплексі з вихованням, становить основу педагогіки. Водночас, методика викладання мови зосереджується виключно на формуванні теорії навчання саме української мови, що визначає її предметну специфіку.

Формування теоретичних засад методики здійснюється на основі вивчення закономірностей навчального процесу, аналізу його ролі в освітній системі та оцінки організаційних форм навчання української мови. Практична реалізація цієї теорії ґрунтується на визначенні рекомендацій щодо роботи педагогів: вони мають керуватися обґрунтованими методичними принципами й обирати оптимальні інструменти для активізації пізнавальної діяльності учнів. Окрім науковців, значний внесок у розвиток методики роблять учителі-практики, які перевіряють ефективність інноваційних педагогічних ідей у реальних умовах освітнього процесу.

«Як і будь-яка інша наука, – зазначають М. Наумчук і О. Гузар, – методика викладання української мови базується на загальнофілософських принципах пізнання. Ці принципи формують її методологічний апарат, ключовим компонентом якого є діалектико-матеріалістичне розуміння суб'єктно-об'єктних відносин і теорії пізнання навколишнього світу [5, 8].

Зміст навчання дітей української мови в кожному з чотирьох класів регламентується програмою з української мови, у якій конкретизуються основні освітні цілі та перелік знань, умінь і навичок, які необхідно сформувати в учнів 6–9 річного віку. У програмі також визначається очікуваний рівень знань, яких мають досягнути учні. Конкретизація змісту навчання здійснюється за допомогою навчальних матеріалів, представлених у букварях, підручниках з української мови та читання, книгах для позакласного читання. Методичні рекомендації щодо організації освітнього процесу, вибору оптимальних методів і прийомів викладання, а також досягнення освітньої та виховної мети надаються у спеціальних посібниках для педагогів.

Ефективність роботи над переказом значною мірою залежить від урахування психологічних і педагогічних особливостей молодших школярів. Переказ – це складний вид мовленнєвої діяльності, який потребує взаємодії різних психічних процесів: сприймання, уваги, пам'яті, мислення та мовлення.

Психолог Г. Костюк доводив, що мовлення – це один із найважливіших засобів розвитку мислення дитини. У молодшому шкільному віці відбувається інтенсивне формування словесно-логічного мислення, що створює сприятливі умови для оволодіння навичками переказування.

Сприймання тексту є першим етапом роботи над переказом. Учень повинен не лише почути або прочитати текст, а й усвідомити його зміст. Якість сприймання залежить від рівня розвитку уваги та мовленнєвого досвіду дитини. Тому вчитель має забезпечити належну мотивацію до слухання й розуміння тексту.

Не менш вагому роль відіграє пам'ять. Під час переказу учень відтворює зміст тексту, спираючись на слухові, зорові та логічні образи. Розвитку пам'яті сприяють різноманітні методичні прийоми: повторне читання тексту, складання плану, добір заголовків до частин тексту, використання ілюстрацій.

Важливим психічним процесом є мислення. Учні аналізують зміст тексту, визначають причинно-наслідкові зв'язки, узагальнюють інформацію та будують власне висловлювання. Саме тому переказ розглядають як ефективний засіб розвитку розумових операцій молодших школярів.

Педагогічною основою навчання переказу є дотримання принципів систематичності, доступності, наочності, свідомості та активності учнів. Відповідно до цих принципів учитель поступово ускладнює завдання: від простих усних переказів до творчих і письмових робіт.

Особливого значення набуває створення сприятливої атмосфери на уроці, яка стимулює мовленнєву активність дітей. Заохочення до висловлення власної думки, доброзичлива оцінка результатів роботи та підтримка індивідуальних успіхів сприяють формуванню позитивної мотивації до мовленнєвої діяльності.

Читання та письмо належать до видів мовленнєвої діяльності, тому й відповідні навички необхідно розглядати як складову частину мовленнєвих компетенцій. Разом із тим формування позитивної мотивації до оволодіння читанням і письмом у дітей можливе тільки за умов створення доброзичливої атмосфери на уроках.

На сучасному етапі розвитку початкової мовної освіти переказ розглядається як один із найефективніших методичних засобів розвитку зв'язного мовлення молодших школярів. Його значущість зумовлена комплексним впливом на формування комунікативної компетентності учнів, оскільки в процесі виконання цього виду роботи одночасно розвиваються всі основні види мовленнєвої діяльності: аудіювання, читання, говоріння та письмо. Саме інтеграція зазначених умінь забезпечує цілісне опанування мовленнєвої діяльності та сприяє ефективному засвоєнню мовних і мовленнєвих знань.

У науково-методичній літературі переказ визначають як відтворення змісту прочитаного або почутого тексту власними словами зі збереженням його

основної думки, логіки викладу і композиційної структури. Виконання переказу передбачає не механічне відтворення інформації, а її осмислення, аналіз, узагальнення та мовленнєве оформлення відповідно до комунікативного завдання. У зв'язку з цим переказ виступає не тільки засобом перевірки рівня розуміння тексту, а й ефективним інструментом розвитку мовленнєвої та мисленнєвої діяльності учнів.

Методично грамотно організована робота над переказом забезпечує формування в молодших школярів уміння уважно й цілеспрямовано сприймати мовлення на слух і під час читання, виділяти смислові компоненти тексту, встановлювати причинно-наслідкові та логічні зв'язки між його частинами, утримувати в пам'яті як змістову, так і мовну інформацію, а також самостійно відтворювати її в усній або письмовій формі. Водночас учні засвоюють особливості текстотворення, удосконалюють словниковий запас, граматичну правильність і стилістичну доречність власного мовлення.

Особливу роль переказ відіграє у формуванні навичок аудіювання, оскільки саме цей вид роботи передбачає активне слухання, осмислення, запам'ятовування та подальшу інтерпретацію отриманої інформації. Сформованість зазначених умінь є необхідною передумовою успішного навчання не лише на уроках української мови, а й під час опанування інших освітніх галузей, що підтверджує важливе місце переказу в системі розвитку комунікативної компетентності молодших школярів.

Л. Варзацька вважає, що «цінність переказу в тому й полягає, що це одна з небагатьох вправ, які створюють ідеальні умови для тренування мовленнєвих і мисленнєвих механізмів в умовах взаємопов'язаного навчання всіх основних видів комунікативної діяльності. Значення переказів полягає і в тому, що вони розвивають пам'ять дітей. Необхідність запам'ятати текст, мовні засоби в ньому активізує і зміцнює механізми пам'яті» [1, 93].

Переказ посідає важливе місце в системі розвитку зв'язного мовлення молодших школярів, оскільки виступає необхідним етапом підготовки до самостійної мовленнєвої діяльності, зокрема написання творів і створення власних усних та письмових висловлювань. Виконання переказів сприяє поступовому переходу учнів від репродуктивного відтворення готового тексту до самостійного створення зв'язних висловлювань, що є одним із провідних завдань мовної освіти в початковій школі.

Ефективність переказу як дидактичного засобу значною мірою залежить від методично правильної організації роботи над ним. У процесі навчання учні оволодівають умінням аналізувати структуру тексту, визначати його композиційні елементи, встановлювати логічні зв'язки між окремими частинами, виділяти основну та другорядну інформацію, добирати відповідні мовні засоби для її відтворення. Такий підхід забезпечує поступовий перехід від сприймання цілісного тексту до усвідомлення його змістової та мовної організації, а відтак – до самостійного й осмисленого відтворення інформації. Первинний текст у цьому процесі виконує функцію мовленнєвого зразка, на який спирається учень під час формування власних умінь будувати зв'язне висловлювання.

У сучасній лінгводидактиці переказ розглядається не лише як практичний метод навчання української мови, а й як ефективний засіб формування мовної, мовленнєвої та комунікативної компетентностей. Робота над переказом сприяє засвоєнню учнями нормативних мовних засобів, розвитку чуття мови, збагаченню словникового запасу, удосконаленню граматичної правильності й стилістичної доречності мовлення. Водночас важливим завданням учителя є добір змістовно цінних і мовно досконалих текстів, організація їх осмисленого сприймання, а також створення навчальних ситуацій, які стимулюють активне відтворення авторського висловлювання.

Варто наголосити, що переказ не зводиться до механічного відтворення тексту чи запам'ятовування окремих мовних конструкцій. Його виконання передбачає складну інтелектуально-мовленнєву діяльність, яка охоплює сприймання, осмислення, аналіз, узагальнення, відбір мовних засобів та їх використання відповідно до комунікативного завдання. Саме тому переказ – це творчий вид навчальної діяльності, під час якої учень не тільки відтворює зміст авторського тексту, а й демонструє рівень сформованості мовленнєвих умінь, текстотворчих навичок і здатності до свідомого використання мовних засобів. Формування таких умінь – це тривалий педагогічний процес, що потребує систематичної, цілеспрямованої та методично обґрунтованої роботи вчителя.

М. Проць й А. Зимульдінова зазначають: «У початкових класах перекази класифікуються так:

- за способом виконання – усні й писемні;
- за відношенням до обсягу та змісту вихідного тексту – детальні й стислі вибіркові, із додатковим завданням;
- за метою виконання – навчальні, навчально-тренувальні, контрольні;
- за ступенем участі учнів у передачі змісту – колективні, напівсамостійні, самостійні:
- за складністю мовного завдання – з лексичним, граматичним, стилістичним;
- за сприйняттям вихідного тексту – прочитаного, сприйнятого зором тексту, почутого, сприйнятого на слух тексту;
- сприйнятого на слух і зором тексту;
- за ступенем знайомства з вихідним текстом – переказ незнайомого, тобто відтворюваного вперше тексту, і знайомого, відтворюваного раніше, відомого учням тексту;
- за типом мовлення – оповідання, опис, міркування» [3, 201].

Аналіз наукової та навчально-методичної літератури з обраної проблеми дає підстави стверджувати, що в методиці навчання української мови робота над переказом розглядається як поетапний процес, який передбачає цілеспрямовану взаємодію вчителя й учнів, спрямовану на формування вмінь сприймати, аналізувати та відтворювати тексти різних типів, жанрів і стилів мовлення. Ефективність навчання переказу значною мірою визначається дотриманням логічної послідовності етапів роботи, кожен із яких має власну дидактичну мету та виконує специфічні функції.

Першим етапом є попередня (розосереджена) підготовка до переказу, яка здійснюється за кілька днів до виконання основної роботи. Її мета – створення необхідного мовного й змістового підґрунтя для повноцінного сприйняття тексту. На цьому етапі педагог організовує систему підготовчих вправ, спрямованих на уточнення значення нової або маловідомої лексики, закріплення орфографічних і граматичних умінь, удосконалення навичок слововживання, побудови словосполучень і речень. Якщо для переказу використовуються тексти, опрацьовані на уроках літературного читання чи інтегрованих курсів, доцільним є виконання вправ на пошук мовних одиниць, пояснення їх правопису, аналіз мовних особливостей і функцій у тексті. Така попередня робота зменшує мовні труднощі під час написання переказу й дає змогу учням зосередитися на змістовому відтворенні тексту.

Другий етап роботи передбачає визначення навчальної мети, створення позитивної мотивації та організацію первинного сприймання тексту. Важливо, щоб учні усвідомлювали комунікативне завдання майбутнього переказу, адже це забезпечує їхню пізнавальну активність і зацікавленість. Для формування внутрішньої мотивації доцільно використовувати проблемні запитання, бесіду, коротке вступне слово, прогнозування змісту або інші методичні прийоми, що налаштовують дітей на уважне сприйняття твору. Спосіб ознайомлення з текстом обирається залежно від вікових особливостей учнів, рівня сформованості читацьких умінь і виду переказу. Це може бути виразне читання вчителем, самостійне читання учнями або поєднання слухового та зорового сприймання тексту.

Центральне місце у структурі роботи займає третій етап – комплексний аналіз тексту, який охоплює його змістову, композиційну та мовностилістичну організацію. У сучасній методиці відзначається недостатня ефективність підготовки переказу виключно за системою запитань, оскільки такий підхід нерідко зводить діяльність учнів до механічного конструювання відповідей. Натомість пріоритетним вважається цілісний аналіз тексту, що забезпечує усвідомлення його структури, логіки викладу, авторського задуму та особливостей добору мовних засобів.

Аналіз тексту доцільно здійснювати на основі проблемно-пошукових завдань, які стимулюють учнів до осмислення змісту, встановлення причиново-наслідкових зв'язків, визначення ролі художніх засобів, оцінювання авторської позиції та формування власного ставлення до прочитаного. Водночас необхідно зберігати цілісність художнього сприйняття тексту, не перевантажувати роботу другорядними деталями чи надмірною кількістю дрібних запитань.

Зміст аналітичної роботи визначається видом переказу. Під час підготовки переказу, близького до тексту, увага зосереджується на мовному оформленні авторського висловлювання та доцільності використаних мовних засобів. У роботі над стислим переказом основним є виділення головної інформації, її узагальнення і відбір найважливіших фактів. Вибірковий переказ потребує аналізу тих фрагментів тексту, які безпосередньо стосуються визначеної теми, тоді як переказ із творчим або додатковим завданням передбачає також добір

таких мовних засобів, що забезпечують стилістичну єдність авторського й учнівського тексту.

На основі проведеного аналізу учні спільно з учителем складають план переказу, добирають опорні слова, словосполучення, мовні кліше й інші допоміжні матеріали, які дадуть змогу логічно й послідовно відтворити зміст. Доцільним є повторне читання тексту, що забезпечує цілісне його сприйняття безпосередньо перед самостійною роботою.

Важливий компонент методики навчання переказу – створення першого варіанта тексту і його подальше редагування. Практика засвідчує, що написання чернетки з наступним аналізом і вдосконаленням сприяє розвитку критичного ставлення учнів до власного мовлення, формуванню навичок самоконтролю, добору найбільш точних і стилістично доречних мовних засобів. Особливої ефективності редагування набуває тоді, коли воно здійснюється після певної часової паузи, що дає змогу учневі об'єктивніше оцінити якість власного висловлювання.

Завершальний етап роботи – це аналіз учнівських переказів. Його основна мета – це не просто оцінити результати освітньої діяльності, а й сформувати мовне чуття, розвинути уміння здійснювати самооцінювання і взаємооцінювання, знаходити та виправляти мовні огріхи, удосконалювати змістове, композиційне і мовне оформлення власного висловлювання. Систематичне проведення такого аналізу забезпечує поступове підвищення рівня мовленнєвої компетентності учнів і створює підґрунтя для успішного виконання наступних творчих видів письмових робіт [2, 341–346; 3, 200–211; 4, 346–351].

Таким чином, психолого-педагогічні основи навчання переказу визначаються віковими особливостями молодших школярів і необхідністю комплексного розвитку їхніх пізнавальних і мовленнєвих здібностей.

Список використаних джерел

1. Варзацька Л. О. Методика розвитку зв'язного мовлення. Методичні рекомендації. К., 1991. 164 с.
2. Методика викладання української мови / За ред. І.С. Дорошенка. К. : Вища школа, 1992. 398 с.
3. Методика викладання української мови в початкових класах (методика фонетики, граматики, правопису): Навчально-методичний посібник / за ред. Проць М. М., Зимульдінової А. С. Частина III. Дрогобич : Вимір, 2008. С. 200–211.
4. Методика навчання української мови в початковій школі: навчально-методичний посібник для студентів вищих навчальних закладів / За наук. ред. М. С. Вашуленка. К. : Літера ЛТД, 2011. 364 с.
5. Наумчук М. М., Гузар О. В. Методика та технологія уроків рідної мови в початковій школі. Тернопіль : ТДГГУ, 1999. 38 с.

SECTION: PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES

STUDY THE CLASS OF EXACT PARTICULAR SOLUTIONS FOR VISCOELASTIC MIXTURES

Rahima Jalilova Qurban

PhD in Physical and Mathematical Sciences, dosent, the teacher of the
Azerbaijan State Pedagogical University,
Baku, Azerbaijan

Abstract

This paper investigates the localization of disturbances caused by the LS blow-up regime during the filtration of a gas–liquid mixture through a porous medium. The motion of a liquid containing finely dispersed gas bubbles is considered under the following conditions: (a) in the presence of a source (sink), (b) with spatially variable permeability, and (c) under a uniformly distributed flow rate. The study demonstrates that disturbances generated by the LS blow-up regime become localized within the gas–liquid mixture in the porous medium. The flow velocity increases significantly in the vicinity of the center of symmetry during the blow-up regime, whereas outside this region it gradually approaches a steady-state velocity distribution.

Keywords: equation of Relay, localization of disturbance, the wave processes in two-phase systems.

Submit the action of liquid with small-dispersion in its gas in the porous environment. The equation of the action of single-measure stream of gas-oil mixture with reckoning of the inertial members has the following view: [3,43]

$$\frac{1}{m} \frac{\partial \omega}{\partial t} + \frac{1}{m} \left(\omega \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\omega}{m} \right) \right) = - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} - \frac{1}{\rho} \frac{\mu}{k} \omega \quad (1)$$

where t-time, x-co-ordinate, w-speed of the action of mixture, ρ -compactness of mixture, P-pressure, μ -viscosity, k-pervious, m-porosity

It is possible to neglect the disturbance with the interaction among the bubbles and submit the action of each bubble independently from other bubbles for condition that the distance between the bubbles of gas bigger of their radius and essential smaller of the length of wave. On the foundation of the equation of Relay and elementary direct of homogeny model, which connects radius of bubble R with compactness ρ -[2,283], the equation is written in view:

$$\sigma P = a_0^2 \sigma \rho + \frac{4}{3} \frac{\nu}{(1-\varphi_0)\varphi_0} \frac{d\sigma \rho}{dt} + \frac{R_0^2}{3(1-\varphi_0)\varphi_0} \frac{d^2 \sigma \rho}{dt^2} \quad (2)$$

where R_0 - balance radius of gas bubble, ν - kinetic viscosity,

$\varphi_0 = \frac{4}{3}\pi R^3 N \rho$ - the actually volume gas-substance, N-numerous of bubbles in one mass of mixture

$a_0^2 = P_0(1 - \varphi_0)\rho_0\rho$ - expression for low-frequency approximate of the speed of sound in two-phase space. The porous space is little compressibility:

$$m \approx \alpha\rho; \alpha = \frac{m_0}{\rho_0} + \beta\alpha_0^2 - \frac{\beta P_0}{\rho_0} \quad (3)$$

where $\beta \ll 1$ -coefficient of compressibility of porous space.

Using the methods of not linear wave dynamic, and so the row of transformations, connecting compactness ρ with speed of mixture w , we get one equation concerning w , showing the action of gas-liquid mixture in the porous space [3].

$$\frac{\partial w}{\partial t} + \frac{w}{\alpha\rho_0} \frac{\partial w}{\partial x} - \eta \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \chi \frac{\partial^3 w}{\partial x^3} + \frac{\alpha\mu}{2k} w = 0 \quad (4)$$

$$\text{where } 2\eta = \frac{4}{3} \frac{\nu}{(1 - \varphi_0)\varphi_0}; 2\chi = \frac{1}{3} \frac{R_0^2 a_0}{(1 - \varphi_0)\varphi_0}$$

In this case the coefficient has the meaning of compactness viscosity, appearing with reckoning of disciplinal losses on the boundary of separation phases. The member from the third derivative describes the influence of the dispersion effects for the action of two-phase mixture in whole. It is famous that in the process of the spreading of disturbances, dissipation balances the un linear effects and assists for the installation of the stationary forms of the wave.

Give some he first limited spreading of speed:

$$w(x, 0) = w_0(x) \quad (5)$$

Auto model decisions of the mission (4)-(5) are investigated:

$$w(x, t) = g(t)\theta(\xi), \text{ where } \xi = x/\varphi(t) \quad (6)$$

Putting (6) in (4) determinations the functions:

$$g(t) = \left(1 - \frac{t}{\tau}\right)^{2/3} \quad \varphi(t) = \left(1 - \frac{t}{\tau}\right)^{1/3} \quad (7)$$

where τ -arbitrary parameter of devising of variable. The mission has the auto model decision:

$$w(x, t) = \left(1 - \frac{t}{\tau}\right)^{-2/3} \theta(\xi) \quad , \quad \xi = x\left(1 - \frac{t}{\tau}\right)^{-1/3} \quad (8)$$

where $\theta(\xi)$ -the decision of equation

$$\chi \frac{d^3 \theta}{d\xi^3} + \frac{1}{\alpha\rho_0} \theta \frac{d\theta}{d\xi} + \frac{1}{3\tau} \xi \frac{d\theta}{d\xi} + \frac{2}{3\tau} \theta = 0 \quad (9)$$

So $x = \xi \left(1 - \frac{t}{\tau}\right)^{1/3}$ then $0 \leq t \leq \tau$, half width of area of spreading disturbance is

shorten. Decision $w(x, t)$ is the decision of the regime with aggravation. In this case half width of the first division $w_0(x)$ bigger than half width of decision $w(x, t)$ when

$0 \leq t \leq \tau$.We see the localization of disturbances. When $\xi \rightarrow \infty$ then decision of equation (9) has asymptotic [3,44]:

$$\theta \rightarrow c\xi^{-2} \quad (10)$$

From (10) and (6) we get that the main member of asymptotic decomposition of the speed with $x \rightarrow \infty$

$$w(x, t) \rightarrow cx^{-2} \quad (11)$$

does not depend on time. It shows on the localization of disturbances; speed increases in the regime with aggravation in shortening area near the centre of symmetry, but out of that area it aspires to the constant spreading of speed, it means to definite of the following expression(11).

Analogous investigations of the process of localization disturbances which causing of LS-the regime with aggravation in gas-liquid mixture are concluded with reckoning of the action of source.

The member which takes into consideration the action of source in the equation of inseparable is inserted:

$$\frac{\partial(\rho m)}{\partial t} = -\frac{\partial(\rho w)}{\partial x} + q(w) \quad (12)$$

The equation which descriptions the action of gas-liquid mixture in porous spare is written in the following view:

$$\begin{aligned} \frac{\partial w}{\partial t} + \frac{w}{\alpha \rho_0} \frac{\partial w}{\partial x} - \eta \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \chi \frac{\partial^3 w}{\partial x^3} + \frac{\alpha \mu}{2k} w + \\ \frac{q(w)}{2} - \eta \alpha \frac{\partial q(w)}{\partial(x)} = 0 \end{aligned} \quad (13)$$

The auto model decisions of missions (13),(5) in view (6) are investigated. Submit the case when the source with the degree mode depends on w:

$$q(w) = q_0 w^x + \sigma_0 w$$

Putting (6) in equation (13) when $\eta = 0$ determinates the function $g(t)$ and $\varphi(t)$ with the formulas (7) where $\theta(\xi)$ -the decision of equation.

$$\begin{aligned} \chi \frac{d^3 \theta}{d\xi^3} + \frac{1}{\alpha \rho_0} \theta \frac{d\theta}{d\xi} + \frac{1}{3\tau} \xi \frac{d\theta}{d\xi} + \frac{2}{3\tau} \theta + \\ q_0 \frac{\theta^{5/2}}{2} = 0 \end{aligned} \quad (14)$$

We will look for the equation answering the following boundary conditions:

$$\frac{d^3 \theta}{d\xi^3} -_{\xi \rightarrow \infty} > 0, \theta \frac{d\theta}{d\xi} -_{\xi \rightarrow \infty} > 0, \theta^p -_{\xi \rightarrow \infty} > 0, P > 1$$

when $\xi \rightarrow \infty$ then decision of equation has asymptotic(10).Therefore the main member of asymptotic decomposition of the speed does not depend on time [4, 64].

Now submit the auto model decision of the mission with variable of pervious. A law of inflexion of pervious on layer applies middle-aged:

$$k(x) = k_0 \left(\frac{x}{h} \right)^j \text{ where } k_0 \text{-coefficient of pervious for } x=h, h\text{-capacity of layer. It is}$$

not difficult to persuade if $j=3$ then the decision is auto model and has the view(8).Function satisfies to ordinary differential equation:

$$\chi \frac{d^3 \theta}{d\xi^3} + \frac{1}{\alpha \rho_0} \theta \frac{d\theta}{d\xi} + \frac{1}{3\tau} \xi \frac{d\theta}{d\xi} + \left(\frac{2}{3\tau} + \frac{\mu}{2k_0} \frac{h^3}{\xi^3} \right) \theta +$$

$$q_0 \frac{\theta^{5/2}}{2} = 0$$

We see $\theta(\xi)$ has asymptotic if $\xi \rightarrow \infty$ it means goes on the localization of disturbances [4,65].

Submit the mission (13),(5) by setting debit which distributions follow the square of deposit ;except the general action of mixture from each element of volume layer it is possible to productive the selection of mixture for setting intensive.

In that case the compactness of debit determinations by formula q/x or w^x/x . It is not difficult to persuade for $\gamma = 2$ the decision is auto model. The equation concerning $\theta(\xi)$ has the following view:

$$\chi \frac{d^3 \theta}{d\xi^3} + \frac{1}{\alpha \rho_0} \theta \frac{d\theta}{d\xi} + \frac{1}{3\tau} \xi \frac{d\theta}{d\xi} + \left(\frac{2}{3\tau} + \frac{\alpha \mu}{2 k_0} \frac{h^3}{\xi^3} \right) \theta +$$

$$\frac{1}{\xi} \frac{\theta^2}{2} = 0$$

Function $\theta(\xi)$ has asymptotic if $\xi \rightarrow \infty$, The decision $w(x, t)$ determinates by formula (8) and has asymptotic if $x \rightarrow \infty$ (11) [4,63].

In all submitting chances:

by presence source

by variable pervious

c) by the investigation of the process of localization disturbances are passed, which causing of LS-the regime with aggravation in gas-liquid mixture.

References

1. G.I.Barenblatt .Similarity ,auto model , inermediate symptotic.Gidrometeo,1978
2. The wave processes in two-phase systems/Book science art. by red V.E.Neporanolov,/Novosibirsk,1980,p.283
3. R.G. Jalilova . The wave processes in two-phase systems//Dan Azerb.1985,.XLI,N7,p.42-47
4. R.G. Jalilova . Automodel decisions of one not linear equation of filtration of gas-liquid mixture.// Material VI Repub. Conf. by mathematics and mechanics, initiated to 40 year of Victory.Baku,'Science',1985,p.62-65

SECTION: PHYSICS AND ASTRONOMY

DOI 10.70286/ISU-22.07.2026.025

АСТРОНОМІЧНІ МЕТОДИ ЯК ФУНДАМЕНТ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ У ДОКУМЕНТУВАННІ НАСЛІДКІВ ВІЙНИ ТА ПІСЛЯВОЄННОМУ ВІДНОВЛЕННІ УКРАЇНИ

Рогач Дмитро Миколайович
викладач І категорії
ВСП Технологічний фаховий
коледж ДДАЕУ м. Дніпро, Україна

Анотація

Повномасштабна війна в Україні продемонструвала критичне значення космічних технологій для оперативного отримання незалежної інформації про зміни земної поверхні, руйнування інфраструктури, екологічні наслідки бойових дій та моніторинг процесів післявоєнної відбудови. Незважаючи на широке використання супутникових даних, фундаментальна роль астрономії у функціонуванні сучасних систем дистанційного зондування Землі часто залишається поза увагою. Водночас саме астрометрія, фотометрія, небесна механіка, системи високоточного часу та методи цифрової обробки астрономічних зображень є науковою основою глобальних навігаційних систем і супутникового моніторингу.

Стаття присвячена використанню астрономічних методів (супутникових систем, GNSS та даних ДЗЗ) для фіксації наслідків війни й відновлення України. Розроблено концептуальну модель інтегрованого аналізу даних, що включає первинне спостереження, просторово-часову верифікацію, документування руйнувань та моніторинг відновлення територій.

Практичне значення роботи полягає у систематизації сучасних підходів до використання космічних технологій для гуманітарного реагування, екологічного моніторингу, оцінювання пошкоджень критичної інфраструктури та інформаційного забезпечення програм післявоєнної реконструкції України.

Ключові слова: астрономія, дистанційне зондування Землі, супутникові технології, GNSS, Sentinel, документування руйнувань, післявоєнне відновлення, Україна.

1. Вступ

Астрономія є фундаментальною природничою наукою, досягнення якої сьогодні широко застосовуються не лише для дослідження Всесвіту, а й у сучасних космічних технологіях. Методи астрометрії, фотометрії, небесної механіки та систем високоточного часу становлять наукову основу глобальних

навігаційних систем і дистанційного зондування Землі, забезпечуючи високу точність просторових і часових вимірювань [3; 4; 6; 10; 11].

Після початку повномасштабної війни в Україні значення супутникових спостережень істотно зросло. Дані дистанційного зондування Землі широко використовуються для оцінювання руйнувань інфраструктури, моніторингу екологічних наслідків бойових дій, документування змін земної поверхні та інформаційної підтримки процесів післявоєнного відновлення [1; 2; 8; 9; 15].

Водночас більшість сучасних досліджень зосереджена на прикладному використанні супутникових даних, тоді як фундаментальна роль астрономічних методів у функціонуванні космічних систем висвітлена недостатньо. Це зумовлює актуальність комплексного аналізу взаємозв'язку між фундаментальною астрономією та сучасними технологіями дистанційного зондування Землі.

Метою дослідження є аналіз ролі астрономічних методів як фундаменту сучасних технологій дистанційного зондування Землі, а також розроблення концептуальної моделі їх інтегрованого використання для документування наслідків війни та підтримки процесів післявоєнного відновлення України.

Для досягнення поставленої мети були визначені такі завдання:

- проаналізувати фундаментальні астрономічні методи, що лежать в основі сучасних космічних технологій;
- дослідити можливості використання відкритих супутникових даних під час документування наслідків війни;
- узагальнити сучасний міжнародний досвід застосування дистанційного зондування Землі для гуманітарних і відновлювальних потреб;
- запропонувати концептуальну модель інтегрованого використання астрономічних методів у процесі документування та післявоєнного моніторингу.

2. Астрономічні методи як фундамент сучасних технологій дистанційного зондування Землі

Сучасні технології дистанційного зондування Землі базуються на фундаментальних досягненнях астрономії. Астрометрія, небесна механіка, фотометрія, радіоастрономія та системи високоточного часу забезпечили розвиток глобальних навігаційних супутникових систем, дистанційного зондування Землі та цифрової геопросторової інфраструктури. Таким чином, космічні технології є одним із найважливіших прикладних напрямів використання астрономічних досліджень.

Ключову роль відіграє астрометрія, яка забезпечує побудову міжнародних систем координат та високоточне визначення просторового положення об'єктів. На її основі функціонують глобальні навігаційні супутникові системи (GNSS), що використовуються для геоприв'язки супутникових знімків і картографування наслідків бойових дій. Висока точність координат є необхідною умовою достовірного документування руйнувань та подальшого аналізу отриманих даних [1; 10; 11].

Не менш важливими є астрономічні системи часу, що забезпечують синхронізацію роботи супутникових платформ і точну часову прив'язку

отриманої інформації. Це дозволяє коректно поєднувати дані різних космічних місій та відстежувати динаміку змін земної поверхні [10].

Методи фотометрії застосовуються для аналізу багатоспектральних супутникових зображень, що дає можливість автоматично визначати площі пожеж, затоплень, руйнувань і змін рослинного покриву. Водночас радіоастрономічні підходи стали основою створення радіолокаційних систем із синтезованою апертурою (SAR), які забезпечують всепогодне спостереження незалежно від часу доби та хмарності, що особливо важливо в умовах воєнних дій [2–4; 6].

Важливим напрямом сучасних досліджень є застосування алгоритмів машинного навчання для аналізу супутникових даних. Значна частина таких алгоритмів була розроблена для автоматичної обробки астрономічних спостережень, а сьогодні успішно використовується для виявлення змін земної поверхні та оцінювання масштабів руйнувань [2; 12; 15].

Ефективність сучасного дистанційного зондування Землі визначається інтеграцією даних різних супутникових місій. Поєднання оптичних, радіолокаційних і навігаційних даних підвищує достовірність оцінювання змін територій та широко застосовується міжнародними організаціями під час документування наслідків воєнних конфліктів і надзвичайних ситуацій [5; 8; 9].

Отже, астрометрія, фотометрія, системи точного часу та радіоастрономічні методи формують фундамент сучасного дистанційного зондування Землі, яке є одним із ключових інструментів документування наслідків війни та інформаційної підтримки післявоєнного відновлення України.

Таблиця 1 – Взаємозв'язок фундаментальних астрономічних методів із сучасними технологіями дистанційного зондування Землі (розроблено автором)

Фундаментальний астрономічний метод	Космічна технологія	Практичне застосування під час війни
Астрометрія	GNSS (GPS, Galileo, BeiDou)	Геоприв'язка місць руйнувань, визначення координат об'єктів
Фотометрія	Sentinel-2, Landsat	Аналіз пожеж, затоплень, змін рослинності та забудови
Радіоастрономічні методи	Sentinel-1 (SAR)	Всепогодне картографування територій та оцінювання пошкоджень
Астрономічні системи часу	Навігаційні супутникові системи	Встановлення точної хронології подій
Цифрові методи астрономії	Алгоритми штучного інтелекту	Автоматичне виявлення змін на супутникових знімках

3. Концептуальна модель інтегрованого використання астрономічних методів у документуванні наслідків війни та післявоєнному відновленні України

Аналіз сучасних досліджень свідчить, що більшість із них присвячена окремим аспектам застосування супутникових технологій, тоді як взаємозв'язок

фундаментальних астрономічних методів із процесом отримання, перевірки та практичного використання геопросторової інформації висвітлений недостатньо [1; 2; 5].

У роботі запропоновано розглядати сучасні космічні технології як єдину інформаційну систему, основу якої становлять астрономічні методи визначення координат, часу та аналізу електромагнітного випромінювання. Це дозволяє простежити повний шлях перетворення супутникових даних у практичну інформацію для документування наслідків війни та підтримки післявоєнного відновлення.

На основі проведеного аналізу розроблено концептуальну модель інтегрованого використання астрономічних методів, що включає чотири взаємопов'язані етапи (рис. 1).

Перший етап – первинне супутникове спостереження. На цьому етапі використовуються оптичні та радіолокаційні супутникові системи дистанційного зондування Землі. Просторова й часова достовірність отриманих даних забезпечується астрометричними методами, фотометричним аналізом та системами високоточного часу [2–4].

Другий етап – просторово-часова верифікація. Передбачає порівняння даних різних супутникових місій, уточнення координат та інтеграцію оптичних і радіолокаційних матеріалів, що підвищує достовірність оцінювання змін земної поверхні [1; 5; 9].

Третій етап – формування доказової інформації. Після верифікації супутникові дані інтегруються з іншими джерелами просторової інформації для створення картографічних і аналітичних матеріалів. Доказове значення таких даних забезпечується лише їх комплексною перевіркою із використанням незалежних джерел, що відповідає практиці ESA, Copernicus та UNOSAT [5; 8; 9].

Четвертий етап – післявоєнний моніторинг. Запропонована модель передбачає довгострокове використання супутникових спостережень для оцінювання темпів відновлення інфраструктури, контролю екологічного стану територій та інформаційної підтримки управлінських рішень щодо реконструкції України.

Астрономічні методи створюють основу для комплексного моніторингу територій: від фіксації наслідків війни до контролю післявоєнного відновлення.

Запропонована модель відрізняється від існуючих підходів тим, що розглядає астрономічні методи як фундаментальну основу всього циклу роботи з геопросторовою інформацією — від первинного супутникового спостереження до інформаційної підтримки процесів післявоєнного відновлення. Це дозволяє систематизувати взаємозв'язок між фундаментальною астрономією та сучасними технологіями дистанційного зондування Землі й розширює можливості їх практичного застосування для вирішення гуманітарних та екологічних завдань.

3.1. Практичний приклад використання астрономічних методів для аналізу змін земної поверхні на прикладі району Каховської ГЕС

Для демонстрації практичного застосування запропонованої моделі проаналізовано відкриті супутникові дані програми Copernicus, отримані після

руйнування греблі Каховської ГЕС у червні 2023 року. Вибір об'єкта зумовлений наявністю відкритих матеріалів дистанційного зондування та результатів міжнародних досліджень, що дає можливість зіставлення даних різних супутникових місій.

У дослідженні використано дані місій Sentinel-1 (радіолокаційне зондування) та Sentinel-2 (оптичне багатоспектральне спостереження). Поєднання цих джерел забезпечує комплексну оцінку змін земної поверхні: оптичні знімки дозволяють виявити зміни площі водної поверхні, осушення дна водосховища та початкове відновлення рослинності, тоді як радіолокаційні дані забезпечують надійний моніторинг незалежно від погодних умов і часу доби [2–6].

Порівняльний аналіз підтвердив, що інтеграція оптичних і радіолокаційних спостережень істотно підвищує достовірність результатів. Оптичні дані забезпечують детальний спектральний аналіз поверхні, тоді як SAR-знімки дозволяють оцінювати зміни рельєфу та вологості ґрунтів навіть за несприятливих умов спостереження. Такий підхід відповідає сучасним міжнародним рекомендаціям щодо використання багатоджерельної супутникової інформації під час оцінювання наслідків надзвичайних ситуацій [5; 8; 9].

Отримані результати свідчать, що ефективність супутникового моніторингу визначається інтеграцією різних астрономічних методів — високоточного визначення координат, фотометричного аналізу, радіолокаційних спостережень і систем точного часу. Саме їх поєднання забезпечує формування достовірної просторово-часової інформації, необхідної для оцінювання екологічних наслідків, контролю відновлення територій та інформаційної підтримки післявоєнної реконструкції України.

Таблиця 2 – Порівняльна характеристика супутникових даних, використаних для аналізу території Каховської ГЕС (складено автором на основі матеріалів ESA Copernicus, NASA та UNITAR-UNOSAT.)

Тип даних	Супутникова місія	Основні можливості	Практичне значення
Оптичні багатоспектральні	Sentinel-2	Аналіз водної поверхні, рослинності, забудови	Виявлення екологічних та інфраструктурних змін
Радіолокаційні (SAR)	Sentinel-1	Спостереження незалежно від погодних умов	Моніторинг підтоплення, вологості ґрунтів, змін рельєфу
Навігаційні дані	GNSS	Високоточне визначення координат	Геоприв'язка супутникових матеріалів
Часові стандарти	GNSS/ UTC	Точна синхронізація часу	Побудова хронології змін території



Рис. 1. Алгоритм інтегрованого аналізу супутникових даних для документування змін земної поверхні.

Висновки

У роботі досліджено роль фундаментальних астрономічних методів як наукової основи сучасних технологій дистанційного зондування Землі, що використовуються для документування наслідків війни та підтримки післявоєнного відновлення України. Показано, що астрометрія, фотометрія, радіоастрономічні методи та системи високоточного часу забезпечують функціонування супутникових платформ спостереження Землі й глобальних навігаційних систем.

Встановлено, що інтеграція оптичних і радіолокаційних супутникових даних підвищує достовірність оцінювання змін земної поверхні та забезпечує ефективний моніторинг руйнувань інфраструктури, екологічних наслідків бойових дій і процесів післявоєнного відновлення.

Запропоновано авторську концептуальну модель інтегрованого використання астрономічних методів, що охоплює етапи супутникового спостереження, верифікації даних, формування доказової інформації та довгострокового моніторингу. Практичне значення роботи полягає у можливості використання запропонованого підходу для інформаційної підтримки відновлення України та подальших міждисциплінарних досліджень у галузі астрономії, дистанційного зондування Землі та геоінформатики.

Список використаних джерел

1. Sticher, V., Wegner, J. D., & Pfeifle, B. (2023). Toward the remote monitoring of armed conflicts. *PNAS Nexus*, 2(6), pgad181. <https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgad181>
2. Dietrich, O., Peters, T., Sainte Fare Garnot, V., Sticher, V., Whelan, T. T.-T., Schindler, K., & Wegner, J. D. (2025). An open-source tool for mapping war

- destruction at scale in Ukraine using Sentinel-1 time series. *Communications Earth & Environment*, 6, Article 379. <https://doi.org/10.1038/s43247-025-02183-7>
3. European Space Agency. (n.d.). Copernicus Sentinel-1 mission. Copernicus Programme. <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-1>
4. European Space Agency. (n.d.). Copernicus Sentinel-2 mission. Copernicus Programme. <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-2>
5. European Space Agency. (n.d.). Satellite evidence in the courtroom. European Space Agency. https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth
6. National Aeronautics and Space Administration. (n.d.). Landsat science. NASA. <https://landsat.gsfc.nasa.gov>
7. National Aeronautics and Space Administration. (n.d.). Fire Information for Resource Management System (FIRMS). NASA. <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov>
8. United Nations Institute for Training and Research. (n.d.). UNOSAT. UNITAR. <https://unosat.org>
9. Copernicus Emergency Management Service. (n.d.). Copernicus Emergency Management Service. European Commission. <https://emergency.copernicus.eu>
10. Petit, G., & Luzum, B. (Eds.). (2010). IERS Conventions (2010) (IERS Technical Note No. 36). Verlag des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie.
11. International Astronomical Union. (n.d.). International Celestial Reference System (ICRS). International Astronomical Union. https://www.iau.org/science/scientific_bodies/divisions/A1/
12. Mueller, H., Groeger, A., Hersh, J., Matranga, A., & Serrat, J. (2021). Monitoring war destruction from space using machine learning. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(23), e2025400118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2025400118>
13. Shen, X., Wang, D., Mao, K., Anagnostou, E., & Hong, Y. (2019). Inundation extent mapping by synthetic aperture radar: A review. *Remote Sensing*, 11(7), 879. <https://doi.org/10.3390/rs11070879>
14. Tavakkoliestahbanati, S., et al. (2024). Pre-failure operational anomalies of the Kakhovka Dam revealed by satellite data. *Communications Earth & Environment*, 5, Article 356. <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01397-5>
15. Wang, Y., Li, X., Zhang, H., & Chen, Z. (2024). Remote sensing through the fog of war: Infrastructure damage and environmental change during the Russian–Ukrainian conflict revealed by open-access data. *Natural Hazards Research*, 4(1), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.nhres.2024.01.006>

SECTION: PSYCHOLOGY

THE ROLE OF COGNITIVE BIASES IN CONSUMER CHOICE WITHIN DIGITAL MEDIA

Shydlovska Iryna

Business Development Manager
Emhance (Sensemitter Services Ltd)
Limassol, Cyprus

Digital media have significantly changed the psychological conditions in which consumers make decisions. While in the traditional environment, choices were often shaped by direct experience, social environment, advertising, and price factors, in the digital environment they increasingly depend on algorithmic personalization, visual presentation of information, speed of communication, social signals, and interface architecture. In such conditions, consumers do not simply choose between products or services, but operate in a deliberately designed information environment, where each element – a rating, a review, a banner, a recommendation, a message about a discount or a limited quantity of a product – can activate a certain cognitive bias. Therefore, this study focuses on the mechanisms by which digital media influence decision-making from a psychological perspective under the conditions of limited attention, high cognitive load, uncertainty, emotional stimulation, and heuristic information processing.

The problem of cognitive biases in consumer choice is particularly relevant for psychology, as it allows us to explain why a person's decision is not always rational, consistent and based on a full analysis of information. The classic works of A. Tversky and D. Kahneman show that people often use heuristics, or mental shortcuts, which help them make decisions quickly but may also lead to systematic errors of judgment [1; 2]. In digital media, these mechanisms do not disappear; on the contrary, they are strengthened because information is presented quickly, emotionally, fragmentarily, and in a personalized way.

This paper aims to theoretically substantiate the role of cognitive biases in shaping consumer choice in digital media. To achieve this goal, methods of analysis, synthesis, generalization of scientific literature and comparative analysis of modern approaches to studying consumer behaviour in the digital environment were used.

One of the key mechanisms influencing digital consumer choices is the anchoring effect. This means that the first piece of information received becomes a psychological reference point for subsequent evaluations. In digital commerce, such anchors can include the initial price, the crossed-out original price, the first rating seen, or the first review. For example, when a user sees a product with a 50% discount, their evaluation is often based on the previously established price rather than on actual needs or a comparison with similar products. Consequently, digital platforms can stimulate decision-making even

before consumers begin conscious analysis [1]. Also important is the framing effect, described in a study by A. Tversky and D. Kahneman [3]. Even the same product or service can be perceived differently depending on how the information is presented. Phrases such as “Only 2 seats left,” “Recommended by 90% of buyers,” “Best pick of the week,” and “The offer ends soon” create specific interpretive frameworks. In digital media, framing is particularly effective through the combination of text, colour, visual emphasis, timers, push notifications, and personalized recommendations. This may turn consumer choice into a quick reaction to an information frame rather than a fully deliberate decision. The availability heuristic also plays a significant role. Consumers tend to judge the likelihood or importance of a phenomenon based on how easily relevant examples are recalled [1]. In digital media, the availability of information is artificially increased through frequency of exposure, repeated advertising, viral content, blogger recommendations, and algorithmic promotion of specific messages. When users repeatedly encounter a particular brand in social media feeds, advertising, and recommendations, this may create a perception of popularity, trustworthiness, or the brand’s “natural” presence. Attention should be paid to confirmation bias, which is a phenomenon whereby people prefer information that aligns with their existing beliefs [4]. In the digital environment, this bias is amplified by recommendation algorithms that select content based on users’ past activity. If a consumer has already expressed interest in a particular brand, product category, or lifestyle, the digital system continues to deliver similar messages. This creates a closed information loop in which alternative options become less prominent. Previous ISU publications have also emphasized that recommendation algorithms and personalized messages can not only facilitate choice but also narrow the range of available alternatives [5].

Social proof has a significant impact on consumer choice. According to R. Cialdini, people tend to pay attention to the behaviour of others, especially in uncertain situations [6]. In digital media, this mechanism manifests through ratings, likes, comments, reviews, and tags such as “Popular,” “Trending,” “Best-selling,” and “Most reviewed.” For consumers, these signals can serve as psychological shortcuts for decision-making. This is because if many people have chosen a particular product, it appears safer and more attractive. However, digital social signals are not always transparent. They may be the result of paid advertising, increased activity, or algorithmic rankings.

Another important mechanism is loss aversion, which is related to the prospect theory of D. Kahneman and A. Tversky [2]. People tend to react more strongly to the possibility of missing out on a gain than to the possibility of obtaining a similar gain. In digital marketing, this manifests through countdown timers, promotion end notifications, limited-quantity products, and time-limited promotional codes. These elements can trigger a fear of missing out and encourage impulsive decisions. In this context, digital choice architecture aligns with the “nudge” concept by R. Thaler and K. Sunstein, which suggests that environmental structures can subtly influence human behaviour [7]. Recent research in the field of digital nudges has also shown that platform interface design can guide users’ perceptions and behaviour through the configuration of options, visual salience, and interaction cues [8].

Modern digital media also actively leverage the characteristics of fragmentary perception. Previous ISU papers on the impact of clip-based thinking on consumer behaviour in digital marketing emphasize that short, vivid, and concise messages change the way people interact with commercial content [9]. This is important for understanding cognitive biases, as the less time consumers spend analysing information, the greater the role of heuristics, emotional cues, and automatic responses becomes.

Another risk in the digital environment is the use of interface solutions employing so-called “dark patterns,” which induce users to perform actions that are advantageous to the platform but are not always consciously desired. According to research by A. Mathur et al., manipulative patterns are prevalent on commercial websites and can influence customer decision-making through hidden cues, time pressure, making refusal difficult, or the imposition of additional options [10]. From a psychological perspective, “dark patterns” represent practical applications of cognitive biases within digital choice architecture.

At the same time, cognitive biases cannot be considered only as a “weakness” of the consumer. They are part of the normal functioning of human thinking in conditions of limited time, a large amount of information and high cognitive load. The problem arises when digital media systematically exploits these features to maximize engagement, sales or time spent on the platform. Online behavioural advertising, as noted by S. Boerman, S. Kruikemeier and F. Zuiderveen Borgesius, is based on the collection and analysis of user data, which allows for more precise tailoring of advertising influence [11]. This makes consumer choice more personalized, but at the same time less transparent.

Personalization has a dual psychological effect. On the one hand, it can reduce cognitive load by helping users find a relevant product or service faster. On the other hand, it can limit the autonomy of choice, since users do not see the full range of possibilities but only those options that the algorithm considers most relevant or most likely to attract them. Psychological targeting studies show that adapting messages to the psychological characteristics of users can increase the effectiveness of digital persuasion [12]. Recent studies of algorithmic personalization also emphasize the importance of digital media literacy, because users may not fully understand how personalized content is selected, filtered, and prioritized [13].

Thus, cognitive biases play a key role in shaping consumer choice in digital media. The most significant are the anchor effect, the framing effect, the availability heuristic, confirmation bias, social proof, loss aversion, and scarcity response. In the digital environment, these mechanisms are amplified by personalization, algorithmic recommendations, fast visual content, social signals, and manipulative interface solutions. The practical significance of the problem lies in the need to develop digital and psychological literacy of consumers, as well as in the formation of ethical standards of digital marketing. The consumer of the future must not only choose but also understand how they are guided toward a choice. Because in the digital world, the “buy” button is sometimes pressed with a finger but is prepared by the architecture of thought. These findings may also contribute to future research on consumer behaviour, digital marketing, user experience, and digital platform design.

References

1. Tversky A., Kahneman D. Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. *Science*. 1974. Vol. 185, no. 4157. P. 1124–1131. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.185.4157.1124>
2. Kahneman D., Tversky A. Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*. 1979. Vol. 47, no. 2. P. 263–291. DOI: <https://doi.org/10.2307/1914185>
3. Tversky A., Kahneman D. The framing of decisions and the psychology of choice. *Science*. 1981. Vol. 211, no. 4481. P. 453–458. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.7455683>
4. Nickerson R. S. Confirmation bias: A ubiquitous phenomenon in many guises. *Review of General Psychology*. 1998. Vol. 2, no. 2. P. 175–220. DOI: <https://doi.org/10.1037/1089-2680.2.2.175>
5. Тищенко Д. В. Вплив штучного інтелекту на поведінку споживачів в умовах цифровізації. *Advanced Technologies in Scientific Research : Collection of Scientific Papers with Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference. International Scientific Unity. Rotterdam, Netherlands. May 13–15, 2026*. C. 541–545. DOI: <https://doi.org/10.70286/ISU-13.05.2026.033>
6. Cialdini R. B. *Influence: Science and Practice*. 5th ed. Boston : Pearson, 2009. 260 p.
7. Thaler R. H., Sunstein C. R. *Nudge: Improving Decisions About Health, Wealth, and Happiness*. New Haven : Yale University Press, 2008. 293 p.
8. Hettler F. M., Schumacher J.-P., Anton E., Eybey B., Teuteberg F. Understanding the user perception of digital nudging in platform interface design. *Electronic Commerce Research*. 2025. Vol. 25. P. 2097–2134. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10660-024-09825-6>
9. Zvarych I. M., Sukova K. The impact of clip thinking on consumer behavior in digital marketing. *Advanced Technologies in Scientific Research : Collection of Scientific Papers with Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference. International Scientific Unity. Rotterdam, Netherlands. May 13–15, 2026*. P. 539–541.
10. Mathur A., Acar G., Friedman M. J., Lucherini E., Mayer J., Chetty M., Narayanan A. Dark patterns at scale: Findings from a crawl of 11K shopping websites. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*. 2019. Vol. 3. Article 81. DOI: <https://doi.org/10.1145/3359183>
11. Boerman S. C., Kruikemeier S., Zuiderveen Borgesius F. J. Online behavioral advertising: A literature review and research agenda. *Journal of Advertising*. 2017. Vol. 46, no. 3. P. 363–376. DOI: <https://doi.org/10.1080/00913367.2017.1339368>
12. Matz S. C., Kosinski M., Nave G., Stillwell D. J. Psychological targeting as an effective approach to digital mass persuasion. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2017. Vol. 114, no. 48. P. 12714–12719. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1710966114>
13. Moravec V., Hynek N., Skare M., Gavurova B., Polishchuk V. Algorithmic personalization: a study of knowledge gaps and digital media literacy. *Humanities and Social Sciences Communications*. 2025. Vol. 12. Article 341. DOI: <https://doi.org/10.1057/s41599-025-04593-6>

МУЗИКОТЕРАПІЯ ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ ЗАСІБ ПСИХОЛОГІЧНОЇ ПІДТРИМКИ УЧНІВ В УМОВАХ ВІЙНИ

Красильников Денис Євгенович

здобувач вищої освіти магістерського рівня

Кафедра психології

ХНПУ імені Г.С. Сковороди

м. Харків, Україна

Повномасштабна війна в Україні суттєво впливає на психоемоційний стан дітей та підлітків. Постійний стрес, невизначеність і переживання травматичних подій призводять до підвищення рівня тривожності та інших психологічних труднощів. Наприклад, у дослідженні О. Міненко (2024) зафіксовано зростання як ситуативної, так і особистісної тривожності серед підлітків в умовах воєнного конфлікту. Саме тому надзвичайно важливо знайти ефективні способи психологічної підтримки зростаючого покоління, які допомагають не лише зменшити вплив стресових факторів військового конфлікту, а й відновити здатність до саморегуляції та адаптації.

Одним із таких засобів є музичне мистецтво. Музика і музична творчість традиційно допомагає людині переживати емоції, висловлювати складні почуття, вивільнювати душевний біль. Саме тому вона давно привертає увагу психологів як ресурс підтримки внутрішнього стану. І. Клименко та О. Максимова (2024) в своїй роботі описують зв'язок музики з емоційною сферою особистості та підкреслюють її значення в умовах воєнних викликів. Ці особливості закладають основу для використання музики в терапії як спеціально організованого методу психологічної допомоги та корекції психоемоційних станів.

Сьогодні музикотерапія вважається одним із перспективних напрямів психологічної підтримки. Вона допомагає зменшити прояви тривожності, депресивних станів і психоемоційного напруження, а також сприяє розвитку навичок емоційної саморегуляції. Зростає кількість фахових музикотерапевтичних практик, спрямованих під конкретні потреби різних груп. Результати сучасних систематичних оглядів підтверджують її позитивний вплив на психічне благополуччя людей різного віку. Крім того, мета-аналізи свідчать, що музикотерапія може знижувати як психологічні, так і фізіологічні прояви стресу. Водночас найбільший терапевтичний ефект забезпечує не звичайне прослуховування музики, а спеціально підібрані музичні практики, які проводить фахівець з урахуванням індивідуальних потреб людини (Belski et al., 2022; de Witte et al., 2022).

Зважаючи на результати сучасних досліджень і актуальні суспільні виклики, перспективним напрямом вбачається інтеграція окремих елементів музикотерапії в освітнє середовище. Поступове впровадження таких практик у

діяльність закладів мистецької освіти, зокрема музичних шкіл, може допомогти стабілізувати психоемоційний стан дітей та підлітків і водночас сприяти збереженню їхнього ментального здоров'я. Теоретичні засади такого підходу представлені в роботах, де музикотерапія розглядається як психолого-педагогічний засіб підтримки особистості. Автори описують різні форми музикотерапевтичної роботи: активні методи (спів, гру на музичних інструментах, імпровізацію, ритмічні вправи), рецептивні методи (цілеспрямоване слухання музики) та групові форми музичної взаємодії. Такі практики створюють умови для емоційного самовираження, розвитку творчої активності та підтримки психоемоційного стану дітей і підлітків (Дудик, 2025).

Позитивний ефект підтверджують і практичні дослідження. Так, Finnerty, McWeeny та Trainor (2023) встановили, що онлайн-групова музикотерапія для студентів університету сприяла зниженню ситуативної тривожності та суб'єктивного рівня стресу після проведення терапевтичних занять. Автори також зазначають, що груповий формат може бути доступним способом підтримки психічного здоров'я студентської молоді. Подібні висновки отримали Li et al. (2026), які у систематичному огляді та мета-аналізі 18 рандомізованих контрольованих досліджень за участю 1679 студентів виявили статистично значуще зниження симптомів тривожності під впливом музикотерапії. Найкращі результати показали комбіновані програми, що поєднували активні та рецептивні музичні практики.

Отримані дані — це пряме підґрунтя для адаптації певних музикотерапевтичних підходів у нашій освіті. На мою думку, наступним кроком має стати розроблення та інтеграція практик в навчальний процес з урахуванням вікових особливостей учнів, специфіки музичних шкіл і інших закладів музичної освіти. Фахова наукова спільнота має надати такій інструмент, що допоможе сучасним дітям і підліткам в зниженні тривожності, емоційного напруження та переживань, пов'язаних із воєнними подіями, а також сприяти формуванню відчуття психологічної безпеки.

Список використаних джерел

1. Міненко, О. О. (2024). Дослідження особливостей тривожності підлітків в умовах воєнного конфлікту. Наукові записки. Серія: Психологія, (3), 47–54. <https://doi.org/10.32782/cusu-psy-2024-3-7>
2. Клименко, І., & Максимова, О. (2024). Психологічні особливості взаємозв'язку музики з емоційними станами особистості в умовах війни. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Психологія, 2(20), 63–67. [https://doi.org/10.17721/BPSY.2024.2\(20\).10](https://doi.org/10.17721/BPSY.2024.2(20).10)
3. Belski, N., Abdul-Rahman, Z., Youn, E., Balasundaram, V., & Diep, D. (2022). Review: The effectiveness of musical therapy in improving depression and anxiety symptoms among children and adolescents – A systematic review. *Child and Adolescent Mental Health*, 27(4), 369–377. <https://doi.org/10.1111/camh.12526>
4. de Witte, M., Pinho, A. da S., Stams, G. J., Moonen, X., Bos, A. E. R., & van Hooren, S. (2022). Music therapy for stress reduction: a systematic review and meta-

- analysis. Health Psychology Review, 16(1), 134–159. <https://doi.org/10.1080/17437199.2020.1846580>
5. Дудик, Р. В. (2025). Музикотерапія як чинник психолого-педагогічного впливу на емоційно-вольову сферу школярів. Педагогічна Академія: наукові записки, (16). <https://doi.org/10.5281/zenodo.15110005>
6. Finnerty, R., McWeeny, S., & Trainor, L. (2023). Online group music therapy: Proactive management of undergraduate students' stress and anxiety. *Frontiers in Psychiatry*, 14, Article 1183311. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2023.1183311>
7. Li, S., Gong, Z., Wang, R., Liu, J., Zhan, X., Lan, J., & Feng, H. (2026). The efficacy of music therapy in alleviating anxiety among college students: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 16, Article 1723316. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1723316>

САМООЦІНКА ЯК ЧИННИК ЛІДЕРСЬКОЇ ПОВЕДІНКИ СТАРШОКЛАСНИКІВ

Яновська Тамара Анатоліївна

к. психол. н., доцент

Полтавський національний педагогічний
університет імені В. Г. Короленка, Україна

У сучасних умовах розвитку суспільства особливого значення набуває проблема формування активної, відповідальної та соціально компетентної особистості. Освітній простір дедалі більше орієнтується на розвиток ініціативності, здатності до співпраці та готовності брати на себе відповідальність за прийняття рішень. У цьому контексті значна увага приділяється формуванню лідерських якостей учнівської молоді, оскільки саме вони сприяють активній участі підлітків у колективній діяльності, розвитку організаторських здібностей та ефективній взаємодії з іншими людьми. Лідерська поведінка розглядається як важливий компонент соціальної активності молоді, що формується під впливом різних психологічних чинників [3, С. 189]. Старший шкільний вік є важливим етапом становлення особистості, коли відбувається інтенсивний розвиток самосвідомості, формування життєвих цінностей та уявлень про власні можливості. У цей період посилюється прагнення до самоствердження, визнання з боку однолітків та активної участі в житті колективу. Саме в учнівському середовищі формуються перші прояви лідерської поведінки, що проявляються у здатності впливати на групу, організовувати спільну діяльність та брати на себе ініціативу. Важливим психологічним чинником, який може впливати на прояв лідерської поведінки, є самооцінка особистості. Вона визначає ставлення людини до власних можливостей, рівень упевненості у собі та готовність проявляти активність у соціальній взаємодії. Самооцінка впливає на поведінкові прояви людини, її прагнення до досягнення цілей, здатність приймати рішення та брати на себе

відповідальність. Саме тому дослідження ролі самооцінки у формуванні лідерської поведінки старшокласників є важливим для розуміння психологічних чинників розвитку лідерства в учнівському середовищі.

Самооцінка є важливим компонентом структури особистості, що відображає ставлення людини до власних якостей, можливостей і результатів діяльності. Вона формується у процесі соціальної взаємодії та поступово стає внутрішнім механізмом регуляції поведінки. Через самооцінку людина визначає рівень власних домагань, оцінює свої дії та співвідносить їх із соціальними очікуваннями. Як зазначає М. Wong, самооцінка пов'язана з уявленням людини про власну компетентність і значущість, що впливає на рівень упевненості у собі та характер соціальної поведінки [5, С. 3]. Саме тому вона визначає готовність особистості проявляти ініціативу, брати на себе відповідальність і активно взаємодіяти з іншими людьми. Особливого значення самооцінка набуває у старшому шкільному віці, коли посилюється процес самопізнання та формується більш усвідомлене ставлення до власної особистості. У цей період старшокласники прагнуть зрозуміти свої можливості, визначити власне місце в колективі та отримати соціальне визнання з боку однолітків. Водночас самооцінка залишається досить чутливою до зовнішніх оцінок і міжособистісних взаємин. Як зазначає О. Шпортун, індивідуально-психологічні особливості учнівської молоді суттєво впливають на характер соціальної активності, здатність до самореалізації та прояв лідерства у групі [3, С. 190]. Саме тому рівень самооцінки старшокласників може виступати важливим показником їхньої готовності до активної участі у житті колективу. У шкільному середовищі одним із проявів соціальної активності учнів є лідерська поведінка. Вона проявляється у здатності впливати на групу, ініціювати спільну діяльність, організовувати взаємодію та брати на себе відповідальність за прийняття рішень. Дослідження свідчать, що формування лідерських якостей у старшокласників пов'язане з розвитком таких особистісних рис, як упевненість у собі, комунікативна активність, відповідальність та здатність до організації спільної діяльності. Зокрема, Г. Лемко та Р. Філіпова підкреслюють, що розвиток лідерських якостей учнів відбувається у процесі їхньої активної участі у колективній діяльності та взаємодії з однолітками [1, С. 215]. Подібну позицію висловлює і К. Садохіна, яка зазначає, що становлення лідерських проявів у підлітковому віці залежить від умов соціального середовища та особистісної готовності учня брати на себе ініціативу у груповій діяльності [2, С. 440]. У цьому контексті самооцінка може виступати одним із психологічних чинників, що впливають на прояв лідерської поведінки старшокласників. Важливо враховувати, що самооцінка визначає не лише ставлення людини до власних можливостей, а й характер її поведінки у соціальних ситуаціях. Вона впливає на рівень домагань особистості, ступінь готовності до ризику, а також на прагнення до досягнення певного статусу у групі. Старшокласники, які мають більш упевнене уявлення про власні можливості, частіше виявляють ініціативу у спільній діяльності, не уникають відповідальних завдань та схильні брати на себе організаційні функції у колективі. Натомість невпевненість у власних силах

може обмежувати соціальну активність і стримувати прояви організаторських здібностей. Лідерська поведінка в учнівському колективі формується поступово і проявляється у різних формах соціальної взаємодії. Вона може виражатися у здатності пропонувати нові ідеї, координувати діяльність однокласників, підтримувати групову згуртованість або сприяти вирішенню спільних завдань. При цьому лідерство у шкільному середовищі не завжди пов'язане з формальними ролями, а часто виникає у процесі повсякденної взаємодії учнів. Саме тому прояви лідерства значною мірою залежать від індивідуально психологічних характеристик особистості та її готовності до активної участі у колективному житті. У психологічних дослідженнях підкреслюється, що одним із важливих чинників розвитку лідерських якостей є позитивне уявлення людини про власні можливості. D. Karagianni та A. Montgomery зазначають, що формування лідерських умінь у підлітків пов'язане з розвитком упевненості у собі та здатності активно взаємодіяти з соціальним середовищем [4, С. 1052]. Саме внутрішня впевненість дозволяє підлітку відкрито висловлювати власну позицію, брати участь у прийнятті групових рішень та впливати на думку однолітків. Водночас результати емпіричних досліджень свідчать про взаємний характер зв'язку між самооцінкою та лідерською поведінкою. Залучення підлітків до діяльності, що передбачає прояв ініціативи, відповідальності та організаційних умінь, може сприяти зміцненню їхньої впевненості у власних силах. Так, M. Wong, Y. Lau, T. Wong та A. Lee встановили, що участь підлітків у програмах розвитку лідерських навичок позитивно впливає на їхню самооцінку та відчуття власної ефективності [5, С. 5]. Це свідчить про те, що формування лідерського потенціалу старшокласників і розвиток їхньої самооцінки є взаємопов'язаними процесами, які взаємно підсилюють один одного в процесі соціальної взаємодії. Зазначений взаємозв'язок дозволяє розглядати самооцінку як важливий внутрішній ресурс особистісного розвитку старшокласників. Вона впливає на те, наскільки активно учень прагне реалізувати себе у соціальному середовищі, чи готовий брати участь у колективній діяльності та проявляти організаторські здібності. Старшокласники, які позитивно оцінюють власні можливості, частіше демонструють ініціативність, здатність до самостійного прийняття рішень і прагнення до досягнення поставлених цілей. У шкільному колективі це може проявлятися у бажанні координувати діяльність однолітків, пропонувати нові ідеї або брати участь у вирішенні спільних завдань. Водночас формування лідерської поведінки відбувається у процесі постійної взаємодії особистості з соціальним середовищем. Участь у різних видах колективної діяльності, виконання організаторських ролей та отримання позитивного досвіду взаємодії з однолітками сприяють розвитку впевненості у власних силах. Саме через практичний досвід соціальної активності старшокласники отримують можливість перевірити власні можливості, розширити межі самореалізації та зміцнити позитивне ставлення до себе.

Аналіз взаємозв'язку між самооцінкою та лідерською поведінкою старшокласників дозволяє розглядати самооцінку не лише як характеристику ставлення особистості до себе, а як важливий психологічний механізм соціальної

активності. Самооцінка визначає рівень упевненості учня у власних можливостях, його готовність брати участь у колективній діяльності та здатність впливати на групову взаємодію. У старшому шкільному віці, коли відбувається активне становлення самосвідомості та формування соціальної позиції, саме ставлення до себе значною мірою визначає, чи буде учень прагнути до прояву ініціативи, відповідальності та організаторської активності у колективі. У цьому контексті самооцінка виступає важливою внутрішньою передумовою розвитку лідерського потенціалу старшокласників. Водночас взаємозв'язок між самооцінкою та лідерською поведінкою має динамічний характер, оскільки прояви лідерства у соціальній взаємодії можуть, у свою чергу, впливати на формування більш стійкого та позитивного уявлення особистості про себе. Досвід організації спільної діяльності, прийняття рішень і взаємодії з однолітками сприяє зміцненню впевненості у власних силах та розширенню можливостей самореалізації. Це дозволяє розглядати розвиток адекватної самооцінки як важливу умову формування лідерських якостей старшокласників та створює підґрунтя для подальших досліджень психологічних чинників становлення лідерства в учнівському середовищі.

Список використаних джерел

1. Лемко Г. І., Філіпова Р. О. Виховання лідерських якостей старшокласників. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. 2020. № 5. С. 212-221.
2. Садохіна К. С. Психолого-педагогічні умови формування лідерських якостей підлітків. Проблеми сучасної психології. 2010. Вип. 9. С. 438-445.
3. Шпортун О. М. Індивідуально-психологічні чинники прояву лідерства в учнівської молоді. Актуальні проблеми психології. 2020. Т. 1. № 54. С. 187-192.
4. Karagianni D., Montgomery A. Developing leadership skills among adolescents and young adults: A review. Journal of Youth Studies. 2018. Vol. 21. №. 8. P. 1041-1064.
5. Wong M. C. S., Lau Y., Wong T. K. S., Lee A. The impact of leadership programme on self-esteem and self-efficacy among adolescents. PLOS ONE. 2012. Vol. 7. №. 12. P. 1-7.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОРСКОЙ МОДЕЛИ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА, СОТРУДНИКОВ УНИВЕРСИТЕТА В ФОРМАТЕ КЛУБА «KEY TO THE SOUL»

Каликанова Асель Мухаметкалиевна

магистр психологии

Психолог Центра психологического консультирования

ТОО «ASTANA IT UNIVERSITY»

г. Астана, Республика Казахстан

Аннотация

Статья посвящена анализу результатов внедрения авторской модели психологического сопровождения сотрудников университета, реализованной в формате психологического, женского клуба «Key to the Soul». Актуальность исследования обусловлена возрастающей распространенностью профессионального выгорания, хронического эмоционального напряжения и снижения психологического благополучия работников образовательных организаций [1]. Цель исследования заключалась в оценке эффективности программы, направленной на развитие эмоциональной устойчивости, профилактику профессионального выгорания, укрепление психологической безопасности и совершенствование корпоративной культуры. В исследовании использовались методы педагогического проектирования, наблюдения, анкетирования и качественного контент-анализа открытых ответов участниц. Полученные результаты свидетельствуют о высокой субъективной эффективности программы. Большинство участниц отметили снижение эмоционального напряжения, увеличение способов психологической саморегуляции, повышение субъективного психологического благополучия, укрепление внутриорганизационных коммуникаций и формирование атмосферы психологической безопасности. Полученные данные позволяют рассматривать разработанную модель как перспективную технологию психологического сопровождения персонала организаций высшего образования.

Ключевые слова: психологическое сопровождение, профессиональное выгорание, психологическое благополучие, психологическая безопасность, корпоративная культура, эмоциональная устойчивость, университет.

Введение

Современная система высшего образования характеризуется высокой интенсивностью профессиональной деятельности, цифровой трансформацией образовательного процесса, необходимостью постоянной адаптации к организационным изменениям и возрастающими требованиями к эффективности труда сотрудников [3]. В совокупности данные факторы выступают значимыми стрессогенными условиями, повышающими вероятность развития

профессионального выгорания, эмоционального истощения и снижения психологического благополучия работников образовательных организаций [3,4].

Исследования последних лет свидетельствуют, что психологическое благополучие персонала является одним из важнейших факторов эффективности деятельности университета, определяя качество межличностного взаимодействия, уровень организационной приверженности, вовлеченность сотрудников и устойчивость к профессиональным стрессорам. В связи с этим особую актуальность приобретает поиск корпоративных форм психологического сопровождения, ориентированных не только на коррекцию возникающих трудностей, но и на профилактику эмоционального неблагополучия [5].

Одной из перспективных технологий является организация корпоративных психологических клубов, сочетающих элементы психологического образования, групповой поддержки, развития эмоционального интеллекта и формирования навыков психологической саморегуляции. Однако в отечественной практике высшего образования подобные программы пока недостаточно описаны и редко становятся предметом научного анализа, что обуславливает актуальность настоящего исследования.

Научная новизна исследования

Научная новизна работы заключается в разработке и апробации авторской модели корпоративного психологического сопровождения сотрудниц университета «Key to the Soul», основанной на интеграции просветительского, профилактического, развивающего и командообразующего компонентов в работе психолога.

В отличие от традиционных форм психологической помощи, предложенная модель ориентирована не на решение отдельных психологических проблем сотрудников, а на системное развитие внутренних психологических ресурсов личности, формирование психологически безопасной организационной среды и укрепление корпоративной культуры посредством регулярной групповой работы.

Модель рассматривает психологический клуб как организационный инструмент профилактики профессионального выгорания и развития психологического благополучия персонала университета.

Гипотеза исследования. Предполагалось, что участие в программе психологического клуба «Key to the Soul» будет способствовать развитию эмоциональной устойчивости сотрудников, снижению субъективного эмоционального напряжения, укреплению психологической безопасности, расширению адаптационных ресурсов личности и совершенствованию социально-психологического климата университетского сообщества.

Методологической основой исследования выступили положения гуманистической психологии (К. Роджерс), позитивной психологии (М. Селигман), концепции психологического благополучия (К. Рифф), а также современные подходы организационной психологии к профилактике профессионального выгорания и развитию психологической безопасности коллектива.

В исследовании использовались следующие методы:

- анализ отечественной и зарубежной научной литературы;
- педагогическое проектирование программы;
- психологическое наблюдение;
- анонимный опрос;
- качественный контент-анализ открытых ответов;
- методы описательной статистики.

Оценка эффективности программы осуществлялась посредством анонимного анкетирования после завершения полного цикла занятий.

Авторская программа психологического клуба «Key to the Soul» представляет собой комплексную модель психологического сопровождения сотрудниц университета, объединяющую просветительско-профилактическую работу психолога университета.

Авторская программа была реализована на базе Центра психологического консультирования ТОО «Astana IT University» г. Астана, Республики Казахстан в течение 2025–2026 учебного года. Реализация авторской программы осуществлялась в формате корпоративного женского психологического клуба «Key to the Soul».

В клубе на данный момент принимают участие 35 сотрудниц университета различных структурных подразделений. Участие в программе являлось добровольным и осуществлялось с соблюдением принципов конфиденциальности, информированного согласия и психологической безопасности.

Программа включала десять взаимосвязанных тем, направленных на последовательное развитие психологических ресурсов личности.

На первом этапе происходило формирование доверительной атмосферы, развитие психологической безопасности и установление групповых норм взаимодействия.

Второй и третий модули были ориентированы на развитие эмоциональной осознанности и самопознания посредством арт-терапевтических техник и исследования структуры Я-концепции.

Следующие встречи были посвящены анализу социальных ролей, профессиональной идентичности, поиску внутренних ресурсов личности и профилактике эмоционального выгорания.

Особое внимание уделялось развитию навыков эмоциональной саморегуляции, конструктивного общения, взаимной поддержки, а также укреплению организационной идентичности сотрудниц университета.

Заключительный модуль был посвящен рефлексии, осмыслению полученного опыта и оценке произошедших личностных изменений.

В ходе реализации программы использовались методы арт-терапии, элементы коучинга, телесно-ориентированной терапии, музыкотерапии, сказкотерапии, групповой дискуссии, метафорические ассоциативные карты и психологические упражнения, направленные на развитие эмоционального интеллекта и стрессоустойчивости.

Результаты исследования

Проведенный итоговый опрос продемонстрировал высокий уровень субъективной удовлетворенности участниц реализованной программой.

Практически все респонденты положительно оценили содержание программы, организацию встреч, профессиональную компетентность ведущего и психологическую атмосферу клуба. По большинству закрытых вопросов доля положительных ответов составила более 90 %, что свидетельствует о высокой социальной и психологической значимости программы.

Полученные результаты позволяют предположить, что разработанная модель психологического сопровождения соответствует актуальным психологическим потребностям сотрудников университета.

Особую научную ценность представляют результаты анализа открытых вопросов анкеты.

Контент-анализ открытых ответов. Качественный анализ текстовых ответов позволил выделить семь устойчивых психологических категорий:

1. Психологическая безопасность.

Практически во всех развернутых комментариях отмечалось ощущение эмоциональной защищенности, доверия и возможности открытого самовыражения.

Используемые участницами формулировки («безопасное пространство», «можно быть услышанной», «мягкая атмосфера») отражают высокий уровень субъективно воспринимаемой психологической безопасности.

С позиций организационной психологии данный показатель рассматривается как одно из важнейших условий профессионального благополучия сотрудников.

2. Повышение эмоционального благополучия.

Большинство участниц отметили снижение эмоционального напряжения, восстановление внутреннего равновесия и улучшение эмоционального состояния.

Подобные изменения свидетельствуют об актуализации внутренних ресурсов личности и развитии эмоциональной устойчивости.

3. Развитие навыков психологической саморегуляции.

Участницы неоднократно подчеркивали практическую ценность изученных психологических техник.

Наиболее часто встречались следующие смысловые единицы:

- «интересные техники»;
- «полезные инструменты»;
- «можно использовать в жизни»;
- «помогает справляться со стрессом».

Полученные результаты позволяют говорить о расширении индивидуального репертуара копинг-стратегий.

4. Укрепление организационной идентичности.

В ответах регулярно отмечалась возможность познакомиться с сотрудниками различных подразделений университета.

Формирование новых профессиональных связей и развитие неформального взаимодействия способствовали укреплению корпоративной культуры университета.

5. Развитие воспринимаемой социальной поддержки.

Во многих ответах участницы подчеркивали ощущение поддержки со стороны коллег.

Формирование поддерживающего сообщества способствует снижению субъективного уровня профессионального стресса и является одним из факторов профилактики эмоционального выгорания.

6. Высокая оценка профессиональной компетентности психолога университета Каликановой А.М.

Большинство участниц отметили профессионализм, эмпатичность и высокий уровень психологической компетентности ведущего программы.

Высокий уровень доверия между ведущим и участниками является важнейшим условием эффективности групповой психологической работы.

7. Организационные потребности.

Единственным регулярно встречавшимся затруднением являлась необходимость совмещать участие в программе с профессиональной деятельностью.

Часть участниц высказала предложение включить подобные мероприятия в систему корпоративного благополучия университета и обеспечить административную поддержку посещения встреч.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что участие в программе сопровождалось позитивными изменениями на нескольких уровнях:

- на индивидуальном уровне наблюдалось повышение субъективного психологического благополучия, развитие эмоциональной устойчивости и освоение новых способов саморегуляции;

- на межличностном уровне отмечалось укрепление доверия между сотрудниками, расширение профессионального взаимодействия и формирование устойчивого поддерживающего сообщества;

- на организационном уровне реализация программы способствовала развитию корпоративной культуры, укреплению социально-психологического климата и формированию психологически безопасной образовательной среды.

Полученные результаты согласуются с современными исследованиями, демонстрирующими эффективность групповых психологических программ в профилактике профессионального выгорания и развитии психологического благополучия работников образовательных организаций.

Особенностью программы является интеграция методов психологического консультирования, психообразования, арт-терапии и организационной психологии в единую систему профилактики эмоционального благополучия сотрудников.

Предложенная модель может использоваться психологическими службами университетов в качестве элемента системы управления человеческими ресурсами, направленного на укрепление психологического здоровья персонала, снижение риска профессионального выгорания и развитие корпоративной культуры.

Выводы

1. Разработана авторская программа психологического сопровождения сотрудниц университета «Key to the Soul».
2. Реализация программы способствовала формированию психологически безопасной среды, основанной на доверии, принятии и взаимной поддержке.
3. Участницы отметили положительные изменения эмоционального состояния, повышение стрессоустойчивости и освоение практических навыков психологической саморегуляции.
4. Программа оказала положительное влияние на развитие внутрикорпоративных коммуникаций, укрепление организационной идентичности и улучшение социально-психологического климата университета.
5. Полученные результаты подтверждают целесообразность внедрения корпоративных психологических клубов как эффективного инструмента психологического сопровождения профессорско-преподавательского состава и сотрудников организаций высшего образования.

Список литературы

1. Абрамова Г.С. 2020. Практическая психология. - М.: Академический Проект,— 496 с.
2. Бойко В.В. 1996. Энергия эмоций в общении: взгляд на себя и других. - М.: Информационно-издательский дом «Филинъ», - 472 с.
3. Водопьянова Н.Е., Старченкова Е.С. 2009. Синдром выгорания: диагностика и профилактика. - 2-е изд. - СПб.: Питер,- 336 с.
4. Петровская Л. А. 1989. Компетентность в общении. Социально-психологический тренинг. - М.: Издательство Моск. университета, - 216 с.
5. Селигман, М. 2013. Путь к процветанию. Новое понимание счастья и благополучия / М. Селигман. - М. : Манн, Иванов и Фербер.

SECTION: TECHNICAL SCIENCES

IDENTIFICATION OF PLASTIC PROCESSING CONTROL OPTIONS UNDER COMPLEX LOADING CONDITIONS

**Sergey Melentyev
Valery Chigirinsky**

Rudny Industrial University, Rudny, Kazakhstan

Abstract

Based on the results of various experimental and theoretical studies, this article identifies the effect of plastic deformation of metal during rolling under the influence of a control factor associated with the unevenness of plastic deformation in the deformation zone.

Keywords: plastic deformation, deformation zone, uneven plastic deformation, control factor

Combinations of different loadings in the process of plastic deformation allow us to find sufficiently effective processing modes related to the control of plastic shaping. These approaches manifest themselves in the fact that it is possible to reduce the force load on the deformation center, or to implement processing that can improve the quality of the finished product and the productivity of the mill. In this regard, it becomes relevant to find process parameters that allow us to control and influence the deformation center in a specific way.

The combination of different effects in the deformation center can be interpolated as one main effect and another auxiliary or additional effect. The different compression along the width of the workpiece forms the geometry of the finished product, which causes uneven deformation. This changes not only the stress state, but also the flow of metal in different directions. Figure 1a shows the cross-section profile of the rolled product after compression in the rough pass with "witnesses."

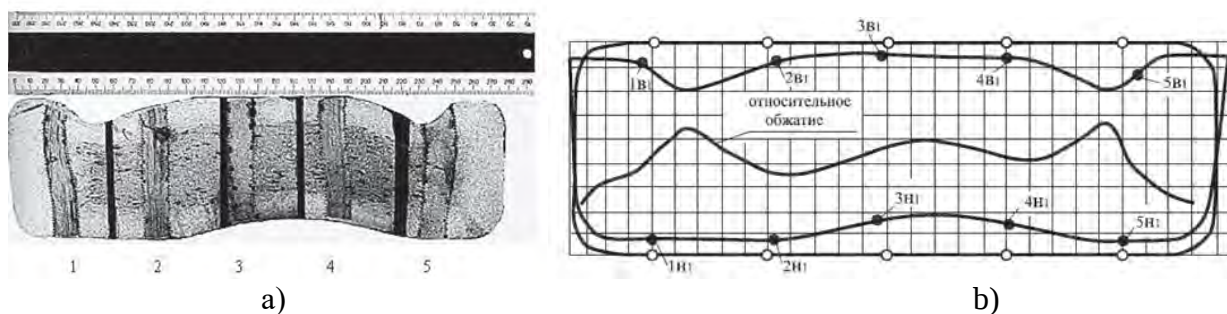


Figure 1 - Layout of "witnesses" (a) and cross-section movement of screws (b) after the 1st pass

Local plastic deformations that are not related to the drawing capabilities of the roughing gauges significantly change the flow patterns of the metal in the transverse

direction. The metal moves from areas of greater reduction to areas of less reduction. This can be clearly seen in Figure 1b, where the centers of the "witnesses" before and after rolling are shown as circles. The graph of the distribution of reduction factors across the width of the strip, presented in Figure 1b, characterizes the deformation as highly uneven.

The movements of the witness centers show the flow patterns of the plastic medium in the transverse direction. The local (additional) deformations associated with uneven reduction are the control actions that, based on the drawing capacity of the gauge, shape the plastic flows of the metal.

External backpressure and strip tension, as additional external influences on the deformation zone, have a significant impact on the contact stresses in the deformation zone in the inter-stand gap of a continuous mill, which is widely used in the regulation of the rolling process of continuous mills [1].

In [2], experimental studies of the process of asymmetric rolling of stepped samples are presented. These deformation modes are typical for the rolling of complex, asymmetric profiles. They are characterized by the tendency of the rolled strip to serpentine in the horizontal plane at the entrance and exit of the deformation zone. In this case, it becomes possible to experimentally establish a correlation between uneven deformation and additional external influences on the deformation zone. To assess the effect of these influences, it is necessary to compare them with the main influence that implements plastic deformation, such as plastic bending:

$$M_{pl} = \beta \sigma_y \cdot W_{pl}, \quad (1)$$

where σ_y – yield stress;

W_{pl} – the moment of plastic resistance.

To confirm this fact, stepped asymmetrical samples with different ratios B_1/B_0 and H_1/H_0 were rolled on mill 150. At the same time, B_1/B_0 and H_1/H_0 ranged from 0.50 to 0.93 and from 0.65 to 0.91, respectively. Roller rulers of a special design were used to measure the pressure of the strip on the rulers. Experimental studies have shown that there is a sharp increase in pressure on the ruler during the period when the front end of the strip leaves the rolls. The alignment of the curved short end of the strip occurs with high peak loads. At the moment, the pressure on the ruler at the entrance to the deformation zone occurs in an increasing pattern, and then a steady process begins. At the same time, a physical experiment has shown that during a steady process, the leveling forces at the entrance to the deformation zone are greater than at the exit from the deformation zone.

As a result of processing the experimental data (Fig. 2), dependences were obtained, from the side of the entrance and exit of the metal from the hearth, of the relative values of the moments from the rulers and the moments of plastic bending on the complex parameter δ , taking into account different deformation and geometric parameters of the process and the deformation zone:

$$\delta_{ent} = \frac{\sum 2 \cdot \frac{a_i}{1 + a_i} \cdot \ln \frac{\mu_{cp}}{\mu_i} F_{oi} y_{oi}}{W_{pl.ent}}, \quad (2)$$

$$\delta_{\text{exit}} = \frac{\sum 2 \cdot \frac{1}{1 + a_i} \cdot \ln \frac{\mu_{\text{cp}}}{\mu_i} F_{1i} Y_{1i}}{W_{\text{pl.exit}}}, \quad (3)$$

where μ_{av} – average extraction in the compression zone;
 μ_i – private extraction of the i -th element.

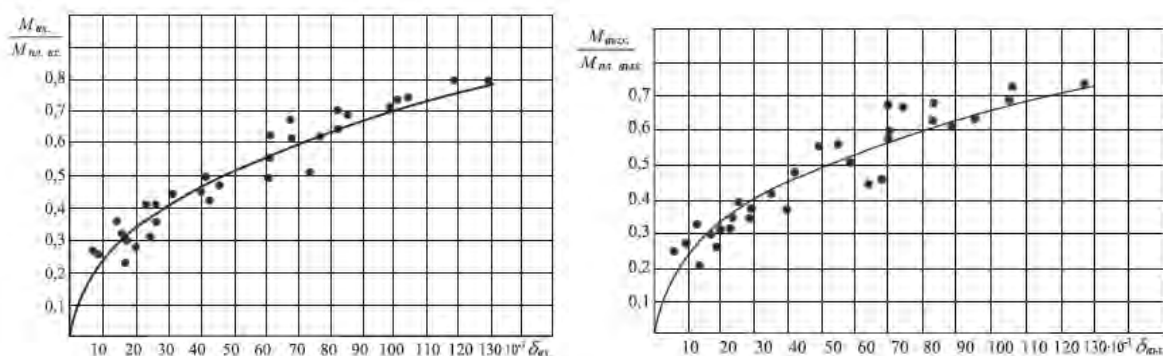


Figure 2 - Dependences of the ratio of the moments $M_{\text{exp}}/M_{\text{pl}}$ at the entrance and exit from the deformation source on the parameters δ

An analysis of the data obtained shows that the moments of forces from the side lines in relation to the moments of plastic bending in a given range of plastic interaction are always less than one. This is evidence that the additional load from the rulers on the deformation site is less than the main one, which determines the plastic deformation process. There are prerequisites for using the unevenness of deformation as a controlling factor in the shaping process.

Mathematical processing of experimental results by the least squares method for a power function, taking into account (2) and (3), allowed us to obtain expressions of the form:

- at the entrance:

$$M_{\text{ent}} = 1.938 \cdot M_{\text{pl.ent}} \cdot \left[\frac{\sum 2 \cdot \frac{a_i}{1 + a_i} \cdot \ln \frac{\mu_{\text{cp}}}{\mu_i} F_{0i} Y_{0i}}{W_{\text{pl.ent}}} \right]^{0.443}, \quad (4)$$

- at the exit:

$$M_{\text{exit}} = 1.827 \cdot M_{\text{pl.exit}} \cdot \left[\frac{\sum 2 \cdot \frac{1}{1 + a_i} \cdot \ln \frac{\mu_{\text{cp}}}{\mu_i} F_{1i} Y_{1i}}{W_{\text{pl.exit}}} \right]^{0.485}. \quad (5)$$

The closeness of the relationships of the studied parameters for the input and output, respectively, is 0.946 and 0.937. Expressions (4) and (5) make it possible to calculate the moment values for asymmetric rolling of different profiles of any size and with any number of elements. Attention should be paid to the difference in the values of the main and additional loads, which can be explained by different physical processes occurring during plastic deformation. During plastic bending, the stresses of the latter reach maximum values equal to the yield strength, which characterizes the main load. When rolling with uneven compression, longitudinal interaction forces

appear in the deformation zone, determined by additional stresses. The magnitude of the additional stresses, as can be seen from the studies carried out, is less than the yield strength [3].

An analysis of the research results presented in [4] showed that the unevenness of plastic deformation with a wavy central part of the profile turned out to be a more technologically advanced operation than with a flat surface. This is due to the positive effect of the altered stress state of the metal. Based on the results obtained in [4], thin-walled rolled profiles in the form of profiles for truck wheel rims were successfully mastered in rolling production.

Conclusion

In this paper, during the review of the results of various experimental and theoretical studies, the effect of plastic shaping under the influence of a controlling factor associated with the unevenness of plastic deformation was revealed. At the same time, according to the information given in [4], the law on additional stresses can be used in any direction, including the vertical direction from the side of the rolls of the working stand.

This research was funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant № AP23488953).

References

1. Chekmarev A.P., Grechko V.P., Getmanets V.V., Khovrin B.V. (1967). Rolling on small-grade mills. M: Metallurgiya.
2. Chigirinsky V., Volokitina I. (2024). Additional effect on the deformation zone during plastic metal flow. Engineering Solid Mechanics, 12, 113-126.
3. Gubkin S.I. (1960). Plastic deformation of metals. M: Metallurgizdat.
4. Chigirinskii V.V. (1996). Development and introduction of highly efficient sections for automobile manufacturing. Steel in translation, 26, 64-66.

МАТРИЦЯ ЛЕОПОЛЬДА ЯК ІНСТРУМЕНТ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ ПРОЕКТІВ

Олех Т.М.

к.т.н., доцент

Кафедра вищої математики та моделювання систем
Національний університет “Одеська політехніка”, Україна

Анотація. У статті досліджено матрицю Леопольда як метод комплексної оцінки екологічного впливу проектів. Розглянуто математичний апарат методу, включаючи кількісні показники магнітуди та значущості впливу, зведені індекси екологічного ризику. Проведено аналіз переваг та обмежень методу, запропоновано підходи до підвищення об'єктивності оцінки шляхом застосування вагових коефіцієнтів.

Ключові слова: матриця Леопольда, оцінка впливу на навколишнє середовище, екологічний аудит проекту, магнітуда, значущість, індекс екологічного ризику.

1. Вступ

Оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС) є обов'язковим елементом управління проектами в галузях будівництва, видобувної промисловості, енергетики та інфраструктури. Відповідно до Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» (2017), ОВНС здійснюється з метою визначення прийнятності планової діяльності для довкілля [1].

Серед інструментів ОВНС матриця Леопольда посідає особливе місце завдяки своїй наочності та системності. Метод було розроблено Луною Леопольдом та його колегами у 1971 році в рамках Геологічної служби США для оцінки впливу гірничодобувних проектів [2]. Сьогодні він застосовується в широкому спектрі проектів — від промислових об'єктів до інфраструктурних ініціатив та проектів у галузі відновлюваної енергетики.

Метою даної статті є систематизація математичного апарату матриці Леопольда та аналіз можливостей його розширення для підвищення точності й об'єктивності екологічної оцінки.

2. Структура матриці Леопольда та базовий математичний апарат

Матриця Леопольда є двовимірною таблицею, рядки якої відповідають компонентам навколишнього середовища (екологічним факторам), а стовпці — діям проекту (видам впливу). У класичному варіанті матриця містить 88 стовпців (дії проекту) та 100 рядків (компоненти середовища), що формує до 8 800 можливих взаємодій [3].

Кожна клітинка матриці, що відповідає реальній взаємодії дії проекту j з екологічним фактором i , заповнюється двома числами:

– $M(i,j)$ — магнітуда впливу (magnitude): масштаб зміни екологічного фактору;

– $S(i,j)$ — значущість впливу (significance): важливість цієї зміни для навколишнього середовища.

Обидва показники визначаються за шкалою від 1 до 10 зі знаком: позитивне значення відповідає сприятливому впливу, негативне — несприятливому [4]:

$$M(i,j) \in \{-10, \dots, -1, +1, \dots, +10\} \quad (1)$$

$$S(i,j) \in \{-10, \dots, -1, +1, \dots, +10\} \quad (2)$$

Добуток цих показників визначає зважену інтенсивність впливу для конкретної клітинки матриці:

$$W(i,j) = M(i,j) \times S(i,j) \quad (3)$$

Значення $W(i,j)$ може змінюватись від -100 (максимальний негативний вплив) до +100 (максимальний позитивний вплив).

3. Зведені показники екологічного впливу

На основі базових показників формуються зведені індекси, що дозволяють провести порівняльний аналіз як окремих дій проекту, так і окремих екологічних факторів [5].

Рядковий індекс (вплив проекту на i -й екологічний фактор у цілому):

$$RI(i) = \sum_{j=1}^n W(i,j) = \sum_{j=1}^n M(i,j) \times S(i,j) \quad (4)$$

де n — кількість дій проекту, що чинять вплив на фактор i .

Стовпцевий індекс (сукупний вплив j -ї дії проекту на всі екологічні фактори):

$$CI(j) = \sum_{i=1}^m W(i,j) = \sum_{i=1}^m M(i,j) \times S(i,j) \quad (5)$$

де m — кількість екологічних факторів, на які впливає дія j .

Загальний індекс екологічного впливу проекту (Total Environmental Impact Index):

$$TEII = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n W(i,j) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M(i,j) \times S(i,j) \quad (6)$$

Для нормування TEII відносно максимально можливого негативного впливу вводять відносний індекс екологічного ризику:

$$ERI = TEII / (m \times n \times 100) \times 100\% \quad (7)$$

де $m \times n \times 100$ — максимально можлива абсолютна величина впливу при заповненні всіх клітинок матриці з максимальним значенням [6]. Значення $ERI < 0$ свідчить про переважання негативних впливів проекту.

Таблиця 1. Фрагмент матриці Леопольда (умовний приклад)

Екологічний фактор	Будівництво	Експлуатація	Рекультивация	RI(i)
Якість атмосферного повітря	-6 / -7	-4 / -5	-2 / -3	-68
Якість ґрунтових вод	-5 / -8	-3 / -6	+2 / +4	-66
Біорізноманіття	-7 / -9	-2 / -4	+3 / +5	-86
Зайнятість населення	+5 / +6	+7 / +8	+3 / +4	+98
CI(j)	-92	-64	+26	TEII = -130

Примітка: у клітинках формат «М / S» (магнітуда / значущість)

4. Зважена модифікація матриці Леопольда

Класична матриця Леопольда не враховує різну пріоритетність екологічних факторів. Для підвищення об'єктивності оцінки пропонується зважена модифікація, в якій кожному екологічному фактору i присвоюється ваговий коефіцієнт $w(i)$, що відображає його відносну важливість [7]:

$$\sum_{i=1}^m w(i) = 1, \quad w(i) > 0 \quad (8)$$

Ваги можуть визначатися методом аналізу ієрархій (MAI) Сааті або методом попарних порівнянь. Зважений рядковий індекс:

$$WRI(i) = w(i) \times \sum_{j=1}^n M(i,j) \times S(i,j) \quad (9)$$

Зважений загальний індекс екологічного впливу:

$$WTEII = \sum_{i=1}^m w(i) \times \sum_{j=1}^n M(i,j) \times S(i,j) \quad (10)$$

Відносна узгодженість вагових коефіцієнтів, отриманих методом MAI, перевіряється через індекс узгодженості (CI) та відношення узгодженості (CR):

$$CI = (\lambda_{\max} - m) / (m - 1) \quad (11)$$

$$CR = CI / RI_m, \quad (12)$$

де $\lambda_{\max}$ — максимальне власне значення матриці попарних порівнянь, RI_m — випадковий індекс узгодженості для матриці розміром m . Прийнятним вважається $CR \leq 0,10$ [8].

5. Практичне застосування матриці Леопольда: проект будівництва малої ГЕС

Для ілюстрації методу розглянемо умовний проект будівництва малої гідроелектростанції (ГЕС) потужністю 5 МВт на гірській річці. Визначено 5 екологічних факторів ($m = 5$) та 4 основні дії проекту ($n = 4$): земляні роботи ($j=1$), будівництво греблі ($j=2$), монтаж обладнання ($j=3$), експлуатація ГЕС ($j=4$).

Експертна група (5 осіб) провела незалежне оцінювання кожної взаємодії за шкалами магнітуди та значущості. Усереднені оцінки наведено у Таблиці 2.

Таблиця 2. Матриця Леопольда для проекту малої ГЕС (М / S)

Екологічний фактор	Земляні роботи	Буд-во греблі	Монтаж обл.	Експлуатація	RI(i)
Якість поверхневих вод	-7/-8	-8/-9	-3/-4	-4/-7	-212
Стан ґрунтів та рельєф	-8/-9	-6/-8	-2/-3	-1/-2	-132
Біорізноманіття (іхтіофауна)	-5/-7	-9/-10	-2/-3	-7/-9	-215
Мікроклімат та шум	-4/-5	-3/-4	-5/-6	+2/+3	-54
Соціально-економічний стан	+3/+4	+4/+5	+5/+6	+8/+9	+134
CI(j)	-133	-194	-46	-106	-479

Примітка: у клітинках формат «М / S» (магнітуда / значущість)

Виконаємо покроковий розрахунок показників для фактору «Якість поверхневих вод» ($i=1$):

$$W(1,1) = (-7) \times (-8) = -56; \quad W(1,2) = (-8) \times (-9) = -72;$$

$$W(1,3) = (-3) \times (-4) = -12; \quad W(1,4) = (-4) \times (-7) = -28.$$

Рядковий індекс для якості поверхневих вод (формула 4):

$$RI(1) = -56 + (-72) + (-12) + (-28) = -168 \quad (13)$$

Стовпцевий індекс для будівництва греблі ($j=2$) — найбільш екологічно навантажена фаза (формула 5):

$$CI(2) = (-72) + (-48) + (-90) + (-12) + (+20) = -202 \quad (14)$$

Загальний індекс екологічного впливу проекту ТЕП (формула 6):

$$TEP = (-212) + (-132) + (-215) + (-54) + (+134) = -479 \quad (15)$$

Відносний індекс екологічного ризику ERI (формула 7) при $m = 5$, $n = 4$:

$$ERI = -479 / (5 \times 4 \times 100) \times 100\% = -479 / 2000 \times 100\% = -23,95\% \quad (16)$$

Від'ємне значення $ERI = -23,95\%$ свідчить про переважання негативних екологічних впливів проекту. За шкалою інтерпретації [9]: $|ERI| < 25\%$ — помірний рівень впливу, що вимагає розробки заходів з пом'якшення, але не є підставою для відмови від проекту.

Застосуємо тепер зважену модифікацію (формули 9–10). За результатами МАІ-оцінювання встановлено такі вагові коефіцієнти екологічних факторів ($CR = 0,07 < 0,10$ — узгодженість прийнятна):

$$w(1) = 0,35; w(2) = 0,20; w(3) = 0,30; w(4) = 0,08; w(5) = 0,07$$

$$\text{Перевірка: } 0,35 + 0,20 + 0,30 + 0,08 + 0,07 = 1,00 \checkmark$$

Зважений загальний індекс (формула 10):

$$WTEI = 0,35 \times (-212) + 0,20 \times (-132) + 0,30 \times (-215) + 0,08 \times (-54) + 0,07 \times (+134) \quad (17)$$

$$WTEI = -74,2 + (-26,4) + (-64,5) + (-4,3) + 9,4 = -160,0$$

$$\text{Нормований зважений індекс: } WERI = -160,0 / (1 \times 4 \times 100) \times 100\% = -40,0\%.$$

Це суттєво відрізняється від незваженого $ERI = -23,95\%$, оскільки найвагомніші фактори (якість вод — 0,35 та біорізноманіття — 0,30) зазнають найбільшого негативного впливу. Отже, зважена оцінка є більш репрезентативною та відповідає критерію «значного впливу», що потребує розробки комплексної програми природоохоронних заходів [9].

6. Висновки

Матриця Леопольда є ефективним та наочним інструментом для проведення ОВНС у рамках управління проектами. Її математичний апарат дозволяє кількісно оцінити як окремі взаємодії дій проекту з екологічними факторами, так і зведені індекси впливу на рівні окремих дій, факторів та проекту в цілому.

Зважена модифікація матриці з використанням методу МАІ підвищує об'єктивність оцінки шляхом диференціації важливості екологічних факторів. Загальний індекс $WTEI$ забезпечує порівнянність альтернативних варіантів реалізації проекту за екологічним критерієм та може слугувати основою для прийняття управлінських рішень щодо вибору оптимального сценарію.

Практичний приклад оцінки проекту малої ГЕС підтвердив ефективність методу: розрахунок рядкових та стовпцевих індексів дозволив виявити критичні взаємодії (будівництво греблі — біорізноманіття: $W = -90$) та обґрунтувати пріоритетні напрями природоохоронних заходів. Незважений $ERI = -23,95\%$ та зважений $WERI = -40,0\%$ дають різні управлінські висновки, що підкреслює важливість коректного визначення вагових коефіцієнтів.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на інтеграцію матриці Леопольда з методами нечіткої логіки для врахування невизначеності експертних оцінок, а також на розробку програмних засобів автоматизованого розрахунку зведених індексів у складі інформаційних систем управління проектами.

References

1. Верховна Рада України. (2017). Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» № 2059-VIII. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19>
2. Asadollahfardi, G., & Asadi, M. (2018). The comparison of a revised Leopold matrix and fuzzy methods in environmental impact assessment: A case study of the construction of Al-A'amiriya residential complex, Baghdad, Iraq. *Environmental Quality Management*, 27, 115–123. <https://doi.org/10.1002/tqem.21560>

3. Tedjio, R. C., Tcheutchoua Talla, E., & Djomo Nana, E. (2016). Complementarity of two impact assessment tools: The case of a hydroelectric power plant in one of Africa's last hardwood forests in eastern Cameroon. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 34(3), 261–266. <https://doi.org/10.1080/14615517.2016.1184503>
4. Fooladi Dehaghi, B., & Khoshfetrat, A. (2020). AHP-GP approach by considering the Leopold matrix for sustainable water reuse allocation: Najafabad case study, Iran. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 64(2), 491–503. <https://doi.org/10.3311/PPci.14689>
5. Бондаренко, О. В., & Бондаренко, М. О. (2020). Методологічні аспекти розділу «Оцінка впливу на навколишнє середовище» в складі техніко-економічного обґрунтування проєктів. *Праці Одеського політехнічного університету*, 1(60), 89–98. <https://doi.org/10.15276/opu.1.60.2020.12>
6. Developing a tool for environmental impact assessment of planned activities and transport infrastructure facilities. (2021). *Transportation Research Procedia*, 55, 1194–1201. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.07.185>
7. Jesus, M. S., Silva, M. G., Tavares, M. S., Silva, L. G. O. C., Melo, R. E., Brandão, T. M., Costa, I. M. N. B. C., & Amorim, E. O. C. (2021). Environmental impact assessment methods: A literature review. *Brazilian Journal of Development*, 7(4), 38431–38449. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n4-321>
8. Zijp, M. C., Heijungs, R., Van der Voet, E., Van de Meent, D., Hollander, A., & Postuma, L. (2015). An identification key for selecting methods for sustainability assessments. *Sustainability*, 7(3), 2490–2512. <https://doi.org/10.3390/su7032490>
9. Guerrero Pinilla, D. F. (2024). Revisión bibliométrica de las principales metodologías para la evaluación de impactos ambientales. *Universidad Santo Tomás*.

SECTION: MEDICINE

DOI 10.70286/ISU-22.07.2026.026

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ACUTE ISCHEMIC STROKE: FROM EARLY DIAGNOSIS TO CLINICAL DECISION-MAKING

Boranbayeva Akbayan Kaisarkyzy

West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University
Aktobe, Kazakhstan

Sartova Asemgul Ahylbekkyzy

West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University
Aktobe, Kazakhstan

ABSTRACT

Acute ischemic stroke remains one of the leading causes of death and long-term disability worldwide, despite substantial advances in reperfusion therapy and comprehensive stroke care. Because neuronal injury progresses rapidly after arterial occlusion, timely diagnosis, accurate imaging interpretation, and prompt therapeutic decision-making are critical determinants of clinical outcome. Recent developments in artificial intelligence, particularly machine learning and deep learning algorithms, have introduced new opportunities to improve every stage of acute ischemic stroke management. AI-assisted technologies are increasingly used for prehospital stroke recognition, automated interpretation of multimodal neuroimaging, large-vessel occlusion detection, infarct core and penumbra quantification, prediction of hemorrhagic transformation, patient selection for intravenous thrombolysis and mechanical thrombectomy, and individualized prognostic assessment. Integration of AI into clinical workflows has the potential to reduce diagnostic delays, improve interobserver consistency, optimize resource utilization, and facilitate evidence-based decision-making in emergency stroke care. Nevertheless, important challenges remain regarding algorithm transparency, external validation, data quality, regulatory approval, ethical considerations, cybersecurity, and equitable implementation across diverse healthcare systems. This review summarizes the current evidence supporting the application of artificial intelligence in acute ischemic stroke, discusses its impact on diagnosis and clinical decision-making, evaluates existing limitations, and highlights future directions toward precision cerebrovascular medicine.

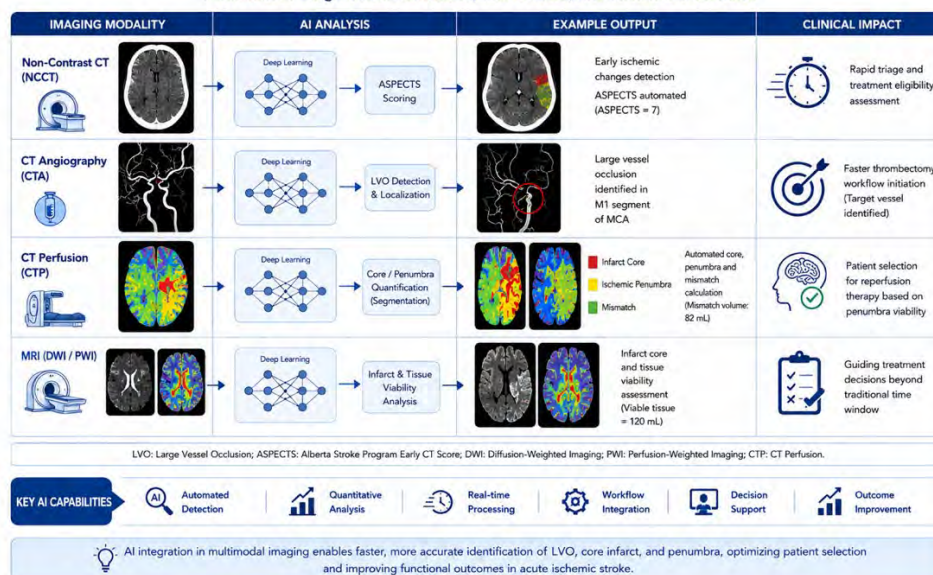
Keywords: acute ischemic stroke; artificial intelligence; machine learning; deep learning; neuroimaging; computed tomography; magnetic resonance imaging; mechanical thrombectomy; thrombolysis; clinical decision support.

INTRODUCTION

Acute ischemic stroke is a neurological emergency caused by sudden interruption of cerebral blood flow due to arterial occlusion, resulting in rapid neuronal injury and irreversible brain tissue loss. According to the Global Burden of Disease Study, stroke remains one of the leading causes of mortality and the primary cause of long-term disability worldwide, creating an enormous clinical, social, and economic burden. Improvements in intravenous thrombolysis and endovascular thrombectomy have significantly enhanced patient outcomes; however, treatment efficacy remains critically dependent on rapid diagnosis and timely therapeutic intervention [1].

The concept of “time is brain” underscores the importance of minimizing delays throughout the acute stroke pathway. It has been estimated that millions of neurons are lost each minute during untreated cerebral ischemia, emphasizing the need for efficient recognition, accurate imaging interpretation, and immediate reperfusion therapy. Consequently, modern stroke management increasingly relies on rapid clinical assessment combined with advanced neuroimaging techniques, including non-contrast computed tomography (NCCT), CT angiography (CTA), CT perfusion (CTP), magnetic resonance imaging (MRI), diffusion-weighted imaging (DWI), and perfusion imaging [2]. Despite remarkable technological progress, interpretation of acute stroke imaging remains complex and highly dependent on specialist expertise. Variability in radiological assessment, limited access to experienced stroke neurologists, increasing imaging workloads, and the need for immediate therapeutic decisions continue to present major challenges, particularly in emergency departments and resource-limited healthcare settings. These limitations have accelerated interest in artificial intelligence as a tool capable of supporting clinicians through automated image analysis, standardized interpretation, and evidence-based decision support [3].

Figure 1. AI-Based Multimodal Neuroimaging Analysis in Acute Ischemic Stroke:
Detection of Large Vessel Occlusion, Infarct Core, and Ischemic Penumbra

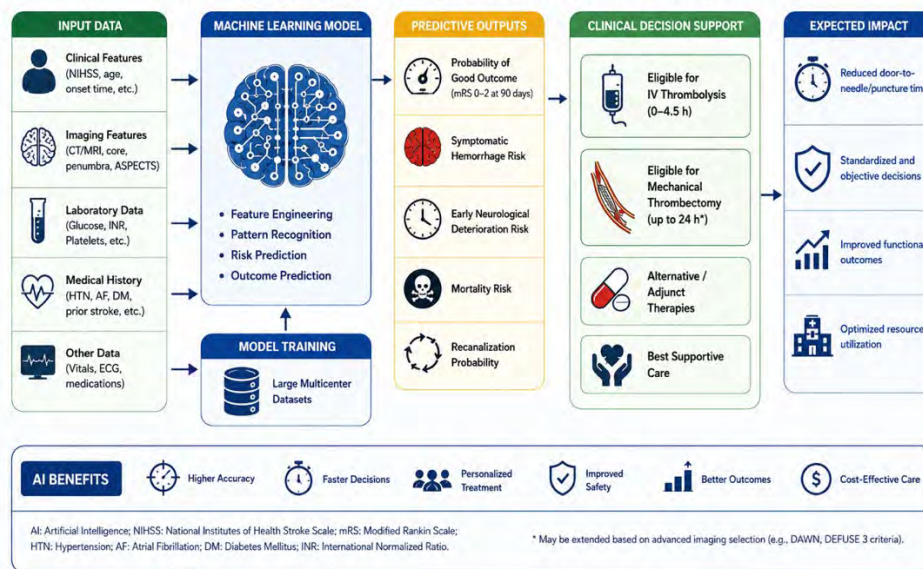


Artificial intelligence encompasses a range of computational methods that enable computers to recognize complex patterns, analyze multidimensional clinical data, and generate predictions with minimal human intervention. In acute ischemic stroke, machine learning and deep learning algorithms are now capable of detecting

intracranial large-vessel occlusion, estimating infarct core volume, identifying salvageable ischemic penumbra, predicting functional outcomes, and assisting clinicians in selecting patients most likely to benefit from reperfusion therapies. Several AI-powered software platforms have already been incorporated into routine stroke workflows in comprehensive stroke centers worldwide, demonstrating improvements in workflow efficiency and diagnostic accuracy [4].

Beyond imaging analysis, AI is increasingly integrated into prehospital stroke triage, electronic health record analysis, clinical risk prediction, rehabilitation planning, and long-term outcome assessment. The convergence of artificial intelligence, advanced neuroimaging, wearable technologies, and precision medicine has the potential to fundamentally transform acute stroke care by enabling faster diagnosis, individualized treatment strategies, and continuous patient monitoring throughout the recovery process [5,6]. This review examines current applications of artificial intelligence across the continuum of acute ischemic stroke management, with particular emphasis on early diagnosis, automated neuroimaging interpretation, clinical decision support, prognostic modeling, existing limitations, and future perspectives for AI-driven precision stroke medicine [7]

Figure 2. Machine Learning–Assisted Clinical Decision-Making for Intravenous Thrombolysis and Mechanical Thrombectomy



Rapid recognition of acute ischemic stroke is fundamental to successful reperfusion therapy because the effectiveness of intravenous thrombolysis and mechanical thrombectomy decreases with increasing time from symptom onset. Delays occurring before hospital arrival remain one of the greatest barriers to optimal stroke management worldwide. Artificial intelligence has emerged as an important tool for improving early stroke recognition by facilitating prehospital triage, enhancing diagnostic accuracy, and accelerating patient transfer to specialized stroke centers [8]. Machine learning algorithms are increasingly capable of analyzing demographic characteristics, clinical symptoms, neurological examination findings, physiological parameters, laboratory results, and prehospital electronic health records to estimate the probability of acute ischemic stroke. Unlike traditional stroke scales, AI models simultaneously evaluate numerous variables and identify complex nonlinear

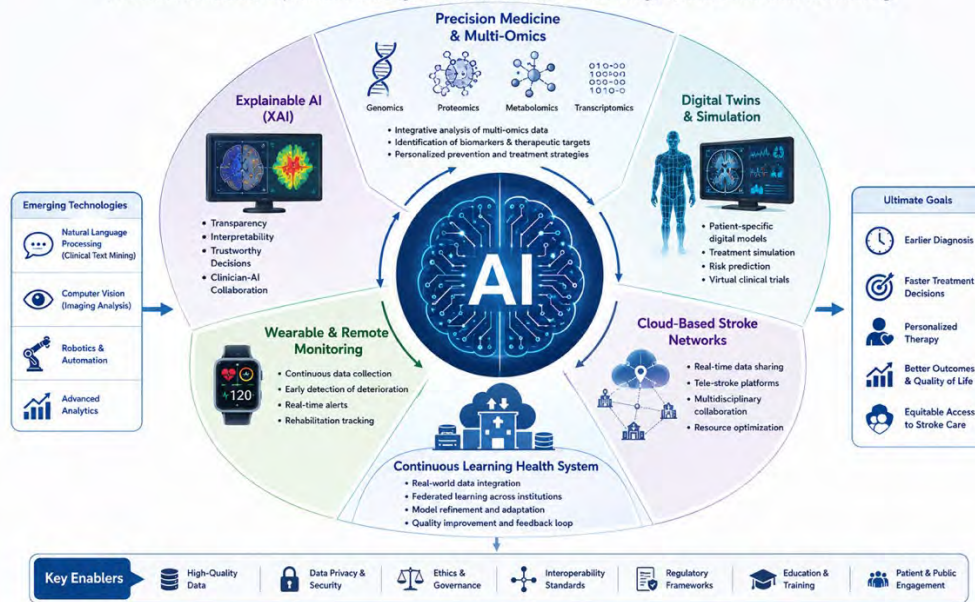
relationships that may not be apparent during routine clinical assessment. Several studies have demonstrated that AI-assisted prediction models outperform conventional clinical scoring systems in identifying patients with acute cerebrovascular events. [9] Artificial intelligence is also improving emergency medical services (EMS) by supporting real-time decision-making during prehospital evaluation. Mobile applications incorporating AI-based algorithms can assist paramedics in recognizing stroke symptoms, estimating stroke severity, predicting large-vessel occlusion (LVO), and selecting the most appropriate destination hospital. Early identification of patients eligible for mechanical thrombectomy allows direct transportation to comprehensive stroke centers, thereby reducing delays associated with interhospital transfer and improving access to advanced reperfusion therapy [10].

Recent advances in natural language processing have further expanded the role of AI in emergency neurology. NLP algorithms can rapidly analyze emergency department documentation, ambulance reports, physician notes, and electronic medical records to identify patients with suspected stroke and automatically activate institutional stroke pathways. Such automated systems reduce administrative delays and facilitate faster coordination among emergency physicians, neurologists, radiologists, and interventional teams [11]. Wearable technologies and smartphone-based monitoring systems represent another rapidly evolving area of AI-assisted stroke detection. Continuous analysis of speech patterns, facial asymmetry, upper limb movements, gait abnormalities, and physiological signals using deep learning algorithms may enable early recognition of neurological deficits outside the hospital setting. Although these technologies remain under active investigation, preliminary studies suggest considerable potential for identifying stroke symptoms at their earliest stages and reducing prehospital delays, particularly among high-risk individuals [12]. Despite these promising developments, several challenges remain before widespread implementation can be achieved. Variability in patient populations, limited external validation, inconsistent data quality, algorithm bias, and differences in healthcare infrastructure may affect model performance across diverse clinical settings. Therefore, prospective multicenter validation studies and international standardization remain essential before AI-assisted prehospital stroke recognition can become a universal component of routine emergency care. [13]. Artificial intelligence has also transformed perfusion imaging analysis. Deep learning models accurately quantify infarct core volume, ischemic penumbra, collateral circulation, and tissue viability using CT perfusion and magnetic resonance perfusion imaging. Automated perfusion analysis supports evidence-based patient selection for reperfusion therapy, particularly in individuals presenting beyond the traditional therapeutic time window. By providing rapid and standardized interpretation, AI contributes to more consistent treatment decisions across different institutions and imaging specialists [14].

Recent investigations have further demonstrated that AI algorithms can predict hemorrhagic transformation, malignant cerebral edema, infarct progression, and long-term functional recovery directly from baseline imaging studies. Integration of multimodal imaging with clinical variables and laboratory biomarkers has substantially improved prognostic accuracy, supporting individualized treatment planning and risk

stratification. As AI technologies continue to evolve, automated neuroimaging analysis is expected to become an indispensable component of comprehensive stroke care, enhancing diagnostic precision while optimizing clinical workflow and patient outcomes [15,16].

Figure 3. Future Directions of Artificial Intelligence in Stroke Care:
Precision Medicine, Explainable AI, Digital Twins, Wearable Technologies, and Continuous Monitoring



CONCLUSION

Artificial intelligence has rapidly emerged as one of the most transformative innovations in contemporary stroke medicine. From prehospital recognition and automated neuroimaging analysis to individualized treatment selection, prognostic modeling, and rehabilitation planning, AI has demonstrated considerable potential to improve every stage of acute ischemic stroke management. Current evidence indicates that AI-assisted systems enhance diagnostic accuracy, accelerate workflow efficiency, reduce treatment delays, improve patient selection for intravenous thrombolysis and mechanical thrombectomy, and support individualized clinical decision-making. Automated analysis of multimodal neuroimaging, combined with machine learning-based prediction models, allows clinicians to identify patients who are most likely to benefit from reperfusion therapy while simultaneously estimating the risk of complications and long-term neurological outcomes.

Nevertheless, important barriers remain before widespread implementation can be achieved. Algorithm transparency, external validation, data standardization, ethical governance, cybersecurity, and regulatory oversight require continued international collaboration. Large prospective multicenter studies are necessary to confirm the clinical effectiveness, safety, and cost-effectiveness of AI-assisted stroke care across diverse healthcare systems.

References

1. Feigin VL, Brainin M, Norrving B, et al. World Stroke Organization (WSO): Global Stroke Fact Sheet 2022. *Int J Stroke*. 2022;17(1):18–29. doi: 10.1177/17474930211065917

2. Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, et al. 2019 Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke. *Stroke*. 2019;50(12):e344-e418. doi: 10.1161/STR.0000000000000211
3. Goyal M, Menon BK, van Zwam WH, et al. Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials. *Lancet*. 2016;387(10029):1723-1731. doi: 10.1016/S0140-6736(16)00163-X
4. Campbell BCV, Khatri P. *Stroke*. *Lancet*. 2020;396(10244):129-142. doi: 10.1016/S0140-6736(20)31179-X
5. Albers GW, Marks MP, Kemp S, et al. Thrombectomy for Stroke at 6 to 16 Hours with Selection by Perfusion Imaging. *N Engl J Med*. 2018;378(8):708-718. doi: 10.1056/NEJMoa1713973
6. Nogueira RG, Jadhav AP, Haussen DC, et al. Thrombectomy 6 to 24 Hours after Stroke with a Mismatch between Deficit and Infarct. *N Engl J Med*. 2018;378(1):11-21. doi: 10.1056/NEJMoa1706442
7. Saver JL, Goyal M, Bonafe A, et al. Stent-Retriever Thrombectomy after Intravenous t-PA vs t-PA Alone in Stroke. *N Engl J Med*. 2015;372(24):2285-2295. doi: 10.1056/NEJMoa1415061
8. Jovin TG, Chamorro Á, Cobo E, et al. Thrombectomy within 8 Hours after Symptom Onset in Ischemic Stroke. *N Engl J Med*. 2015;372(24):2296-2306. doi: 10.1056/NEJMoa1503780
9. Heit JJ, Wintermark M. Imaging of Intracranial Large Vessel Occlusion. *Radiology*. 2022;303(1):27-42. doi: 10.1148/radiol.211500
10. Nagel S, Herweh C, Pfaff JAR, et al. e-ASPECTS Software Is Noninferior to Neuroradiologists in Applying ASPECTS to Computed Tomography Scans. *Stroke*. 2017;48(11):3134-3137. doi: 10.1161/STROKEAHA.117.017233
11. Murray NM, Unberath M, Hager GD, Hui FK. Artificial Intelligence to Diagnose Ischemic Stroke and Identify Large Vessel Occlusions. *Stroke*. 2020;51(2):687-692. doi: 10.1161/STROKEAHA.119.027376
12. Bacchi S, Oakden-Rayner L, Zerner T, et al. Deep Learning in Acute Ischemic Stroke Imaging. *Neuroradiology*. 2020;62(8):947–953. doi: 10.1007/s00234-020-02445-4
13. Jiang F, Jiang Y, Zhi H, et al. Artificial Intelligence in Healthcare: Past, Present and Future. *Stroke Vasc Neurol*. 2017;2(4):230-243. doi: 10.1136/svn-2017-000101
14. Esteva A, Robicquet A, Ramsundar B, et al. A Guide to Deep Learning in Healthcare. *Nat Med*. 2019;25(1):24-29. doi: 10.1038/s41591-018-0316-z
15. Topol EJ. High-performance Medicine: The Convergence of Human and Artificial Intelligence. *Nat Med*. 2019;25(1):44-56. doi: 10.1038/s41591-018-0300-7
16. Schellinger PD, Bryan RN, Caplan LR, et al. Evidence-Based Guideline: The Role of Diffusion and Perfusion MRI in Acute Ischemic Stroke. *Neurology*. 2010;75(2):177-185. doi: 10.1212/WNL.0b013e3181e7c9dd

Collection of Scientific Papers
with Proceedings of the 6th International Scientific and Practical Conference
«Global Trends in Science, Technology and Economy»
July 22-24, 2026
Graz, Austria

Organizing committee may not agree with the authors' point of view.
Authors are responsible for the correctness of the papers' text.

Contact details of the organizing committee:
Sole Proprietor Viktoriia Tsiundyk
E-mail: info@isu-conference.com
URL: <https://isu-conference.com/>

Certificate of the subject of the publishing business: ДК №7980 of 03.11.2023.



INTERNATIONAL SCIENTIFIC UNITY