



COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS



ISSUE
№70

4TH INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND PRACTICAL CONFERENCE

**ADVANCED
TECHNOLOGIES
IN SCIENTIFIC
RESEARCH**

MAY 13-15, 2026
ROTTERDAM, NETHERLANDS





ISU

INTERNATIONAL SCIENTIFIC UNITY

4th International Scientific and Practical Conference
**«Advanced Technologies in Scientific
Research»**

Collection of Scientific Papers

May 13-15, 2026
Rotterdam, Netherlands

UDC 001(08)

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.

ISBN 979-8-89704-977-6 (series)
DOI 10.70286/ISU-13.05.2026

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 979-8-89704-977-6



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

CONTENT

SECTION: ACCOUNTING AND TAXATION

Петрик В., Ігнатенко Т. АВТОМАТИЗАЦІЯ БУХГАЛТЕРСЬКОГО ОБЛІКУ: ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ.....	28
Насібович І., Ігнатенко Т. ВПЛИВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НА ОБЛІК І ОПОДАТКУВАННЯ В УКРАЇНІ.....	30
Біла А., Ігнатенко Т. УХИЛЕННЯ ВІД ОПОДАТКУВАННЯ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ЕКОНОМІКУ.....	33
Черняк М.О., Козеренко О.Ю., Степченко В.В. ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ОБЛІКУ ДЕБІТОРСЬКОЇ ТА КРЕДИТОРСЬКОЇ ЗАБОРГОВАНОСТІ У ВІЙСЬКОВИХ ЧАСТИНАХ: ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ТА ШЛЯХИ ВРЕГУЛЮВАННЯ.....	34
Остап'юк Н.А., Берташ А.С. ESG-ТРАНСФОРМАЦІЯ ПІДПРИЄМСТВ ЯК СКЛАДОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ.....	36
Фартушняк О. МАРЖИНАЛЬНИЙ ПІДХІД В ОБЛІКОВО-АНАЛІТИЧНІЙ СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ФІНАНСОВИМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ПІДПРИЄМСТВА.....	39

SECTION: AGRICULTURAL SCIENCES

Авдєєв С.В., Авдєєва О.Ю., Анічкіна О.В., Дризик В.Ю. АГРОФАРМАКОЛОГІЯ ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР.....	45
Бутенко А.О., Бутенко К.С., Саворська О.В. СУЧАСНІ ІННОВАЦІЇ ДЛЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ТА РАЦІОНАЛЬНОГО ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ АГРАРНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ.....	47

Третьякова С., Кононенко Л., Гервасовський А., Ніколяк О.
ЦИФРОВИЙ ФІТОСАНІТАРНИЙ КОНТРОЛЬ ЯК МЕТОД
ІНТЕГРАЦІЇ ГІС, ДРОНІВ ТА ШІ В СИСТЕМІ ЗАХИСТУ ПОСІВІВ. 50

Чернишов І.В.
ГЛИВА-НІШЕВИЙ ПРОДУКТ З ВИСОКОЮ РЕНТАБЕЛЬНІСТЮ... 54

Карпенко О.В., Терпецька А.В.
ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ РОЗВИТКУ ГУСІВНИЦТВА В УМОВАХ
СЕЛЯНСЬКИХ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ ПІВДЕННОГО
РЕГІОНУ УКРАЇНИ..... 57

Горбась С.М., Бенько В.О., Галіченко К.О.
ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ЛАВАНДИ..... 62

SECTION: ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

Pryimachenko O., Balalaiev M.
PARTICIPATORY APPROACHES TO REVITALIZATION
PROCESSES IN EUROPE..... 64

Галагура Є.
РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ
ВИКОРИСТАННЯ ФІБРОБЕТОНУ В КОЛОНАХ ІЗ ЗОВНІШНИМ
КУТИКОВИМ АРМУВАННЯМ..... 68

Тюрікова О.М., Бондар О.І., Жуков Д.С., Лозінська Я.С.
ІСТОРИКО - АРХІТЕКТУРНА СПАДЩИНА ЯК ФАКТОР
ТУРИСТИЧНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ОДЕСИ..... 70

Жарова А.М., Спориш А.В.
КОМПЛЕКСНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ
ХАРАКТЕРИСТИК ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ:
ЕНЕРГЕТИЧНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ 73

Шебек Н., Бедрін А.
СТРАТЕГІЯ ПРОСТОРОВОГО РОЗВИТКУ ПРИБЕРЕЖНИХ
ЛАНДШАФТІВ БІЛЯ С. ЗАБІР'Я КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ..... 76

SECTION: ART HISTORY AND LITERATURE

Звенігородський Л.А., Звенігородська Т.Є., Стадник А.О.
СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ГРАФІЧНОГО ДИЗАЙНУ У ПАКУВАННІ
МАКАРОННИХ ВИРОБІВ..... 83

Hrendzha N. DIDACTIC POTENTIAL OF EDIBLE ART OBJECTS IN THE DEVELOPMENT OF BRANDING STRATEGIES FOR CULTURAL EVENTS.....	88
Звенігородський Л.А., Звенігородська Т.Є., Мальцева А.В. ГЕНЕЗИС ДИЗАЙНУ ІНФОРМАЦІЙНИХ ВКАЗІВНИКІВ У МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ.....	91
Кожухар Г.Г. РОЗПОДІЛЕНЕ АВТОРСТВО ЯК МОЖЛИВА ІМАНЕНТНА ВЛАСТИВІСТЬ МУЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ.....	97
Вергунов С.В., Вергунова Н.С., Лебедева В.Р. ІСТОРИЧНІ СТИЛІ ДО XVI СТ. ЯК ДЖЕРЕЛО ПЛАСТИКИ ТА ОРНАМЕНТУ В КОЛЕКЦІЙНОМУ ДИЗАЙНІ.....	99
Бабяк Є., Стегун А. ТРАНСФОРМАЦІЯ НАРОДНОЇ ХОРЕОГРАФІЇ УКРАЇНИ ТА ЗАКАРПАТТЯ В ПЕРІОД XX СТОЛІТТЯ.....	105
Vasyliiev O., Nikolaiets M. 3D OBJECT AS AN ELEMENT OF BRAND VISUAL IDENTITY IN THE MILITARY ART STYLE.....	109
Vasyliiev O., Zabarylo D., Kolosov I. FEATURES AND KEY ASPECTS OF MODERN BOARD GAME DESIGN.....	113
Босий І.М. ПРИНЦИПИ ОПРАЦЮВАННЯ ІСТОРИЧНОЇ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ В СУЧАСНОМУ ДИЗАЙНІ МЕБЛІВ (НА ПРИКЛАДІ КИТАЙСЬКОГО МЕБЛЕВОГО МИСТЕЦТВА).....	117
SECTION: AUTOMATION AND ROBOTICS	
Кравченко О.М., Кунуп Т.В. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЗАХВОРЮВАНЬ РОСЛИН ЗА ФОТОГРАФІЯМИ ЛИСТЯ ТА ПЛОДІВ.....	121
Позднякова А. СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА ОПОВІЩЕННЯ ПОРУШЕННЯ ЖИТТЄВО ВАЖЛИВИХ ПАРАМЕТРІВ СЕРЕДОВИЩА ЗАХИСНОГО УКРИТТЯ.....	126

Kyshenko V., Kovalenko S. FUZZY CONTROLLERS IN SUGAR FACTORY AUTOMATION.....	129
--	-----

SECTION: BIOLOGY AND BIOCHEMISTRY

Mamedova R.F. A MODERN VIEW OF APOPTOSIS MECHANISMS.....	135
--	-----

SECTION: BOTANY AND FORESTRY

Gurbanov E., Aslanova S. PHYTOCENOTIC STRUCTURE AND FLORISTIC COMPOSITION OF SUBALPINE MEADOWS OF YARDIMLI DISTRICT.....	139
---	-----

SECTION: CHEMISTRY AND PHARMACEUTICALS

Akhatova A.Ye., Kim T.A. VENOM TAMERS: THE BIOMEDICAL POTENTIAL OF SCORPION VENOM AND A PROJECT MODEL FOR OBTAINING BIOLOGICAL RAW MATERIAL FOR PHARMACOLOGICAL RESEARCH.....	145
---	-----

Сирова Г.О., Чаленко Н.М., Козуб С.М. ЕФЕКТИВНІСТЬ І БЕЗПЕКА МЕФЕНАМІНОВОЇ КИСЛОТИ: СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ (ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД).....	150
---	-----

Ткач В.В., Іванушко Я.Г., Кормош Ж.О., Загребельна Д.Ю. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ПЕСТИЦИДУ ТІОФАНАТ-МЕТИЛ НА КАТОДІ, МОДИФІКОВАНОМУ КОМПОЗИТОМ VO(OH)- ПОЛІ((КЕТИДОЦИЛІНОН-ХІНОНОМ)).....	155
--	-----

Hajiyeva A., Azimova R., Alihasanova G., Albaliyeva Sh. ENVIRONMENTALLY CLEAN PRODUCTION OF ESSENTIAL OILS BASED ON GREEN CHEMISTRY PRINCIPLES.....	159
--	-----

Мельник А.Р., Листван В.В. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ СИНТЕТИЧНИХ ХАРЧОВИХ БАРВНИКІВ У ПРОДУКТАХ ХАРЧУВАННЯ.....	162
--	-----

SECTION: COMPUTER ENGINEERING

Колоцей Д.Д. ОПТИМІЗАЦІЯ ПАЙПЛАЙНУ ІНФЕРЕНСУ ДЛЯ ДЕТЕКТУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ НА ВІДЕОПОТОЦІ.....	166
--	-----

Левченко С.П. МЕТОДИКА ОЦІНКИ ТОЧНОСТІ АВТОНОМНОГО ДОНАВЕДЕННЯ FPV-ДРОНА У СЕРЕДОВИЩІ SOFTWARE-IN- THE-LOOP СИМУЛЯЦІЇ.....	168
Tushnytskyy R.B. OPTIMIZATION AND ADMINISTRATION OF DATABASES DURING TRANSITION TO IAAS AND PAAS CLOUD MODELS.....	173
Войтюк І., Крушельницька Х. СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО АНАЛІЗУ ТА ОБРОБКИ NLP ЗАПИТІВ КОРИСТУВАЧА.....	175
Chumachenko D.K. EMPIRICAL JUSTIFICATION OF PARETO-BASED IOT ARCHITECTURAL PORTFOLIO SYNTHESIS VIA COMPARISON WITH GREEDY AND RANDOM BASELINES.....	178
Сухосьян О.Б. СУЧАСНІ ЄВРОПЕЙСЬКІ ТЕНДЕНЦІЇ В КОМП'ЮТЕРНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ: АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВНИХ НАПРЯМІВ.....	182
Volkov D.V. A TOPOLOGY- AND EVIDENCE-AWARE RISK ASSESSMENT METHOD FOR MICROSERVICE THREAT VIOLATIONS.....	187
SECTION: CULTUROLOGY AND PHILOSOPHY	
Трофименко В.А., Смолянінова У.Д. СВОБОДА І ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ЛЮДИНИ В СУЧАСНОМУ СУСПІЛЬСТВІ.....	192
Криворучко Є. ЛЮДИНА МІЖ РЕАЛЬНИМ І ЦИФРОВИМ СВІТОМ: ФІЛОСОФІЯ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ.....	193
Ihnatiev V.A., Vagan A.V. СИНДРОМ МАУТЛІ: РОЛЬ СОЦІАЛІЗАЦІЇ У ФОРМУВАННІ ОСОБИСТОСТІ.....	196
Гриценко К.В. СВІДОМІСТЬ ЯК ФІЛОСОФСЬКА ПРОБЛЕМА.....	198
Бабяк Є., Товт Ф. ФОРМУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ХОРЕОГРАФІЧНОЇ ТРАДИЦІЇ УКРАЇНИ: ЕТАПИ ТА КЛЮЧОВІ ЧИННИКИ.....	201

SECTION: ECOLOGY

Litvak O., Litvak S. ECOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL ASPECTS OF THE DECARBONIZATION OF MACHINE-BUILDING ENTERPRISES THROUGH ENERGY EFFICIENCY AND RESOURCE CONSERVATION.....	204
Кубрак М.С., Ладика М.М. «ГЕОІНФОРМАЦІЙНИЙ МОНІТОРИНГ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ»..	209
Капштик І.Р., Абуладзе А.О., Олійник Т.П. ЕКОЛОГІЧНІ ТА САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНІ АСПЕКТИ ЗАБРУДНЕННЯ НАНОПЛАСТИКОМ ВОД УКРАЇНИ.....	212
Ulduz A., Mammadli L., Shahbazova F. FOREST PROTECTION.....	216
Balaxanova Q.V. EKOLOJİ STRES FAKTORLARININ MİKROMİSET GÖBƏLƏKLƏRİNİN POPULYASIYA STRUKTURLARINA TƏSİRİ...	220
Balaxanova Q.V. TORPAQ EKOSİSTEMLƏRİNDƏ NEFT ÇİRKLƏNMƏSİNİN MİKROMİSET GÖBƏLƏKLƏRİNİN STRUKTUR TƏŞKİLİNƏ TƏSİRİNİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ.....	227
SECTION: ECONOMY	
Hasanova N.R. PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF FLEXIBLE MANAGEMENT MODELS IN ENTERPRISES.....	236
Eyvazova Sh.D. PRINCIPLES OF OPERATION OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM.....	239
Князь О.В. МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД ІНТЕГРАЦІЇ ПРИНЦИПІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В ДІЯЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ У КРИЗОВИХ УМОВАХ	242
Ковальова Т.В., Негаєва Г.В. ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В УПРАВЛІНСЬКОМУ ОБЛІКУ: ІНСТРУМЕНТИ ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ВИТРАТ.....	244

Омельчак Г.В. РЕВЕРСИВНА ЛОГІСТИКА ЯК КЛЮЧОВИЙ ІНФРАСТРУКТУРНИЙ ЕЛЕМЕНТ ЕКОНОМІКИ ЗАМКНЕНОГО ЦИКЛУ.....	246
Ковальова Т.В., Шагун Є.М. ІНТЕГРАЦІЯ ESG-ЗВІТНОСТІ В СИСТЕМУ БУХГАЛТЕРСЬКОГО ОБЛІКУ ПІДПРИЄМСТВ: СУЧАСНІ ПІДХОДИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ.....	249
Гордієнко А., Шафалюк О.К. ІНТЕГРОВАНА МОДЕЛЬ МАРКЕТИНГОВОГО ПЛАНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕКОНОМІКИ.....	252
Глушков О.А. МОДЕЛЬ ЕФЕКТИВНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙ У ТВАРИННИЦТВІ.....	257
Kondratiuk D. THE AXIOMATIC SYSTEM AND THE FRACTAL PROPERTY OF THE ONION-S MODEL OF DIGITAL TRANSFORMATION.....	261
Власенко О.А. МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ ВПЛИВУ ІНВЕСТИЦІЙ У ЖИТЛОВУ НЕРУХОМІСТЬ.....	266
Гордієнко Л.П. ВПЛИВ ВНУТРІШНЬОГО АУДИТУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ АНАЛІЗУ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА.....	270
Савченко С.М., Федина А.О. КОРПОРАТИВНА КУЛЬТУРА ЯК ПРИХОВАНИЙ ФАКТОР ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРАЦІ: ВИКЛИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ.....	275
Vəhrəmov A. RƏQƏMSAL BACARIQLAR VƏ ƏMƏK BAZARINDA İNSAN KAPİTALININ ADAPTASIYA POTENSİALI.....	279
İsmayilzadə M. RƏQƏMSAL TEXNOLOGİYALARIN BEYNƏLXALQ TURİZMİN İNKİŞAFINA TƏSİRİ.....	286

SECTION: FINANCE AND BANKING

Гудима В.С., Савич Д.О., Слінчак П.І., Целюк Д.В.
НАРАХУВАННЯ ТА ВИПЛАТА НАДБАВКИ ЗА БЕЗПЕРЕРВНЕ
ПЕРЕБУВАННЯ В РАЙОНІ БОЙОВИХ ДІЙ: ПРОБЛЕМИ
ДОКУМЕНТАЛЬНОГО ПІДТВЕРДЖЕННЯ..... 291

Ясіновська І., Синьгубова О.
ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ ОБОРОТНИМИ
КОШТАМИ ПІДПРИЄМСТВА..... 294

Витвицька У.Я., Люклян С.О.
ESG-ПАРАМЕТРИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО
РОЗВИТКУ КОМПАНІЙ: СВІТОВИЙ ТА ВІТЧИЗНЯНИЙ ДОСВІД.. 297

SECTION: GEOGRAPHY AND NATURAL SCIENCE

Servetnyk Ye.V., Davydov O.V.
EVOLUTION OF SUKHA SPIT IN THE 21ST CENTURY: ANALYSIS
BASED ON SATELLITE DATA AND NDVI..... 302

Korol R., Taranova N.
APPLICATION OF GIS AND REMOTE SENSING TECHNOLOGIES
IN CLIMATE CHANGE RESEARCH IN UKRAINE..... 306

Кучинський К., Власенко Р.
ЕМПІРИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗВИТКУ ТА ДІАГНОСТИКИ
STEM/STEAM-КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ У ПІДГОТОВЦІ
МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ГЕОГРАФІЇ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ
ОСВІТИ УКРАЇНИ..... 310

Кикла Т.П., Власенко Р.П., Костюк В.С.
МЕТОДИ І ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКОЇ
ДІЯЛЬНОСТІ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ГЕОГРАФІЇ..... 313

SECTION: GEOLOGY AND GEODESY

Коваль Я.М.
ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИДІЛЕННЯ ПЛАСТІВ-КОЛЕКТОРІВ ЗА
РЕЗУЛЬТАТАМИ ГЕОФІЗИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СВЕРДЛОВИН 317

SECTION: HISTORY

Харченко Н.О., Баранова Н.В.
РАДЯНСЬКІ МЕДИЦІНСЬКІ ІНСТИТУЦІЇ ЯК ІНСТРУМЕНТ
ФОРМУВАННЯ ДИТЯЧОЇ СВІДОМОСТІ У 20-60 рр. ХХ ст.: НА..... 321

Берло Л.Д., Соколова Н.Д. РОЗСТРІЛЯНЕ ВІДРОДЖЕННЯ – ТРАГЕДІЯ УКРАЇНСЬКОГО КУЛЬТУРНОГО РЕНЕСАНСУ.....	327
SECTION: INFORMATION TECHNOLOGY & CYBERSECURITY	
Курпенко М., Boretskiy D., Lytvynenko R., Syzghanov O., Kaliakin S. APPLICATION OF MACHINE LEARNING METHODS FOR CYBER THREAT DETECTION IN INFORMATION SYSTEMS.....	330
Romaniuk O., Kleshko V. DEVELOPMENT AND RESEARCH OF AN APPROACH TO AUTOMATING VPN ACCESS MANAGEMENT USING A TELEGRAM BOT.....	332
Chyzhyk D., Bazyl O. INFORMATION SYSTEM FOR SUPPORTING THE OPERATION OF AN EQUIPMENT AND ELECTRONICS REPAIR WORKSHOP.....	334
Марків О., Висоцька В., Лозинська О. ОСОБЛИВОСТІ MVP ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ФЕЙКОВИХ ВІДГУКІВ З МАНІПУЛЯЦІЮ У ВІДКРИТИХ ВЕБ-РЕСУРСАХ.....	336
Chekhmestruk R., Syshchenko N. DEVELOPMENT OF A SOFTWARE APPLICATION FOR CLOTH SIMULATION BASED ON PHYSICAL MODELING METHODS.....	338
Ситник М.В., Олійник О.О. ПОРІВНЯННЯ SQL ТА NOSQL БАЗ ДАНИХ ДЛЯ ВЕБ-СЕРВІСІВ...	340
Musiatovskyi D.A., Chekhmestruk R.Yu. DEVELOPMENT OF SOFTWARE MODULES FOR A SYSTEM OF RECONSTRUCTING MISSING LIMBS IN A COMPLETE 3D HUMAN BODY MODEL.....	344
Сердюк Н.М., Вольгуст М.С. МУЛЬТИТЕНАНТНА АРХІТЕКТУРА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ БЕЗПЕРЕПВНИМИ ПРОЦЕСАМИ.....	346
Kyrylenko O. ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A TOOL FOR AUGMENTING HUMAN DECISION-MAKING IN SOFTWARE DEVELOPMENT.....	350
Тарасенко С.Є. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ДЕТЕКЦІЇ ОБЛИЧЧЯ З АДАПТИВНИМ ПРЕПРОЦЕСИНГОМ.....	353

Mytsko V. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ДЛЯ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОГО ПЛАНУВАННЯ ХАРЧУВАННЯ.....	356
Мельник О.В., Чорний О.В., Серeda Д.О. КРИТЕРІЇ ТА МЕТРИКИ БЕЗПЕКИ ПРИ НЕФУНКЦІОНАЛЬНОМУ ТЕСТУВАННІ СИСТЕМ ГЕНЕРАТИВНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	358
Romaniuk O., Kleshko V. DEVELOPMENT AND RESEARCH OF A BEHAVIORAL ANOMALY DETECTION APPROACH FOR VPN SECURITY ENHANCEMENT....	365
Постольний Д.О., Аксак Н.Г. ВИЯВЛЕННЯ ФЕЙКОВИХ НОВИН ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ NLP.....	367
Maiko D.R., Pohorilets V.M. SMALL LANGUAGE MODELS AND MULTI-AGENT LLM SYSTEMS AS LOCAL ORCHESTRATORS OF INTERNET OF THINGS INFORMATION SYSTEMS: ARCHITECTURE, PERFORMANCE AND SECURITY.....	370
Багасєв Д., Шейко С. АКУСТИЧНА ВЗАЄМОДІЯ МІКРОФОННИХ СИСТЕМ ЗІ ЗВУКОВИМ ПОЛЕМ У НЕПІДГОТОВЛЕНИХ ПРИМІЩЕННЯХ.....	374
Федорищева В.О., Пархоменко І.І. ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНИЙ ЕСКРОУ-СЕРВІС НА ОСНОВІ СМАРТ- КОНТРАКТІВ ЯК ЗАСІБ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ЦИФРОВИХ ТРАНЗАКЦІЙ.....	378
Танечник М.В. ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ЗАМОВЛЕННЯ КЛІНІНГОВИХ ПОСЛУГ.....	381
Pukalov B. ЄДИНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ШТУЧНИМ ІНТЕЛЕКТОМ.....	383
Тулашвілі Ю., Морозюк Б. ВЕБ-СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ AGILE-ПРОЄКТАМИ ДЛЯ ІТ-КОМАНДИ: ПРОЄКТУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ НА DJANGO....	385

Отже, використання інтелектуальних інформаційних систем для персоналізованого планування харчування є перспективним напрямом розвитку сучасних інформаційних технологій. Такі системи дозволяють автоматизувати процес контролю харчування, підвищувати мотивацію користувачів та сприяти формуванню здорових звичок. Подальший розвиток цифрових технологій та штучного інтелекту створює нові можливості для вдосконалення інформаційних систем у сфері цифрового здоров'я.

References

1. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th ed. Pearson, 2021. 1136 p.
2. Healthy diet // World Health Organization. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet> (дата звернення: 10.05.2026).
3. Usage of health and fitness apps worldwide // Statista. URL: <https://www.statista.com/> (дата звернення: 10.05.2026).
4. Health and fitness app development guidelines // Android Developers. URL: <https://developer.android.com/> (дата звернення: 10.05.2026).
5. What is Machine Learning? // IBM. URL: <https://www.ibm.com/topics/machine-learning> (дата звернення: 10.05.2026).
6. What is Artificial Intelligence (AI)? // Oracle. URL: <https://www.oracle.com/artificial-intelligence/> (дата звернення: 10.05.2026).

КРИТЕРІЇ ТА МЕТРИКИ БЕЗПЕКИ ПРИ НЕФУНКЦІОНАЛЬНОМУ ТЕСТУВАННІ СИСТЕМ ГЕНЕРАТИВНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Мельник Олександр Васильович

кандидат технічних наук, доцент

Чорний Олександр Володимирович

здобувач вищої освіти бакалаврського рівня

Середа Дмитро Олександрович

здобувач вищої освіти бакалаврського рівня

Кафедра програмного забезпечення

Вінницький національний технічний університет, Україна

Анотація

У статті розглядаються критерії та специфічні метрики безпеки для нефункціонального тестування систем на базі генеративного штучного інтелекту. Традиційні підходи до тестування не здатні адекватно оцінити ризики, оскільки очікувані результати ШІ-агентів не є статичними і охоплюють простір дійсних результатів, що постійно розширюється. У критичних доменах навіть одна неправильна рекомендація моделі може мати катастрофічні наслідки.

Проаналізовано застосування спеціалізованих метрик, таких як оцінка токсичності (Toxicity Score), змагальна стійкість (Adversarial Accuracy) та коефіцієнт впливу помилок (Error Impact Coefficient). Доведено необхідність інтеграції етичної оцінки, перевірки стійкості до оманливих запитів та оцінки відповідності правилам безпеки (Red Teaming) у процес нефункціонального тестування ШІ.

Ключові слова:

генеративний штучний інтелект, нефункціональне тестування, безпека ШІ, метрики безпеки, галюцинації, Toxicity Score, Adversarial Accuracy, Error Impact Coefficient, Retrieval-Augmented Generation, LLM-as-a-judge.

Abstract

The paper examines security criteria and specific metrics for non-functional testing of generative artificial intelligence systems. Traditional testing approaches fail to adequately assess risks because the expected results of AI agents are no longer static and span a continuously expanding space of valid outcomes. In critical domains, even a single wrong recommendation generated by a model can have catastrophic consequences. The application of specialized metrics, such as Toxicity Score, Adversarial Accuracy, and Error Impact Coefficient, is analyzed. The necessity of integrating ethical evaluation, robustness testing against misleading inputs, and solution compliance validation against security rules (Red Teaming) into the non-functional testing process of AI solutions is demonstrated.

Keywords:

generative artificial intelligence, non-functional testing, AI safety, safety metrics, hallucinations, Toxicity Score, Adversarial Accuracy, Error Impact Coefficient, Retrieval-Augmented Generation, LLM-as-a-judge.

Вступ

Стрімке впровадження генеративного штучного інтелекту та великих мовних моделей (LLM) вимагає фундаментального перегляду парадигми забезпечення якості програмного забезпечення [1]. Традиційні підходи до тестування, що базуються на статичній послідовності «передумови – дії – очікуваний результат», втрачають свою ефективність. У сучасних ШІ-системах очікувані результати більше не є статичними або повністю специфікованими, оскільки поведінка моделі охоплює простір дійсних результатів, що постійно розширюється.

Така непередбачуваність створює безпрецедентні ризики під час експлуатації. Наприклад, у критичних сферах (таких як охорона здоров'я) навіть одна неправильна рекомендація ШІ-асистента може мати фатальні наслідки. Відповідно, базової функціональної перевірки стає недостатньо. Фокус тестування неминуче зміщується у бік нефункціональних вимог: оцінки відповідності відповіді етичним нормам, валідації продуктивності та перевірки системи на відповідність правилам безпеки (зокрема через методологію Red Teaming).

Для комплексного оцінювання поведінки моделей в індустрії формуються спеціалізовані базові сімейства метрик (Core Metric Families). Окрім показників

точності, критично важливо аналізувати метрики впливу відмов (Failure impact metrics) для оцінки серйозності помилок та бізнес-ризиків, метрики стійкості та узагальнення (Robustness / Generalisation metrics) для перевірки роботи з шумом та граничними випадками, а також метрики справедливості та упередженості (Fairness / Bias metrics).

Метою даної роботи є систематизація критеріїв нефункціонального тестування генеративного ШІ та глибокий аналіз специфічних показників безпеки, таких як оцінка токсичності (Toxicity Score), змагальна стійкість (Adversarial Accuracy) та коефіцієнт впливу помилок (Error Impact Coefficient), для забезпечення надійного функціонування автономних систем.

Критерії безпеки у нефункціональному тестуванні генеративного ШІ

У системах генеративного штучного інтелекту традиційні підходи до забезпечення якості програмного забезпечення втрачають свою ефективність через відсутність детермінованого очікуваного результату. Поведінка таких систем характеризується варіативністю відповідей, що належать до простору допустимих результатів, а не до єдиного еталонного значення. У зв'язку з цим акцент у тестуванні зміщується з функціональної коректності до оцінювання нефункціональних характеристик, серед яких ключове місце займають критерії безпеки [2].

Одним із базових критеріїв є стійкість системи (Robustness), яка визначає здатність моделі зберігати коректність поведінки в умовах шуму, неповноти або навмисної модифікації вхідних даних. Особливого значення цей критерій набуває у контексті протидії зловмисним впливам, зокрема adversarial inputs, що можуть призводити до деградації якості відповідей або генерації небезпечного контенту.

Критерій безпечності контенту (Safety) спрямований на запобігання генерації токсичних, дискримінаційних або шкідливих відповідей. Оскільки генеративні моделі здатні продукувати новий контент, який не є прямою копією навчальних даних, ризик появи небажаних або неприйнятних результатів суттєво зростає, що обумовлює необхідність систематичного контролю цього аспекту.

Важливим є також критерій надійності (Reliability), який характеризує стабільність функціонування системи при повторних запитах або зміні контексту. У генеративних моделях навіть незначні варіації відповідей можуть мати критичні наслідки, тому забезпечення консистентності результатів є необхідною умовою їх безпечного використання.

Критерій справедливості (Fairness) відображає відсутність упередженості у відповідях моделі щодо різних соціальних або демографічних груп. У процесі навчання моделі можуть успадковувати наявні у даних упередження, що вимагає окремої перевірки на наявність дискримінаційних патернів та забезпечення рівного представлення інформації.

Окрему групу становлять критерії пояснюваності (Explainability) та прозорості (Transparency), які забезпечують можливість інтерпретації рішень моделі. Це є особливо важливим у регульованих галузях, де необхідна можливість аудиту прийнятих рішень та обґрунтування отриманих результатів.

Додатково враховується критерій відповідності вимогам безпеки (Compliance), що передбачає перевірку системи на відповідність встановленим правилам і стандартам, у тому числі із застосуванням методологій на кшталт Red Teaming [3]. Такий підхід дозволяє виявляти потенційні вразливості та оцінювати рівень захищеності системи в умовах реальної експлуатації.

Таким чином, критерії безпеки у нефункціональному тестуванні генеративного штучного інтелекту формують комплексну багатовимірну систему оцінювання, яка охоплює аспекти стійкості, надійності, безпечності, справедливості, пояснюваності та відповідності нормативним вимогам, що у сукупності забезпечує контроль ризиків, пов'язаних із використанням таких систем.

Метрики оцінки безпеки генеративних моделей

Оцінювання безпеки генеративних моделей потребує використання спеціалізованих метрик, які здатні кількісно відобразити не лише якість відповідей, але й потенційні ризики їх використання. На відміну від класичних метрик точності, у генеративному штучному інтелекті ключову роль відіграють показники, що характеризують небезпечні стани системи, зокрема генерацію токсичного контенту, галюцинації та некоректну поведінку під впливом зовнішніх факторів.

Метрика токсичності (Toxicity Score) визначає ймовірність того, що згенерований текст містить образливий, дискримінаційний або небезпечний зміст [4]. Вона обчислюється на основі класифікаційних моделей, які аналізують текст відповіді та оцінюють рівень його відповідності заздалегідь визначеним категоріям небезпечного контенту. Значення менше 0.1 зазвичай вважається безпечним, діапазон 0.1–0.3 свідчить про потенційний ризик, тоді як значення вище 0.5 інтерпретується як критичне і неприйнятне для використання у роботі.

Метрика змагальної стійкості (Adversarial Accuracy) використовується для оцінки здатності моделі зберігати коректність відповідей при наявності зловмисних або маніпулятивних запитів. Її обчислення базується на частці правильних або безпечних відповідей серед спеціально сформованого набору adversarial-вхідних даних. Високе значення цієї метрики свідчить про ефективну протидію атакам, тоді як її зниження вказує на вразливість системи до маніпуляцій.

Коефіцієнт впливу помилок (Error Impact Coefficient, EIC) дозволяє оцінити не лише частоту помилок, але і їх серйозність. Обчислення цієї метрики передбачає класифікацію помилок за рівнем впливу на систему або бізнес-процеси, після чого кожній помилці присвоюється ваговий коефіцієнт. Наприклад, незначна неточність може мати низьку вагу, тоді як критична дія, така як некоректна модифікація даних, отримує максимальне значення. Високе значення EIC свідчить про підвищений операційний ризик навіть при відносно невеликій кількості помилок.

Особливу увагу в оцінюванні безпеки генеративних моделей слід приділити явищу галюцинацій (Hallucination), яке полягає у генерації вигаданих або непідтверджених фактів [5]. Метрика частоти галюцинацій (Hallucination Rate) визначає частку відповідей, що містять такі помилки, шляхом порівняння з еталонними даними або контекстом. Значення менше 5% вважається високим

рівнем надійності, діапазон 5–20% є типовим для сучасних моделей, тоді як перевищення 20% відповідає режиму «creative writer mode» та вказує на неприйнятний рівень ризику для продуктивного використання.

Для більш детального аналізу галюцинацій застосовується метрика обґрунтованості (Groundedness Score), яка оцінює, наскільки твердження у відповіді підтверджуються наданим контекстом або джерелами. Вона обчислюється шляхом перевірки кожного фактичного твердження на відповідність контексту; значення, близьке до 1.0, означає повну відповідність, тоді як значення нижче 0.7 вказує на наявність непідтверджених або вигаданих даних. Додатково використовується індекс суперечності (Contradiction Index), який визначає ймовірність того, що відповідь суперечить наданим фактам; значення вище 0.3 розглядається як критичне.

У сучасних системах також застосовується комбінована оцінка галюцинацій (Combined Hallucination Score), яка інтегрує декілька показників, включаючи обґрунтованість, повноту та відсутність суперечностей. Значення менше 0.1 відповідає високій якості, діапазон 0.1–0.3 є допустимим, тоді як перевищення 0.5 свідчить про критичний рівень помилок та непридатність системи до використання.

Окрему категорію становлять метрики для систем із використанням підходу Retrieval-Augmented Generation (RAG). У таких системах важливо оцінювати не лише якість генерації, але й ефективність пошуку та використання контексту. Метрика релевантності відповіді (Answer Relevancy) визначає, наскільки згенерована відповідь відповідає поставленому запитанню, що оцінюється шляхом семантичного порівняння. Метрика достовірності (Faithfulness) відображає ступінь відповідності відповіді отриманим документам і дозволяє виявляти випадки галюцинацій, коли модель генерує інформацію поза наданим контекстом.

Метрики точності контексту (Contextual Precision) та повноти контексту (Contextual Recall) оцінюють якість етапу retrieval. Перша визначає частку релевантних документів серед усіх отриманих, тоді як друга – наскільки повно система змогла знайти всі необхідні джерела для формування відповіді. Метрика релевантності контексту (Contextual Relevancy) оцінює загальну відповідність отриманих даних запиту користувача. Низькі значення цих показників зазвичай призводять до підвищення рівня галюцинацій, оскільки модель змушена компенсувати відсутність необхідної інформації.

Таким чином, метрики оцінки безпеки генеративних моделей формують комплексну систему, яка охоплює аналіз токсичності, стійкості, впливу помилок, галюцинацій та ефективності роботи з контекстом у RAG-системах. Деталізоване використання цих показників дозволяє не лише оцінити якість моделі, але й виявити потенційні ризики її застосування в реальних умовах.

Інтеграція метрик безпеки у процес тестування генеративного ШІ

Інтеграція метрик безпеки у процес нефункціонального тестування генеративних систем передбачає побудову безперервного циклу оцінювання, що охоплює етапи планування, виконання тестів, аналізу результатів та моніторингу у продуктивному середовищі. На відміну від традиційних підходів, де тестування завершується після валідації функціональних вимог, у системах

генеративного штучного інтелекту оцінювання якості має ітеративний характер та потребує постійного оновлення метрик і контрольних даних.

На етапі планування визначаються ключові критерії безпеки та відповідні метрики, а також формуються еталонні набори даних (golden datasets), які використовуються для подальшого оцінювання. Важливим аспектом є встановлення порогових значень для кожної метрики, що дозволяє формалізувати вимоги до якості системи. Зокрема, можуть задаватися допустимі рівні токсичності (Toxicity Score), граничні значення частоти галюцинацій (Hallucination Rate) та мінімально прийнятні показники обґрунтованості відповідей (Groundedness Score).

Під час виконання тестування застосовується поєднання автоматизованих і напівавтоматизованих підходів. Одним із ключових інструментів є методологія Red Teaming, яка передбачає моделювання атак та перевірку системи на здатність протистояти зловмисним сценаріям. Паралельно здійснюється оцінювання змагальної стійкості (Adversarial Accuracy) шляхом використання спеціально підготовлених запитів, що імітують маніпулятивну поведінку користувача,

Важливу роль у сучасних процесах тестування відіграє підхід «LLM-as-a-judge», який передбачає використання мовної моделі для автоматизованої оцінки якості відповідей іншої моделі. У цьому випадку оцінювання здійснюється шляхом аналізу відповідності відповіді заданому контексту, перевірки фактів та виявлення потенційних галюцинацій [6]. Такий підхід дозволяє масштабувати процес тестування, зменшити залежність від людської експертизи та забезпечити більш швидке отримання результатів, хоча і потребує додаткової валідації для уникнення накопичення похибок.

На етапі аналізу результатів здійснюється комплексна інтерпретація отриманих метрик. Особлива увага приділяється метрикам впливу помилок (Error Impact Coefficient), які дозволяють оцінити критичність виявлених дефектів. Навіть при прийнятних значеннях загальних показників якості окремі помилки з високим рівнем впливу можуть свідчити про неприйнятний рівень ризику. Додатково аналізується стабільність результатів у межах кількох ітерацій тестування, що дозволяє оцінити надійність системи та виявити можливі відхилення у поведінці моделі.

Окремим аспектом є інтеграція метрик у процеси безперервного моніторингу (monitoring and observability). У продуктивному середовищі здійснюється постійний контроль показників, таких як рівень галюцинацій, токсичність відповідей, затримка генерації (latency) та обчислювальні витрати. Це дозволяє своєчасно виявляти деградацію якості моделі, зокрема у випадках зміни розподілу вхідних даних або накопичення помилок у пайплайнні обробки.

Таким чином, інтеграція метрик безпеки у процес тестування генеративного штучного інтелекту є комплексною задачею, що вимагає поєднання автоматизованих методів оцінювання, експертного аналізу та безперервного моніторингу. Використання підходів, таких як Red Teaming та LLM-as-a-judge, дозволяє підвищити ефективність тестування та забезпечити належний рівень безпеки систем у реальних умовах експлуатації.

Висновки

Таким чином у роботі було систематизовано основні критерії та метрики безпеки, що застосовуються у нефункціональному тестуванні систем генеративного штучного інтелекту. Показано, що традиційні підходи до оцінювання якості є недостатніми в умовах недетермінованої поведінки моделей, що зумовлює необхідність використання спеціалізованих метрик, орієнтованих на оцінку ризиків, зокрема токсичності, стійкості, галюцинацій та впливу помилок.

Проаналізовано сучасні підходи до кількісного вимірювання безпеки, включаючи метрики для RAG-систем та методи виявлення галюцинацій, а також обґрунтовано доцільність їх комплексного використання. Окрему увагу приділено інтеграції метрик у процес тестування та застосуванню підходів Red Teaming і LLM-as-a-judge для підвищення ефективності оцінювання.

Отримані результати підтверджують, що забезпечення безпеки генеративних систем потребує багаторівневого підходу, який поєднує формальні метрики, експертну оцінку та безперервний моніторинг, що дозволяє мінімізувати ризики та підвищити надійність їх використання у практичних застосуваннях.

Список використаних джерел

1. Topic: Artificial intelligence (AI) worldwide. Statista. URL: https://www.statista.com/topics/3104/artificial-intelligence-ai-worldwide/?srsltid=AfmBOor-nQ23FIXyHyhEDXKzz4xnCFOdPHXWmbF4_fY0Hf3n2AQhFm3g#topicOverview (дата звернення: 05.05.2026).
2. Holistic evaluation of language models. arXiv.org. URL: <https://arxiv.org/abs/2211.09110> (дата звернення: 05.05.2026).
3. Anderson E., Holdsworth J., Kosinski M. What is Red Teaming? | IBM. IBM. URL: <https://www.ibm.com/think/topics/red-teaming> (дата звернення: 05.05.2026).
4. Toxicity | deepeval by confident AI - the LLM evaluation framework. DeepEval by Confident AI - The LLM Evaluation Framework. URL: <https://deepeval.com/docs/metrics-toxicity> (дата звернення: 05.05.2026).
5. Large language models hallucination: a comprehensive survey. arXiv.org. URL: <https://arxiv.org/abs/2510.06265v3> (дата звернення: 05.05.2026).
6. LLM-as-a-Judge - langfuse. Langfuse. URL: <https://langfuse.com/docs/evaluation/evaluation-methods/llm-as-a-judge> (дата звернення: 05.05.2026).

Collection of Scientific Papers
with Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference
«Advanced Technologies in Scientific Research»
May 13-15, 2026,
Rotterdam, Netherlands

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.