

*Електронний журнал «Ефективна економіка» включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 975 від 11.07.2019). Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292. Ефективна економіка. 2024. № 7.*

**DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.7.71>**

**УДК 658:007**

*Н. М. Данилевич,*

*к. е. н., доцент, доцент кафедри менеджменту економічного факультету,*

*Львівський національний університет імені Івана Франка*

*ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9906-1492>*

*С. М. Коповський,*

*аспірант, Національний університет «Львівська політехніка»*

*ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-8969-2925>*

## **ВПЛИВ ВПРОВАДЖЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ТЕСТУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

*N. Danylevych,*

*PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor  
of the Department of Management, Ivan Franko National University*

*S. Kopovskyi,*

*Postgraduate student, Lviv Polytechnic National University*

## **THE IMPACT OF THE IMPLEMENTATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON SOFTWARE FUNCTIONALITY TESTING**

*У зв'язку зі зростанням інформаційних технологій та надходженням все більшого обсягу даних, підприємства постійно шукають нові можливості для оптимізації своєї діяльності та підвищення ефективності діяльності*

підприємства. Використовуючи різні методи обробки даних та аналізу ринку, конкурентів, споживачів та внутрішніх ресурсів, підприємство отримує можливість оцінити свій потенціал, зрозуміти стан ринку та розробити ефективні стратегії розвитку за допомогою штучного інтелекту. Технологія штучного інтелекту відкриває безмежні можливості перед підприємствами для відслідковування та аналізу даних, що дозволяє їм використовувати ці знання для досягнення маркетингових цілей та інших. Швидке реагування на зміни в попиті на товари та послуги дозволяє підприємствам не тільки адаптуватися до нових умов, але й стати гнучкими в конкурентному середовищі. Ця інноваційна технологія надає підприємствам можливість боротьби на рівних умовах з великими гравцями на ринку.

*Due to the growth of information technology and the increasing volume of data, businesses are constantly looking for new opportunities to optimize their operations and increase their competitiveness. Using various methods of data processing and analysis of the market, competitors, customers, and internal resources, an enterprise is able to assess its potential, understand the market situation, and develop effective development strategies using artificial intelligence. Artificial intelligence technology opens up endless opportunities for businesses to track and analyze data, allowing them to use this knowledge to achieve marketing goals and more. Quick response to changes in demand for goods and services allows businesses to not only adapt to new conditions but also become flexible in a competitive environment. This innovative technology provides businesses with the opportunity to compete on equal terms with major market player.*

*One of the most significant impacts of AI on software functionality testing is the enhancement of efficiency and accuracy. Traditional testing methods often involve extensive manual effort, where testers create and execute test cases, analyze results, and identify defects. This process is not only time-consuming but also prone to human error.*

*AI-driven testing tools, such as machine learning algorithms and neural networks, can automate many of these tasks. They can generate test cases, execute them, and analyze the results with minimal human intervention. For instance, AI can quickly identify patterns in code and user behavior, predicting potential failure points and generating relevant test scenarios. This automation reduces the time required for testing, allowing developers to focus on other critical tasks.*

*Moreover, AI's ability to learn and adapt over time enhances the accuracy of testing. Machine learning models can be trained on historical test data, enabling them to identify defects that may not be evident to human testers. This predictive capability ensures that even subtle bugs are detected early in the development cycle, reducing the risk of costly post-release fixes.*

***Ключові слова:*** *штучний інтелект, ефективність, стратегія, зміни, гнучкість.*

***Key words:*** *artificial intelligence, efficiency, strategy, change, flexibility.*

***Постановка проблеми.*** Останні події в Україні створили складні виклики для забезпечення економічної безпеки на різних рівнях. Щоб стримати поширення COVID-19 та зменшити його смертельні наслідки, уряд застосував жорсткі обмеження, що суттєво вплинули на економічні процеси і ускладнили функціонування більшості підприємств. Активізація військових дій на початку 2022 року, яка переросла в повномасштабну війну по всій країні, призвела до економічних та соціальних наслідків і знову наростила напруженість у діяльності українських товаровиробників.

Сьогодні проблема забезпечення безпеки кожного суб'єкта господарювання для виживання в таких умовах стоїть надзвичайно гостро, особливо щодо збереження первинної ланки економіки як основи подальшого відновлення. Це означає, що важливою пріоритетною метою є створення умов для функціонування підприємств та збереження їх виробничих можливостей в умовах економічних труднощів та конфлікту. У зв'язку зі зростанням інформаційних технологій та надходженням все більшого обсягу даних,

підприємства постійно шукають нові можливості для оптимізації своєї діяльності та підвищення конкурентоспроможності. Використовуючи різні методи обробки даних та аналізу ринку, конкурентів, споживачів та внутрішніх ресурсів, підприємство отримує можливість оцінити свій потенціал, зрозуміти стан ринку та розробити ефективні стратегії розвитку за допомогою штучного інтелекту.

Технологія штучного інтелекту відкриває безмежні можливості перед підприємствами для відслідковування та аналізу даних, що дозволяє їм використовувати ці знання для досягнення маркетингових цілей та інших. Швидке реагування на зміни в попиті на товари та послуги дозволяє підприємствам не тільки адаптуватися до нових умов, але й стати гнучкими в конкурентному середовищі. Ця інноваційна технологія надає підприємствам можливість боротьби на рівних умовах з великими гравцями на ринку.

Значний вплив системи штучного інтелекту на компанії створює перед ними ряд конкурентних переваг, таких як зниження витрат завдяки автоматизації багатьох процесів, підвищення продуктивності за рахунок оптимізації робочих процесів та можливість прийняття кращих управлінських рішень через аналіз великого обсягу даних. Оптимізація процесів продажів та операцій за допомогою штучного інтелекту допомагає підприємствам досягти кращих результатів і залишатися конкурентоспроможними на ринку.

*Аналіз останніх досліджень та публікацій.* Одним з найважливіших сучасних понять в управлінні є адаптація до змін, аспектом якого є впровадження застосування використання штучного інтелекту в систему тестування функціоналу програмного забезпечення. Проблематика управління значно спрощується завдяки ефективних сучасних методів тестування програмного забезпечення. Теоретичні основи впливу впровадження штучного інтелекту в тестування функціоналу програмного забезпечення на процес управління в організації відображені в роботах зарубіжних науковців, зокрема таких як Тецуя Ямото[11], Ян Захур [12], Ніл Шарма [8] та інші. У своїх публікаціях науковці висвітлили проблематику та теоретичні засади сучасного

тлумачення поняття «тестування функціоналу програмного забезпечення за допомогою штучного інтелекту» та розробленні практичних рекомендацій щодо оцінювання рівня впливу цієї інноваційної складової менеджменту для формування чіткого інформаційного базису прийняття й провадження управлінських рішень. Водночас з цим, в недостатній мірі залишається дослідженою проблематика процесу впровадження, а також викликів та обмежень, що пов'язані з використанням штучного інтелекту у розрізі тестування функціоналу програмного забезпечення на підприємстві.

*Метою* статті є встановлення моделювання впливу впровадження штучного інтелекту в тестування функціоналу програмного забезпечення на процес управління в організації, створення комплексного огляду можливостей, переваг та викликів впровадження ШІ у процес тестування.

#### ***Виклад основного матеріалу дослідження.***

Тестування програмного забезпечення (ПЗ) є невід'ємною та критично важливою частиною процесу розробки ПЗ. Воно забезпечує перевірку відповідності функціональних можливостей ПЗ встановленим вимогам, виявлення дефектів та помилок, а також гарантує належну якість і надійність кінцевого продукту. Однак, процес тестування часто є трудомістким, монотонним та схильним до помилок, особливо коли йдеться про великі та складні програмні системи.

У цьому контексті застосування технологій штучного інтелекту (ШІ) може стати справжнім проривом, забезпечуючи автоматизацію та оптимізацію процесу тестування ПЗ. ШІ здатний навчатися на великих обсягах даних, виявляти складні закономірності та приймати інтелектуальні рішення, що робить його ідеальним інструментом для підвищення ефективності та якості тестування.

Світові економічні еліти, як правило, мають сприятливі умови для розвитку підприємництва та інноваційних стартапів, що часто вперджають застосування технологій штучного інтелекту. Це може стимулювати ефективний цикл інновацій, в якому передові компанії залучають

висококваліфікованих спеціалістів та інвестиції, що спонукає інші фірми долучатися до цього процесу. У кінцевому підсумку, рівень інноваційності у країні може суттєво впливати на те, наскільки компанії можуть ефективно використовувати технології штучного інтелекту. Однак існують фактори, які можуть нейтралізувати ці переваги, такі як недостатність якісних даних та обмеженість доступу до висококваліфікованих кадрів.

Компанії, які інвестують у дослідження та розробки в галузі штучного інтелекту та успішно використовують їх, можуть стати лідерами свого сектору та сприяти інноваціям у інших галузях. Впровадження передових технологій може призвести до підвищення продуктивності та якості продукції, що в свою чергу сприяє економічному зростанню та інноваціям в інших галузях. Таким чином, інновації та розвиток технологій штучного інтелекту є взаємопов'язаними факторами, де інновації можуть сприяти його розвитку, а також навпаки.

Для кращого розуміння зв'язку між інноваціями та розвитком штучного інтелекту важливо враховувати деякі ключові фактори, які впливають на цей процес. Наприклад, підприємства повинні мати доступ до достатнього фінансування, інфраструктури та підтримуючих послуг, а також культуру інновацій та співпраці. Крім того, наявність високоякісних даних є ключовим фактором для розробки технологій штучного інтелекту, оскільки компанії потребують даних для навчання своїх алгоритмів машинного навчання та для вдосконалення можливостей обробки даних.

Використання штучного інтелекту для аналізу причинно-наслідкового зв'язку між різними аспектами соціального та економічного життя поки не отримало достатньої уваги. З появою нових інструментів аналізу великих обсягів даних, зокрема штучного інтелекту, з'являється необхідність переходу від використання простих методів кореляційно-регресійного аналізу до складніших нейронних мереж. Використання цих альтернативних підходів дозволяє підходити до аналізу та прогнозування завдань якісно новим чином, отримуючи конкурентоспроможні результати та знижуючи рівень

невизначеності у процесі управління та прийняття управлінських рішень. Більшість дослідників погоджуються з тим, що нейромережі мають переваги перед традиційними методами аналізу даних, але ефективність використання може змінюватися в залежності від конкретного випадку. Результати порівняння можливостей статистичних методів та нейронних мереж показують, що перші є простішими для використання, але другі забезпечують більш широкі можливості в автоматизації та прискоренні аналізу даних. Тим не менш, використання статистичних методів може бути менш витратним за часом та фінансами. Отже, сумарний позитивний ефект від застосування економетричних методів та моделей може бути вищим порівняно з нейронними мережами для вирішення різних завдань.

Приклади використання штучного інтелекту в сфері управління широкі і різноманітні. Це може включати в себе автоматизацію процесів управління персоналом, прогнозування попиту на товари та послуги, управління ланцюгами постачання, аналіз даних для прийняття управлінських рішень, підтримку клієнтів і багато іншого.

Розвиток передових технологій штучного інтелекту відкриває безліч можливостей для їх використання на різних рівнях управління людською діяльністю. З одного боку, це сприятиме вирішенню актуальних економічних, соціальних та інших проблем у контексті цифрової трансформації економіки. З іншого боку, цей процес супроводжується значною кількістю невизначеності, дискусій та неоднозначних питань, які потребують вирішення вже сьогодні.

У великих і найбільш просунутих середніх підприємствах вже застосовують різноманітні системи автоматизації для обробки та аналізу даних, що ґрунтуються на інтелектуальних технологіях та системах штучного інтелекту. Ці системи спрямовані на підтримку управлінського процесу прийняття рішень та допомагають підприємствам покращити ефективність їхньої діяльності.

Підвищення якості продукції є ключовим фактором для успіху підприємств у сучасних умовах ринкової економіки. Якість виробів визначає

їхню конкурентоспроможність, ефективність виробництва та імідж підприємства в цілому.

Високоякісна продукція має кілька переваг. По-перше, вона краще задовольняє суспільно-соціальні потреби індивідів та організацій, що сприяє задоволенню клієнтів та збільшенню їхньої лояльності. По-друге, конкурентоспроможна продукція забезпечує фінансову стабільність підприємства, оскільки вона привертає більше клієнтів і генерує більше прибутку. Це, в свою чергу, сприяє збільшенню капіталу та розвитку компанії. Нарешті, якість продукції впливає на імідж підприємства в очах споживачів і партнерів, що може мати значний вплив на його репутацію та сприйняття на ринку.

Співвідношення між якістю продукції та конкурентоспроможністю підприємства підкреслює необхідність системного підходу до виробництва. Це означає, що компанія повинна не лише вдосконалювати процеси виробництва, але й приділяти належну увагу контролю якості на кожному етапі виробництва. Також важливо забезпечити постійне вдосконалення технологій та використання новітніх методів виробництва.

Отже, підвищення якості продукції є стратегічним завданням для підприємств у сучасних умовах конкуренції на ринку. Це дозволяє забезпечити стійкий розвиток бізнесу, задоволення потреб клієнтів і збереження конкурентоспроможності компанії в довгостроковій перспективі.

Дослідження показали, що впровадження штучного інтелекту пов'язане з декількома проблемами, включаючи високі витрати та нестачу технічних знань і навичок, необхідних для ефективного впровадження. Також існує проблема прийняття штучного інтелекту: не всі вважають його ефективним інструментом, що полегшує роботу і надає допомогу. Багато людей висловлюють побоювання, що вони не зможуть конкурувати зі штучним інтелектом у своїй професії і залишаться без роботи. Проте впровадження новітніх технологій має безліч переваг. Штучний інтелект може оптимізувати бухгалтерський облік та його інформаційні системи через автоматизацію

багатьох ручних і повторюваних завдань, що звільняє час для стратегічного планування, управління ризиками та прийняття рішень. Алгоритми штучного інтелекту можуть швидко та точно аналізувати фінансові дані, виявляючи шахрайство та невідповідності у режимі реального часу.

Одним з ключових напрямків застосування ШІ у тестуванні ПЗ є автоматична генерація тестових випадків. Традиційно тестові випадки створюються вручну тестувальниками, що є трудомістким процесом, особливо для великих та складних систем. Технології ШІ, такі як машинне навчання, глибоке навчання та еволюційні алгоритми, можуть використовуватися для генерації тестових випадків на основі аналізу вихідного коду ПЗ, специфікацій вимог, попередніх тестових даних та інших релевантних джерел інформації.

Наприклад, моделі машинного навчання можуть бути навчені на існуючих тестових випадках та використовуватися для генерації нових, подібних випадків. Глибокі нейронні мережі здатні виявляти складні закономірності у даних та генерувати тестові випадки, що охоплюють різноманітні сценарії використання ПЗ. Еволюційні алгоритми можуть імітувати процес природного відбору для створення оптимальних тестових випадків, що максимізують покриття коду та виявлення дефектів.

Після генерації тестових випадків їх потрібно виконати та проаналізувати результати. ШІ може допомогти автоматизувати цей процес, забезпечуючи паралельне та розподілене виконання тестів, а також інтелектуальний аналіз результатів тестування.

Експертні системи, засновані на правилах, можуть використовуватися для автоматичного аналізу результатів тестування та виявлення дефектів і помилок у ПЗ. Нейронні мережі здатні навчатися на історичних даних про дефекти та їх проявах, що дозволяє їм ефективно класифікувати та пріоритезувати виявлені проблеми.

Крім того, ШІ-системи можуть забезпечувати візуалізацію результатів тестування, генеруючи зрозумілі та інформативні звіти для різних зацікавлених сторін, таких як розробники, менеджери проектів та замовники.

У великих проектах кількість тестових випадків може бути величезною, що ускладнює їх ефективне виконання в обмежені часові рамки. Технології ШІ можуть використовуватися для пріоритезації тестових випадків на основі різних критеріїв, таких як ризики, критичність функціональності, історія дефектів тощо.

Наприклад, моделі машинного навчання можуть бути навчені на історичних даних про дефекти та ризики для прогнозування ймовірності виникнення проблем у різних частинах ПЗ. Ця інформація може використовуватися для пріоритезації тестових випадків, що охоплюють найбільш ризиковані області.

Крім того, експертні системи можуть бути налаштовані на основі правил, що враховують критичність функціональності, вимоги замовника та інші фактори для ранжування тестових випадків за їх пріоритетністю.

Одна з ключових переваг застосування ШІ у тестуванні ПЗ полягає у здатності систем до самонавчання та адаптації на основі зібраних даних та досвіду. Це дозволяє їм постійно вдосконалюватися, покращуючи ефективність та якість тестування з часом.

Наприклад, моделі машинного навчання можуть бути періодично перенавчені на нових тестових даних та результатах тестування, що дозволяє їм адаптуватися до змін у ПЗ та вимогах до тестування. Нейронні мережі також здатні до самонавчання, коригуючи свої внутрішні параметри на основі нових даних про дефекти та їх прояви.

Крім того, експертні системи можуть бути оновлені шляхом додавання нових правил або модифікації існуючих на основі зворотного зв'язку від тестувальників та розробників. Це забезпечує їх постійну актуальність та здатність ефективно реагувати на зміни у середовищі тестування.

Для ефективного впровадження ШІ у процес тестування ПЗ необхідно забезпечити інтеграцію ШІ-систем з існуючими інструментами та процесами, такими як системи управління тестуванням, системи відстеження дефектів, середовища безперервної інтеграції та доставки (CI/CD) тощо. Це дозволить

безперебійно інтегрувати ІІ-підсистеми у загальний робочий процес, забезпечуючи їх взаємодію та обмін даними з іншими компонентами.

Підходи до інтеграції можуть включати використання відкритих АРІ, створення спеціальних плагінів або розробку власних інтерфейсів взаємодії. Важливо забезпечити гнучкість та масштабованість інтеграційних рішень для підтримки майбутніх змін та розширень.

Під час роботи з ІІ-системами для тестування ПЗ важливо забезпечити безпеку та конфіденційність використовуваних даних, особливо якщо вони містять конфіденційну інформацію або інтелектуальну власність. Необхідно вжити відповідних заходів для захисту даних від несанкціонованого доступу, витоку або пошкодження.

Методи захисту інформації можуть включати шифрування даних, контроль доступу, анонімізацію конфіденційних даних, а також фізичний та мережевий захист систем, що зберігають та обробляють дані. Важливо також забезпечити відповідність вимогам безпеки та конфіденційності, встановленим галузевими стандартами та регуляторними органами.

Успішне впровадження ІІ у процес тестування ПЗ вимагає відповідних навичок та компетенцій від команди тестувальників та розробників. Тому важливо забезпечити їх належне навчання та залучення до процесу впровадження та використання ІІ-систем.

Навчання може охоплювати основи ІІ, машинного навчання, обробки даних, а також специфічні інструменти та технології, що використовуються у проекті. Важливо також навчити команду ефективно інтерпретувати та використовувати результати, отримані від ІІ-систем.

Залучення команди до процесу впровадження ІІ-систем допоможе забезпечити їх прийняття та ефективне використання. Це може включати регулярні наради, обговорення, збір зворотного зв'язку та врахування побажань та пропозицій команди.

Після впровадження ІІ-систем для тестування ПЗ важливо постійно оцінювати їх ефективність та вдосконалювати їх на основі отриманих

результатів та зворотного зв'язку. Для оцінки ефективності можуть використовуватися різні метрики та показники, такі як покриття коду, виявлення дефектів, продуктивність, витрати ресурсів тощо.

Збір та аналіз даних про ефективність допоможе виявити можливості для вдосконалення, наприклад, шляхом коригування параметрів моделей ШІ, оновлення правил експертних систем або вдосконалення процесів збору та підготовки даних.

Крім того, важливо регулярно переглядати та оновлювати ШІ-системи відповідно до змін у вимогах до тестування, технологіях ШІ та загального середовища розробки ПЗ. Це забезпечить їх актуальність та ефективність у довгостроковій перспективі.

Для ілюстрації можливостей та переваг застосування ШІ у тестуванні ПЗ розглянемо кілька практичних кейсів та прикладів успішного впровадження цього підходу в різних галузях та для різних типів програмних систем.

- Кейс 1: Автоматична генерація тестових випадків для веб-додатку.

У цьому проекті команда розробників використовувала технології машинного навчання та глибокого навчання для автоматичної генерації тестових випадків для великого веб-додатку. Моделі ШІ були навчені на існуючих тестових даних, специфікаціях вимог та журналах використання додатку. Результатом стало значне збільшення кількості тестових випадків, покращення покриття коду та виявлення низки критичних дефектів, які могли бути пропущені при використанні традиційних методів тестування.

- Кейс 2: Інтелектуальний аналіз результатів тестування вбудованого ПЗ

У цьому випадку команда розробників вбудованого ПЗ для промислових систем управління використовувала експертну систему, засновану на правилах, для автоматичного аналізу результатів тестування. Експертна система була налаштована на основі знань та досвіду досвідчених тестувальників та інженерів з забезпечення якості. Це дозволило значно прискорити процес

аналізу результатів тестування, а також забезпечити послідовність та точність виявлення дефектів.

- Кейс 3: Пріоритезація тестових випадків для фінансового ПЗ

У цьому проекті команда розробників фінансового ПЗ використовувала моделі машинного навчання для пріоритезації тестових випадків на основі ризиків та критичності функціональності. Моделі були навчені на історичних даних про дефекти, ризики та вимоги замовника. Це дозволило ефективно розподілити обмежені ресурси на виконання найбільш пріоритетних тестових випадків, забезпечуючи максимальне покриття критичних областей ПЗ.

Ці практичні приклади демонструють різноманітні сфери застосування ШІ у тестуванні ПЗ, а також підкреслюють його потенціал для підвищення ефективності, якості та продуктивності процесу тестування. Однак, важливо пам'ятати, що успішне впровадження ШІ-систем для тестування ПЗ вимагає ретельного планування, належної підготовки даних, навчання та залучення команди.

Незважаючи на ці виклики та обмеження, застосування технологій штучного інтелекту у тестуванні програмного забезпечення на підприємствах залишається перспективним напрямком, який може принести значні переваги у підвищенні ефективності, якості та продуктивності процесу тестування. Ретельне планування, належна підготовка даних, вибір відповідних інструментів та підходів, а також постійне навчання та вдосконалення є ключовими факторами успіху у впровадженні ШІ-систем для тестування ПЗ. Крім того, передбачено певні аспекти, щодо впровадження ШІ у тестуванні програмного забезпечення на підприємствах:

1. Перспективи подальших досліджень. Галузь застосування штучного інтелекту у тестуванні програмного забезпечення швидко розвивається, відкриваючи нові можливості та перспективи для подальших досліджень та інновацій.

**Таблиця 1. Обмеження та виклики, що виникають у процесі застосування технологій ШІ у тестуванні програмного забезпечення**

№	Виклики, пов'язані з застосуванням технологій ШІ у тестуванні програмного забезпечення	Характеристики викликів, що пов'язані з застосуванням технологій ШІ у тестуванні програмного забезпечення
1.	Витрати та ресурси	Впровадження та підтримка ШІ-систем для тестування ПЗ може бути ресурсномістким процесом, що вимагає значних інвестицій у інфраструктуру, обладнання, ліцензії на програмне забезпечення, а також залучення висококваліфікованих фахівців у галузі ШІ.
2.	Безпека та конфіденційність даних	Під час роботи з ШІ-системами для тестування ПЗ важливо забезпечити належний захист конфіденційних даних та інтелектуальної власності від несанкціонованого доступу, витоку або пошкодження. Це вимагає впровадження відповідних заходів безпеки та дотримання галузевих стандартів та регуляторних вимог.
3.	Навчання та компетенції команди	Успішне впровадження та використання ШІ-систем для тестування ПЗ вимагає відповідних навичок та компетенцій від команди тестувальників та розробників. Це може включати знання основ машинного навчання, обробки даних, а також специфічних інструментів та технологій ШІ.
4.	Інтерпретація та довіра до результатів	Деякі моделі ШІ, особливо глибокі нейронні мережі, можуть бути "чорними скриньками", що ускладнює інтерпретацію та зрозумілість їх результатів. Це може призвести до недовіри з боку тестувальників та розробників, особливо коли йдеться про критично важливі системи.
5.	Якість та підготовка даних	Ефективність ШІ-систем значною мірою залежить від якості та кількості даних, на яких вони навчаються. Забезпечення необхідних обсягів якісних даних, таких як вихідний код, специфікації вимог, історія дефектів, журнали використання тощо, може бути складним завданням. Крім того, дані часто потребують ретельного очищення, структурування та підготовки для використання у моделях ШІ.
6.	Вибір відповідних моделей та алгоритмів	Існує величезна різноманітність моделей та алгоритмів ШІ, кожен з яких має свої переваги, недоліки та сфери застосування. Вибір найбільш відповідних рішень для конкретних задач тестування ПЗ може бути складним і вимагати глибоких знань та досвіду в галузі ШІ.

2. Інтеграція нових технологій ШІ. Постійний прогрес у галузі ШІ призводить до появи нових перспективних технологій, таких як обробка природної мови, комп'ютерний зір, розпізнавання образів тощо. Інтеграція цих технологій у процес тестування ПЗ може відкрити нові горизонти для автоматизації та оптимізації. Наприклад, технології обробки природної мови

можуть бути використані для аналізу та перетворення текстових специфікацій вимог у формалізовані тестові випадки. Комп'ютерний зір та розпізнавання образів можуть застосовуватися для автоматизованого тестування користувацьких інтерфейсів та візуальних компонентів ПЗ.

3. Гібридні підходи та ансамблі моделей. Поєднання різних технологій та моделей ШІ у гібридних підходах та ансамблях може забезпечити синергетичний ефект, підвищуючи точність, ефективність та надійність систем тестування ПЗ. Наприклад, можна поєднати експертні системи, засновані на правилах, з моделями машинного навчання для більш точного виявлення та класифікації дефектів.

4. Перенесення навчання та трансферне навчання. Перенесення навчання та трансферне навчання дозволяють передавати знання, отримані на одному наборі даних, до іншого, пов'язаного набору даних. Це може бути корисним для прискорення та підвищення ефективності навчання ШІ-систем для тестування ПЗ, особливо коли доступні обмежені обсяги даних у конкретній предметній області.

5. Безперервне навчання та адаптація. Постійне вдосконалення підходів до безперервного навчання та адаптації ШІ-систем для тестування ПЗ є критично важливим для забезпечення їх актуальності та ефективності в умовах мінливого середовища розробки ПЗ. Це може включати дослідження методів автоматичного виявлення та адаптації до змін у вимогах, технологіях та практиках тестування.

6. Розподілене та паралельне тестування. Подальші дослідження у галузі розподіленого та паралельного тестування з використанням ШІ можуть сприяти підвищенню продуктивності та ефективності процесу тестування, особливо для великих та складних програмних систем. Це може включати розробку алгоритмів та методів для оптимального розподілу навантаження між різними ШІ-системами та вузлами тестування.

7. Забезпечення надійності та безпеки. Оскільки програмне забезпечення все більше проникає у критично важливі сфери, такі як транспорт,

охорона здоров'я та промислові системи управління, забезпечення надійності та безпеки ШІ-систем для тестування ПЗ стає пріоритетним напрямком досліджень.

8. **Explicable AI та інтерпретовані моделі.** Одним із ключових викликів у застосуванні ШІ, особливо глибоких нейронних мереж, є складність інтерпретації їх результатів та прийнятих рішень. Це може призводити до недовіри з боку користувачів та проблем із забезпеченням відповідальності. Дослідження в галузі Explicable AI (поясненого/інтерпретованого ШІ) та розробка інтерпретованих моделей ШІ для тестування ПЗ можуть допомогти подолати цю проблему, забезпечуючи зрозумілість процесу прийняття рішень системами ШІ.

9. **Стандартизація та оцінка якості.** Для сприяння широкому впровадженню та прийняттю ШІ-систем для тестування ПЗ необхідно розробити стандарти та методики оцінки їх якості, надійності та ефективності. Це може включати створення спеціалізованих наборів даних та метрик для оцінки різних аспектів функціонування ШІ-систем, а також розробку рекомендацій та найкращих практик для їх впровадження та використання.

10. **Етичні аспекти та відповідальне застосування ШІ.** Зі зростанням ролі ШІ у критично важливих сферах застосування ПЗ, таких як фінанси, охорона здоров'я та транспорт, постає питання етичних аспектів та відповідального використання ШІ-систем для тестування. Необхідно проводити дослідження для забезпечення справедливості, неупередженості та прозорості ШІ-систем, а також розробити етичні рамки та керівні принципи для їх розробки та застосування.

11. **Інтеграція з іншими технологіями та підходами.** Нарешті, перспективним напрямком досліджень є інтеграція ШІ-систем для тестування ПЗ з іншими новітніми технологіями та підходами, такими як DevOps, безперервна інтеграція/безперервне постачання (CI/CD), хмарні обчислення та контейнеризація. Це може забезпечити безшовну інтеграцію тестування із

загальним циклом розробки ПЗ, підвищуючи ефективність та прискорюючи процес випуску нових версій продукту.

Поєднання ШІ із цими технологіями може також відкрити нові можливості для автоматизації, оптимізації та моніторингу процесу тестування в масштабованих, розподілених та хмарних середовищах.

Проте, до прикладу, впровадження інструментів на основі штучного інтелекту в бухгалтерському обліку має значний потенціал для підвищення ефективності і результативності процесів фінансового управління. Наприклад, інструменти звірки на основі штучного інтелекту можуть автоматично зіставляти транзакції з банківських виписок і рахунків, що значно зменшує час і зусилля, потрібні для узгодження, та підвищує точність. Такі інструменти також можуть бути корисними для керування витратами, автоматично класифікуючи та обробляючи витрати та генеруючи звіти.

У сфері безпеки фінансових даних інструменти виявлення шахрайства на базі штучного інтелекту можуть виявляти незвичайні шаблони та аномалії та позначати потенційні випадки шахрайства, допомагаючи зменшити ризик фінансових втрат через шахрайство.

Для користувачів бухгалтерських програмних продуктів, таких як суб'єкти аудиторської діяльності, важливо мати доступ до відповідної інформації для виконання їхніх обов'язків. Більшість програмних продуктів для бухгалтерського обліку надають можливості доступу до даних інформаційних систем у функціоналі більшості спеціалізованих програмних рішень, використовуваних аудиторами. Проте важливо враховувати, що хоча штучний інтелект може автоматизувати багато завдань і полегшити роботу, він не може повністю замінити людський фактор у бухгалтерській діяльності. Співпраця між людьми і технологіями може створити оптимальний технологічний процес в аудиторській галузі.

Загалом, галузь застосування штучного інтелекту у тестуванні програмного забезпечення має величезний потенціал для подальшого розвитку та інновацій. Завдяки постійним дослідженням та розробкам, ШІ може стати

ключовим фактором у підвищенні ефективності, якості та швидкості процесу тестування, забезпечуючи створення більш надійного та високоякісного програмного забезпечення.

Одною з ключових переваг ШІ-систем для тестування ПЗ є їх здатність до самонавчання та адаптації на основі зібраних даних та досвіду. Це забезпечує постійне вдосконалення їх ефективності та якості, дозволяючи своєчасно реагувати на зміни у вимогах, технологіях та практиках тестування.

Однак, впровадження ШІ у процес тестування ПЗ супроводжується низкою викликів та обмежень, таких як забезпечення якості та підготовка даних, вибір відповідних моделей та алгоритмів, інтерпретація та довіра до результатів, навчання команди, безпека та конфіденційність даних, а також витрати та ресурси. Подолання цих викликів вимагає ретельного планування, належної підготовки даних, вибору відповідних інструментів та підходів, а також постійного навчання та вдосконалення.

Незважаючи на ці виклики, застосування штучного інтелекту у тестуванні програмного забезпечення залишається перспективним напрямком, який може принести значні переваги та допомогти створювати більш якісне, надійне та безпечне програмне забезпечення.

Подальші дослідження та розробки у цій галузі зосереджуватимуться на інтеграції нових технологій ШІ, таких як обробка природної мови та комп'ютерний зір, гібридних підходах та ансамблях моделей, перенесенні навчання, безперервному навчанні та адаптації, розподіленому та паралельному тестуванні, забезпеченні надійності та безпеки, explicable AI та інтерпретованих моделях, стандартизації та оцінці якості, етичних аспектах та відповідальному застосуванні ШІ, а також інтеграції з іншими новітніми технологіями та підходами, такими як DevOps, CI/CD, хмарні обчислення та контейнеризація.

Застосування технологій штучного інтелекту у тестуванні програмного забезпечення відкриває нові горизонти для підвищення ефективності, якості та продуктивності цього критично важливого процесу. Впровадження ШІ-систем дозволяє автоматизувати та оптимізувати ключові етапи тестування, такі як

генерація тестових випадків, виконання тестів, аналіз результатів, пріоритезація тестових випадків, візуалізація та звітність.

Застосування машинного навчання, глибокого навчання, еволюційних алгоритмів, експертних систем та інших технологій ШІ забезпечує інтелектуальні рішення, здатні виявляти складні закономірності у даних, навчатися на досвіді та приймати ефективні рішення. Це дозволяє значно підвищити якість тестування, покриття коду, виявлення дефектів та помилок, а також оптимізувати використання часу та ресурсів.

Поєднання інноваційних технологій штучного інтелекту з передовими практиками та інструментами тестування програмного забезпечення відкриває шлях до створення більш ефективних, надійних та високоякісних програмних систем, здатних задовольнити зростаючі вимоги сучасного цифрового світу.

Практично третина підприємств вважає, що штучний інтелект найбільше впливає на сфери маркетингу та обслуговування клієнтів, а для 20% організацій найбільший вплив спостерігається в фінансовому секторі, стратегічному плануванні, корпоративному розвитку та управлінні людськими ресурсами. Важливо відзначити, що компанії, які брали участь у дослідженні, представлені найрізноманітнішими сферами бізнесу, такими як автомобільна промисловість, банківський сектор, фінансові послуги, енергетика, охорона здоров'я, виробництво та роздрібна торгівля. Щодо впливу штучного інтелекту на роботу керівників підприємств, можна передбачити зменшення обсягів кожної окремої функції на основі досліджень, проведених до 2020 року, в межах від 4% до 7% [1, с. 228].

Аналіз загального стану ресурсного потенціалу підприємств в Україні вказує на їх низький рівень порівняно з подібними компаніями в Європі. Це переважно через обмежене використання передових технологій та інновацій. Така ситуація узагальнено призводить до низької конкурентоспроможності підприємництва України на міжнародному ринку.

Управління ресурсами вимагає уваги як керівництва, так і окремих працівників. Створення ефективного ресурсного потенціалу залежить від

наявних ресурсів та їх раціонального використання. Додаткові показники, які точніше відображають ситуацію та можливості організації, доповнюють існуючий перелік, що дозволяє оцінити конкурентоспроможність підприємств та організацій.

***Висновки та перспективи подальших розвідок у даному напрямі.***

Проблематика використання штучного інтелекту, зокрема, у сфері тестування функціоналу програмного забезпечення в українських організаціях перебуває на стадії активного формування, водночас відбувається якісний перехід від впровадження штучного інтелекту на етапі тестування функціоналу ПЗ та цілісного ефективного покращення управління шляхом використання сучасних гнучких та адаптивних інструментів штучного інтелекту. Ефективне лідерство вимагає уважного розгляду різноманітних чинників для досягнення цілей, уникнення можливих ризиків і загроз, що можуть виникнути.

В подальших дослідженнях увагу доцільно приділити моделювання адаптивним моделям впровадження штучного інтелекту на різних етапах управління та діяльності організації в цілому, що дозволяють ефективно управляти компаніями в кризових умовах провадження діяльності.

Розвиток моделей ефективного використання ресурсів є ключовим у забезпеченні конкурентоспроможності підприємств України на міжнародному та вітчизняному ринку. Шляхом ефективного управління цими ресурсами компанії можуть вирішити низку актуальних проблем та підвищити свою конкурентоспроможність завдяки різноманітності сучасних інструментів в управлінні.

Також можна зазначити, що штучний інтелект є потужним інструментом, який допомагає значно зменшити час, потрібний для виконання рутинних завдань та обробки великих обсягів інформації. Проте необхідно усвідомлювати недоліки використання штучного інтелекту і дотримуватися розумного балансу між перевагами та ризиками, особливо у роботі науково-освітніх працівників.

## Література

1. Artificial Intelligence to Have Dramatic Impact on Business by 2020,- According to Tata Consultancy Services Global Trend Study. URL: <https://www.tcs.com/artificialintelligence-to-have-dramatic-impact-on-business-by-2020> (дата звернення 12.05.2024)
2. Duklan, A., & Kumari, N. Intelligent Software Testing with AI and Machine Learning. Apress. 2021. 14 с.
3. Gao, J., & Xu, B. Automated Test Case Generation for Software Testing Using Machine Learning. Journal of Software Engineering Research and Development. 2021. 9(1), 1-18 с.
4. Lam, W., & Khomh, F. Explainable Artificial Intelligence for Software Testing: A Survey. ACM Computing Surveys. 2022. 55(1), 1-40 с.
5. Ramler, R., & Höfer, F. Challenges and Opportunities of Applying AI in Software Testing. IEEE Transactions on Software Engineering. 2021. 8 с.
6. Raza, M., & Hosseini, M. Ethical Considerations in Applying Artificial Intelligence for Software Testing. IEEE Transactions on Software Engineering. 2021. 13 с.
7. Shahamiri, S. R., & Salim, W. W. Artificial Intelligence in Software Testing: A Systematic Literature Review. IEEE Access. 2021. 18 с.
8. Shetty, S., & Sharma, N. Artificial Intelligence for Software Testing: An Industry Perspective. 2021. 166 с.
9. Travassos, G. H., & de Souza Pereira, F. M. Machine Learning for Software Testing: A Systematic Literature Review. Information and Software Technology. 2022. 142 с.
10. Waze, S., & Vidhate, A. AI-Powered Software Testing: A Practical Approach. Packt Publishing. 2021. 134 с.
11. Yumoto, T. Artificial Intelligence in Software Testing: A Comprehensive Guide. Apress. 2022. 120 с.
12. Zahoor, S., & Kumari, N. Applying Artificial Intelligence to Software Testing. 2021. 58-64 с.

## References

1. Tata Consultancy Services (2019), “Artificial Intelligence to Have Dramatic Impact on Business by 2020 According to Tata Consultancy Services Global Trend Study”, available at: <https://www.tcs.com/artificialintelligence-to-have-dramatic-impact-on-business-by-2020> (accessed 12.05.2024)
2. Duklan, A., & Kumari, N. (2021), Intelligent Software Testing with AI and Machine Learning, Apress, NY, USA.
3. Gao, J., & Xu, B. (2021), “Automated Test Case Generation for Software Testing Using Machine Learning”, Journal of Software Engineering Research and Development, vol. 9(1), pp. 1-18.
4. Lam, W., & Khomh, F. (2022), “Explainable Artificial Intelligence for Software Testing: A Survey”, ACM Computing Surveys, vol. 55(1), pp. 1-40.
5. Ramler, R., & Höfer, F. (2021), Challenges and Opportunities of Applying AI in Software Testing, IEEE Transactions on Software Engineering, Washington, DC, USA.
6. Raza, M., & Hosseini, M. (2021), Ethical Considerations in Applying Artificial Intelligence for Software Testing, IEEE Transactions on Software Engineering, IEEE Transactions on Software Engineering, Washington, DC, USA.
7. Shahamiri, S. R., & Salim, W. W. (2021), Artificial Intelligence in Software Testing: A Systematic Literature Review. IEEE Access, IEEE Transactions on Software Engineering, Washington, DC, USA.
8. Shetty, S., & Sharma, N. (2021), Artificial Intelligence for Software Testing, An Industry Perspective.
9. Travassos, G. H., & de Souza Pereira, F. M. (2022), Machine Learning for Software Testing: A Systematic Literature Review, Information and Software Technology, Amsterdam, Netherlands.
10. Waze, S., & Vidhate, A. (2021), AI-Powered Software Testing: A Practical Approach, Packt Publishing, Birmingham, UK.
11. Yumoto, T. (2022), Artificial Intelligence in Software Testing: A Comprehensive Guide, Apress, NY, USA.
12. Zahoor, S., & Kumari, N. (2021), Applying Artificial Intelligence to Software Testing, pp. 58-64.

*Стаття надійшла до редакції 15.06.2024 р.*