



ДОДАТОК А

ЗВІТ РЕЗУЛЬТАТІВ ПЕРЕВІРКИ НА УНІКАЛЬНІСТЬ ТЕКСТУ В БАЗІ ХНУРЕ

StrikePlagiarism.com  Дата звіту 6/3/2025
Дата редагування ---  Звіт не був оцінений


Звіт подібності

метадані


Назва організації
Kharkiv National University of Radio Electronics
Заголовок
2025_М_ПІ_ІПЗм-23-2_Лученко_Я_В_скорочений
Автор Науковий керівник / Експерт
Лученко Ярослав Валентинович **Євген Кардаш**
підрозділ
каф. ПІ

Обсяг знайдених подібностей


Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



25
Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2








8702
Кількість слів



69970
Кількість символів

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про **МОЖЛИВІ** маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		2
Інтервали		0
Мікропробіли		0
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		1

Подібності за списком джерел

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	Колір тексту
1	Дипломна робота Спажев_О_перевірка на плагіат.docx 11/23/2023 Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskiy State Pedagogical University course papers (Vinnytsya State Pedagogical University named after Myhaylo Kotsyubynskiy course work)	6 0.07 %
2	Дипломна робота Спажев_О_перевірка на плагіат.docx 11/23/2023 Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskiy State Pedagogical University course papers (Vinnytsya State Pedagogical University named after Myhaylo Kotsyubynskiy course work)	5 0.06 %

ДОДАТОК Б

СЛАЙДИ ПРЕЗЕНТАЦІЇ



МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ



ХАРКІВСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
РАДІОЕЛЕКТРОНИКИ

Дослідження методів та моделей адаптивного навчання для вивчення інформаційних технологій. Визначення рівня компетентностей.

Лученко Я. В. ІПЗм-23-2
Науковий керівник: доц. каф. ПІ Каук В. І.



12 червня 2025

Дослідження

Актуальність:

- Зростаюча потреба в точному та об'єктивному оцінюванні знань;
- Поширення персоналізованого та адаптивного навчання;
- Недостатність універсальних підходів у традиційних системах.

Стан розвитку галузі:

- Активні дослідження в галузі адаптивного навчання;
- Використання статистичних і когнітивних моделей;
- Популяризація цифрових інструментів оцінювання (Coursera, edX, Udemy тощо).



Дослідження

Напрямок дослідження:

- Вибір ефективних методів оцінки навичок;
- Формування багатокритеріальної моделі;
- Орієнтація на інтеграцію в адаптивні системи.

Об'єкт дослідження:

- Проходження завдань (тести, практичні завдання);
- Використання даних з освітніх платформ і портфоліо проектів.



3

Огляд літератури

Ключові джерела:

- Wang, J., & Liang, K. "A cognitive diagnosis method in adaptive learning system based on preconceptions" — аналіз ефективності когнітивних моделей та адаптивних алгоритмів;
- Florián, B., S. Baldiris, and R. Fabregat. "Adaptive evaluation based on competencies." — роль адаптивних систем у точному моніторингу прогресу студентів;
- Sitthisak, O., Gilbert, L., & Davis, H. C. "Towards a competency model for adaptive assessment to support lifelong learning" — необхідність багатовимірного підходу до оцінки компетентностей та важливість контексту.



4

Огляд літератури

Основні підходи оцінювання знань в освітніх системах:

– Когнітивне моделювання знань

Використовується для побудови моделей, що відображають структуру знань студентів, наприклад, Bayesian Knowledge Tracing, що дозволяє передбачати майбутні відповіді студентів на основі попередніх.

– Адаптивне тестування

Теорія Item Response Theory (IRT) є основою адаптивного тестування, де система підлаштовує складність наступного питання залежно від відповіді на попереднє. Це дозволяє швидко і точно визначити рівень знань.

– Аналіз освітніх даних (Educational Data Mining)

Використовується для виявлення закономірностей у поведінці учнів, ефективності завдань та навчальних траєкторій.



5

Огляд літератури

Виявлені прогалини:

– Низька інтеграція у традиційну освіту;

– Ризик помилкової інтерпретації результатів;

– Обмежений рівень об'єктивності оцінки.



6

Постановка задачі

Проблема:

Пошук точного, об'єктивного та гнучкого методу (або комбінації методів) оцінювання компетентностей студентів в умовах адаптивного навчання.

Очікувані результати:

- Визначення найбільш ефективних методів оцінювання для використання в адаптивних системах;
- Побудова порівняльної моделі на основі чітко сформульованих критеріїв;
- Обґрунтовані рекомендації щодо інтеграції методів у програмні рішення;
- Розробка прототипу інформаційної системи, яка реалізує шаблон оцінювання навичок на основі найкращих практик, виявлених у результаті дослідження.



7

Методологія

Використані методи дослідження:

- Аналіз наукових публікацій – вивчення сучасних підходів до оцінювання компетентностей у контексті адаптивного навчання;
- Метааналіз – порівняння ефективності методів за даними попередніх досліджень;
- Статистичний аналіз – побудова багатокритеріальної моделі та порівняння методів за точністю, об'єктивністю, адаптивністю тощо.



8

Зміст проведеного дослідження

Вхідні дані:

- Дані з наукових джерел;
- Характеристики методів за визначеними критеріями;
- Результати практичного впровадження адаптивних систем у навчанні, описані в наукових джерелах.



9

Зміст проведеного дослідження

Критерії:

- Точність вимірювання;
- Об'єктивність;
- Можливість маніпуляцій;
- Адаптивність;
- Можливість моніторингу;
- Масштабованість;
- Часова ефективність.

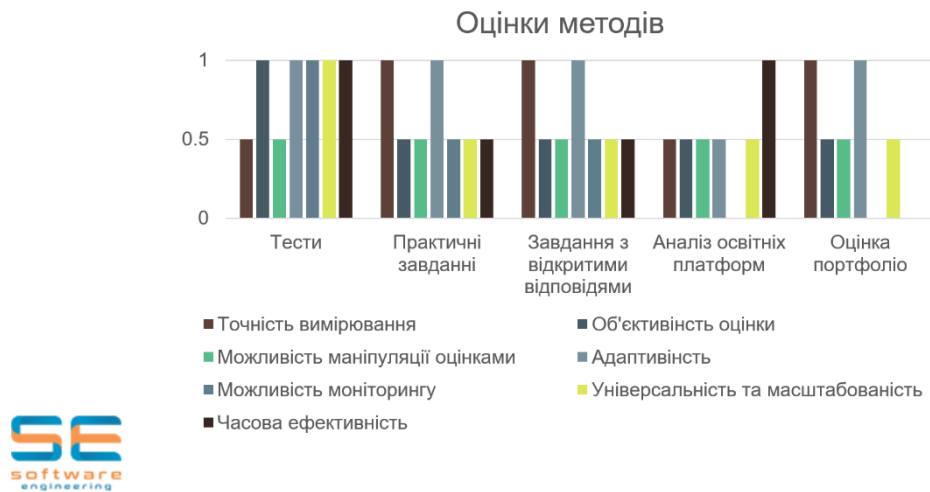
Послідовність:

1. Пошук релевантних джерел;
2. Виділення методів оцінювання;
3. Формалізація критеріїв;
4. Присвоєння оцінок;
5. Проведення багатокритеріального аналізу.



10

Результати дослідження



11

Результати дослідження

Тести:

$$\frac{6}{28} \times 0,5 + \frac{5}{28} + \frac{2}{28} \times 0,5 + \frac{7}{28} + \frac{4}{28} + \frac{3}{28} + \frac{1}{28} = 0,86$$

Практичні завдання та питання з відкритими відповідями:

$$\frac{6}{28} + \frac{5}{28} \times 0,5 + \frac{2}{28} \times 0,5 + \frac{7}{28} + \frac{4}{28} \times 0,5 + \frac{3}{28} \times 0,5 + \frac{1}{28} \times 0,5 = 0,73$$

12

Архітектура прототипу

Архітектура:

- Клієнтська частина (Angular) – візуалізація рівня засвоєння навичок;
- Серверна частина (ASP.NET Core):
 - REST API для отримання й обробки результатів;
 - Логіка розрахунку засвоєння навичок, нормалізованої оцінки, обчислення стандартного відхилення;
- База даних (EF Core / SQL Server) – зберігання користувачів, навичок, завдань, результатів виконання завдань.

Ключові компоненти:

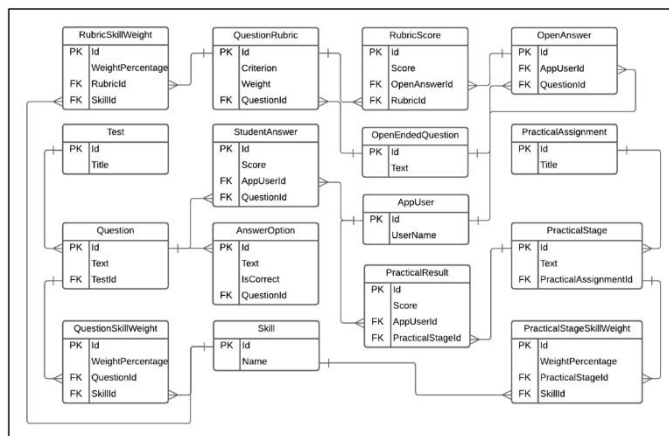
- StatisticsService – обчислення засвоєння навичок з урахуванням ваг, кількості оцінок, стандартного відхилення;
- UsersController – API-ендпоінти для статистики, тестів, практик і відкритих відповідей;
- Seeder – початкове наповнення системи демонстраційними даними (користувачі, тести, питання, відповіді, навички).



13

Архітектура прототипу

Схема бази даних



14

Опис програмного забезпечення

Опис процесу розробки:

- Розробка велася на основі результатів теоретичного дослідження: вибрані найефективніші методи оцінювання навичок;
- Метою було створення шаблонної системи, яка може адаптуватися під різні навчальні предмети й формати завдань;
- Етапи розробки:
 - проектування структури даних;
 - розробка алгоритмів оцінювання;
 - створення серверного API;
 - реалізація клієнтської частини;
 - тестування та наповнення демонстраційними даними.



15

Опис програмного забезпечення

Формула обчислення рівня засвоєння:

$$R = \min\left(1, \frac{\sum_{i=1}^n w_i \times s_i}{100}\right)$$

Формула нормалізованої оцінки:

$$\text{Normalized } R = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \times s_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

Формула стандартного відхилення:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n w_i \times (s_i - \bar{s})^2}{\sum_{i=1}^n w_i}}$$



16

Опис програмного забезпечення

Таблиця результатів практики для користувача

Результати практики			
Етап	Оцінка	Навички (максимальне значення)	Навички зараховано як
Проектування структури таблиць	0.78	Робота з базами даних 0.70% Алгоритмічне мислення 0.30%	Робота з базами даних 0.55% Алгоритмічне мислення 0.23%
Нормалізація бази даних	0.84	Робота з базами даних 0.50% Аналіз даних 0.40%	Робота з базами даних 0.42% Аналіз даних 0.34%
Реалізація SQL-запитів	0.73	Робота з базами даних 0.60% Алгоритмічне мислення 0.20% Оптимізація алгоритмів 0.30%	Робота з базами даних 0.44% Алгоритмічне мислення 0.15% Оптимізація алгоритмів 0.22%
Створення прототипу інтерфейсу	0.74	Проектування інтерфейсів 0.60% Алгоритмічне мислення 0.20%	Проектування інтерфейсів 0.44% Алгоритмічне мислення 0.15%
Реалізація UI у фреймворку	0.78	Проектування інтерфейсів 0.50% Оптимізація алгоритмів 0.40%	Проектування інтерфейсів 0.39% Оптимізація алгоритмів 0.31%
Юзєбіліті-тестування	0.78	Аналіз даних 0.50% Проектування інтерфейсів 0.30%	Аналіз даних 0.39% Проектування інтерфейсів 0.24%

Опис програмного забезпечення

Таблиця прогресу навичок користувача

Прогрес навичок				
Навичка	Відсоток освоєння	Нормалізована оцінка	Кількість оцінок	Стандартне відхилення
Алгоритмічне мислення	2.07%	0.59	12	0.08
Аналіз даних	2.18%	0.65	8	0.05
Оптимізація алгоритмів	0.80%	0.55	5	0.05
Проектування інтерфейсів	1.01%	0.63	4	0.02
Робота з базами даних	1.71%	0.58	6	0.06

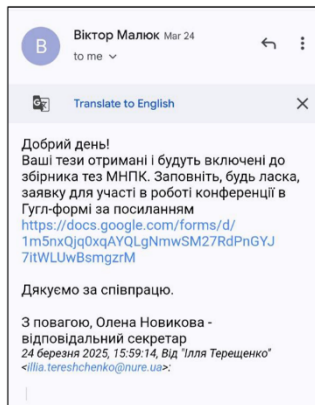
Публікація результатів



Журнал «Грааль Науки» випуск № 49 (лютий, 2025)



Публікація результатів



Міжнародна науково практична конференція "Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил охорони правопорядку"



Підсумки

- Результати теоретичного дослідження доводять ефективність тестів, практичних завдань та питань з відкритими відповідями, разом з тим, акцентуючи увагу як на їх перевагах, так і недоліках;
- Реалізована система поєднує різні типи завдань, що забезпечує комплексну оцінку навичок і спрямована на зниження суб'єктивності;
- Завдяки використанню традиційних способів оцінювання, прототип системи є сумісним з існуючими підходами у навчанні, що сприяє його легшому впровадженню в освітню практику;
- Алгоритм оцінювання враховує вагу навичок, кількість оцінок та їх варіативність, що підвищує достовірність результатів і зменшує ризик їх хибної інтерпретації.



21

Підсумки

Можливий розвиток дослідження:

- Аналіз прогресу студентів в динаміці для виявлення тенденцій;
- Впровадження рівневої складності навичок;
- Використання ML методів для автоматичного присвоєння навичок новим завданням;
- Інтеграція з LMS (Moodle, Coursera, Udemy, edX) для автоматичного збору даних для попередньої оцінки студентів.



22

ДОДАТОК В

АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ

Журнал «Грааль Науки» випуск № 49 (лютий, 2025)

	GS 210225-201 dated 21.02.2025	
<h1 style="text-align: center;">CERTIFICATE</h1> <h2 style="text-align: center;">OF PARTICIPATION AND PUBLICATION</h2>		
<h2 style="text-align: center; color: #0070C0;">Yaroslav Luchenko</h2>		
<p style="text-align: center;">participated in the IV Correspondence International Scientific and Practical Conference</p>		
<p style="text-align: center;">Science in motion: classic and modern tools and methods in scientific investigations</p>		
<p style="text-align: center;">held on February 21st, 2025 by NGO European Scientific Platform (Vinnytsia, Ukraine) LLC International Centre Corporative Management (Vienna, Austria)</p>		
<p style="text-align: center;">and published scientific paper PERSPECTIVE DIRECTIONS OF ADAPTIVE LEARNING DEVELOPMENT</p>		
<p style="text-align: center;">in Periodical scientific journal «GRAIL OF SCIENCE» № 49; ISSN 2710-3056; Media identifier R30-02704; DOI 10.36074/grail-of-science.21.02.2025</p>		
<div style="background-color: #FFF9C4; padding: 10px; border: 1px solid #ccc;">  <p>0.6 ECTS credits (18 hours) Recommended by the Academic Council of the «Institute of Scientific and Technical Integration and Cooperation». Protocol № 7 from February 20th, 2025.</p> </div>		
<p style="text-align: center;">Head of the NGO «European Scientific Platform» Chairman of the Organizing committee GOLDENBLAT MIRIAM</p>  	<p style="text-align: center;">Head of Community Outreach at the LLC «International Centre Corporative Management» RACHAEL APARO</p>  	

PERSPECTIVE DIRECTIONS OF ADAPTIVE LEARNING DEVELOPMENT

Luchenko Y. V.,

Student of the Faculty of Computer Science

Kharkiv National University of Radio Electronics

ORCID iD: 0000-0001-6242-6558

Tereshchenko I. O.,

Student of the Faculty of Computer Science

Kharkiv National University of Radio Electronics

ORCID iD: 0009-0000-4113-2526

Scientific adviser: Kauk V. I.,

PhD,

Associate Professor of the Department of Software Engineering,

Kharkiv National University of Radio Electronics

ORCID ID: 0000-0002-2780-2666

Ukraine

The modern world is experiencing extremely rapid changes, and technology is essential in all areas of our lives. The education system is also not left out of this process. We are rapidly moving away from traditional forms of education towards distance learning, online courses and blended learning, which allow us to acquire knowledge anytime and anywhere.

Adaptive learning is one of the most critical aspects of this evolution. By collecting data about each learner, adaptive learning systems can analyse their progress, weaknesses and strengths and then provide recommendations or adjust the course of study in real-time. This not only improves learning efficiency but also reduces stress and uncertainty for students as learning is tailored to their skill level.

Studies show that the introduction of such systems has already shown positive results [1]. Empirical evidence from another study shows significant improvements in learning outcomes in groups of students using adaptive technologies. For example, the average score of students in such groups exceeded the results of traditional approaches

(85.6 vs. 78.4) [2]. In addition, the retention rate was 92% vs. 85%, which demonstrates the effectiveness of the adaptive approach in maintaining interest and engagement in the learning process [2].

Two essential components of such systems are the assessment of students' competencies and the construction of personalised student development paths. The evaluation of students' competencies allows for the determination of the level of knowledge and skills needed for further adjustment of the learning process. Building personalised development paths enables each student to move at a pace that matches their abilities.

Adaptive assessment of competencies is an essential tool in personalised learning that allows not only the assessment of the level of knowledge of learners but also the tracking of their skills, behavioural characteristics, and overall progress. As Florian [3] shows, modern adaptive assessment systems rely on repositories of tasks that correlate with competencies, which allows for the creation of tests that can be tailored to the needs of different categories of learners. Technologies such as AEEA (Adaptive Evaluation Engine Architecture) are examples of such systems that provide not only competency assessment but also automatic generation of recommendations for further development of students.

Another key trend is the use of multidimensional competency assessment models that take into account not only the level of knowledge but also the context of its application. This enables the creation of more precise learner profiles that capture their progress over time. As noted by Sittisak [4], this approach enables students to monitor their progress and provide recommendations for further steps in their learning.

In addition, modern research pays special attention to the adaptive assessment of transversal competencies, such as critical thinking, communication and teamwork. These skills are essential for the development of students in the modern world, where the effectiveness of their application often determines success in real-life situations. Kleinhans and Schumann [5] mention that embedding these competencies in learning systems reduces testing time and improves both the accuracy and quality of assessments. Adaptive tasks create more detailed observation of learners' development in these skills, which is essential for their continuous professional advancement.

Existing methods for building personalised learning paths demonstrate a wide range of approaches based on the use of big data, artificial intelligence (AI) and generative models. For example, Yao Huang's study [6] highlights the importance of analysing data on students' interests, habits, and performance to create adaptive learning

paths. The use of this data guarantees that the learning process meets the unique needs of each student.

The paper 'Using AI for Developing Personalised Learning Paths' [7] considers the potential of AI in creating personalised learning paths, in particular through content adaptation and integration of virtual tutors. This helps to improve learning efficiency and academic performance.

The PolyGloT tool [8] demonstrates the use of generative AI to automate the creation of learning materials and design individualised learning paths. Despite the benefits, such approaches have some challenges, including ethical issues, data privacy, and the need for qualified teachers to work with such technologies.


Thus, modern research shows that competence assessment should be comprehensive and cover not only the level of knowledge but also transversal competencies and the context of knowledge application, making the assessment system more reliable. In addition, the use of generative AI and machine learning methods significantly improve the construction of personalised development paths. These methods show significant potential for improving adaptive learning while requiring further technology development and integration into educational practice.

References:



1. Khan, M. (2024). Impact of Personalized Learning Paths on Student Motivation and Achievement in Online High School Programs in Pakistan. *International Journal of Online and Distance Learning*, 5(2), 52–61. <https://doi.org/10.47604/ijodl.2748>
2. Hakim, N., Jastacia, B., & Mansoori, A. A. (2024). Personalizing Learning Paths: A Study of Adaptive Learning Algorithms and Their Effects on Student Outcomes. *Journal Emerging Technologies in Education*, 2(4). <https://doi.org/10.70177/jete.v2i4.1365>
3. Gaviria, B.E., Baldiris, S.M., & Fabregat, R. (2009). Adaptive Evaluation Based on Competencies. TUMAS-A@AIED.
4. Onjira Sitthisak, Gilbert, L., & Davis, H. C. (2007). Towards a competency model for adaptive assessment to support lifelong learning.


5. Kleinhans, J. (2015). Increase in testing efficiency through the development of an IT-based adaptive testing tool for competency measurement applied to a health worker training test case.
6. Huang, Y. (2023). Design and Implementation of Personalized Learning Paths in the Era of Big Data. *Journal of Big Data and Computing*, 1(4), 17–19. <https://doi.org/10.62517/jbdc.202301404>
7. Asmara, A. (2024). Enhancing Learning Outcomes through Adaptive Learning Systems in Education Technology. *Global International Journal of Innovative Research*, 2(7), 1568–1576. <https://doi.org/10.59613/global.v2i7.244>
8. Bucchiarone, A., Gini, F., Bonetti, F., Bassanelli, S., Schiavo, G., Martorella, T., Adami, F., Tommaso Guidolin, & Zambotto, L. (2012). Can Generative AI Support Educators? Creating Learning Paths with PolyGloT. 393–428. https://doi.org/10.1007/978-3-031-65691-0_20


Міжнародна науково практична конференція "Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил охорони правопорядку"



Віктор Малюк Mar 24
to me ▾





Translate to English 

Добрий день!
Ваші тези отримані і будуть включені до збірника тез МНПК. Заповніть, будь ласка, заявку для участі в роботі конференції в Гугл-формі за посиланням
<https://docs.google.com/forms/d/1m5nxQjq0xqAYQLgNmWsm27RdPnGYJ7itWLUwBsmgzrM>

Дякуємо за співпрацю.

З повагою, Олена Новикова -
відповідальний секретар
24 березня 2025, 15:59:14, Від "Ілля Терещенко"
<illia.tereshchenko@nure.ua>:

УДК 004.056:378.147:355

Терещенко І.О.

Лученко Я.В.

Каук В.І.

АДАПТИВНІ ОСВІТНІ СИСТЕМИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДГОТОВКИ КАДРІВ З КІБЕРБЕЗПЕКИ В СИЛОВИХ СТРУКТУРАХ

У тезах розглянуто можливості використання адаптивних освітніх систем у підготовці кадрів з кібербезпеки для силових структур. Проаналізовано проблеми skill gap, роль персоналізованого навчання, штучного інтелекту та сучасних педагогічних практик у цьому контексті.

У контексті зростаючої цифрової загрози та інтенсивної мілітаризації кіберпростору особливого значення набуває ефективна підготовка фахівців з кібербезпеки, зокрема у силових структурах. Сучасна аналітика вказує на суттєвий дисбаланс між вимогами ринку кібербезпеки та реальними навичками випускників відповідних освітніх програм. За даними [1], глобальний дефіцит кадрів у сфері кібербезпеки перевищує 3 мільйони, при цьому кваліфікація більшості претендентів не відповідає вимогам роботодавців. Основні розриви знань простежуються у напрямках управління безпекою, безпеки програмного забезпечення, комплаєнсу та сертифікації, а також інтелекту про кіберзагрози.

Особливістю освітнього процесу для силових структур є наявність специфічних вимог: обмежений час на навчання, потреба в захищеності даних, підвищене значення практичних навичок (цифрова криміналістика, інцидент-менеджмент, етичний хакинг), а також потреба в адаптації навчального контенту до типу служби (наприклад, військові, поліція, спецслужби)[2]. Як свідчить дослідження [3], більшість чинних навчальних програм недостатньо гнучкі, а підходи до підготовки персоналу є переважно однотипними й не враховують розмаїття початкових компетентностей.

У цьому контексті адаптивні освітні системи (АОС) виступають як ефективний інструмент індивідуалізації підготовки. АОС аналізують поточний рівень знань, навчальні цілі, темп навчання і навіть особистісні характеристики здобувача, коригуючи траєкторію та складність навчання в реальному часі. За даними [4], [5], такі системи суттєво покращують успішність та підвищують залученість. Адаптивне оцінювання компетентностей дозволяє виявити не лише знання, а й хід мислення, поведінкові шаблони й рівень критичного мислення – що особливо актуально для кадрів кібербезпеки.

У сфері безпеки доцільним є поєднання АОС із симуляційними платформами, CTF-змаганнями та системами сценарного навчання. Наприклад, робота [6] підкреслює потенціал штучного інтелекту у цифровій криміналістиці та важливість навчання персоналу роботі з AI-системами для попередження кіберзагроз у режимі реального часу. Це також потребує розбудови освітніх програм, орієнтованих на Explainable AI, цифрову етику та розуміння обмежень алгоритмів.

Значущість адаптації освітнього контенту до ролі слухача підтверджена дослідженням [3], де встановлено, що найбільш важливим фактором ефективного навчання у сфері кібербезпеки є саме посадова роль. Отже, створення персоналізованих програм для, наприклад, аналітиків загроз, цифрових слідчих або спеціалістів SOC – необхідна умова підвищення якості кадрів.

Серед українських досліджень варто відзначити роботу [7], яка пропонує модель побудови адаптивної освітньої траєкторії з урахуванням індивідуальних особливостей, навчальних цілей та обмежень у часі. Застосування таких алгоритмів у середовищах дистанційного або гібридного навчання є перспективним інструментом підвищення ефективності підготовки фахівців.

Підготовка кадрів з кібербезпеки у силових структурах потребує переосмислення класичних підходів, зокрема з урахуванням досвіду США щодо перепрофілювання ветеранів через програми швидкої підготовки, як-от CREATES [8]. Адаптивні освітні системи дозволяють зменшити дефіцит навичок, підвищити швидкість та якість підготовки, враховуючи як технічні, так і поведінкові аспекти навчання.

Список використаних джерел

1. Goupil F., Laskov P., Pekaric I., Felderer M., Dürr A., Thiesse F. Towards Understanding the Skill Gap in Cybersecurity // ITiCSE '22. – 2022. – ACM. – DOI: 10.1145/1122445.1122456.
2. Nag A. K., Bhadauria V. S., Gibson C., Neupane R. C., Creider D. A Conceptual Learning Framework of Cybersecurity Education for Military and Law Enforcement: Workforce
3. Ben Salamah F., Palomino M. A., Papadaki M., Furnell S. The Importance of the Job Role in Social Media Cybersecurity Training // Proceedings of the Euro S&P Workshops. – 2022. – IEEE. – DOI: 10.1109/EuroSPW55150.2022.00054.
4. Khan M. Impact of Personalized Learning Paths on Student Motivation and Achievement in Online High School Programs in Pakistan // International Journal of Online and Distance Learning. – 2024. – Vol. 5, No. 2. – P. 52–61. – DOI: 10.47604/ijodl.2748.
5. Hakim N., Jastacia B., Mansoori A. A. Personalizing Learning Paths: A Study of Adaptive Learning Algorithms and Their Effects on Student Outcomes // Journal Emerging Technologies in Education. – 2024. – Vol. 2, No. 4. – DOI: 10.70177/jete.v2i4.1365.

6. Zaman K. T., Zaman S., Bai Y., Li J. Empowering Digital Forensics with AI: Enhancing Cyber Threat Readiness in Law Enforcement Training // SSRN. – 2024. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ssrn.com/abstract=5039717>
7. Barchenko N., Tolbatov A., Lavryk T., Tolbatov V., Obodiak V., Yakovliev V., Motorin Y., Artamonov Y. An Approach to the Formation of Adaptive Learning Paths for Students of Cybersecurity in E-learning System // CMiGIN 2022: 2nd International Conference on Conflict Management in Global Information Networks. – CEUR Workshop Proceedings. – 2022.
8. Zantua M., Dupuis M. Re-engineering the Cybersecurity Human Capital Crisis // University of Washington. – 2015. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/305778185>

ДОДАТОК Д

КОД АЛГОРИТМУ ВИЗНАЧЕННЯ ОСВОЄННЯ НАВИЧКИ

```
1. public async Task<(double mastery, double normalizedMastery, int
   sampleCount, double stddev)> CalculateSkillMasteryWithMeta(AppUser
   user,
2.     Skill skill)
3. {
4.     var userAnswers = await context.StudentAnswers
5.         .Where(a => a.AppUserId == user.Id &&
   a.Question!.SkillWeights.Any(w => w.SkillId == skill.Id))
6.         .Include(a => a.Question)!.ThenInclude(q =>
   q!.SkillWeights)
7.         .ToListAsync();
8.
9.     var practicalResults = await context.PracticalResults
10.        .Where(r => r.AppUserId == user.Id &&
   r.PracticalStage!.SkillWeights.Any(w => w.SkillId == skill.Id))
11.        .Include(r => r.PracticalStage)!.ThenInclude(s =>
   s!.SkillWeights)
12.        .ToListAsync();
13.
14.    var openAnswers = await context.OpenAnswers
15.        .Where(a => a.AppUserId == user.Id &&
   a.RubricScores.Any(rs => rs.Rubric.SkillWeights.Any(sw =>
   sw.SkillId == skill.Id)))
16.        .Include(a => a.RubricScores)!.ThenInclude(rs =>
   rs.Rubric)!.ThenInclude(r => r.SkillWeights)
17.        .ToListAsync();
18.
19.    double totalScore = 0;
20.    double totalWeight = 0;
21.    int sampleCount = 0;
22.    var weightedScores = new List<(double score, double
   weight)>();
23.
24.    foreach (var answer in userAnswers)
25.    {
26.        var relevantWeights =
   answer.Question!.SkillWeights.Where(w => w.SkillId == skill.Id);
27.        foreach (var weight in relevantWeights)
28.        {
29.            totalScore += answer.Score *
   weight.WeightPercentage;
30.            totalWeight += weight.WeightPercentage;
31.            weightedScores.Add((answer.Score,
   weight.WeightPercentage));
32.            sampleCount++;
33.        }
34.    }
35.
36.    foreach (var result in practicalResults)
37.    {
38.        var relevantWeights =
   result.PracticalStage!.SkillWeights.Where(w => w.SkillId ==
   skill.Id);
```

```

39.         foreach (var weight in relevantWeights)
40.         {
41.             totalScore += result.Score *
weight.WeightPercentage;
42.             totalWeight += weight.WeightPercentage;
43.             weightedScores.Add((result.Score,
weight.WeightPercentage));
44.             sampleCount++;
45.         }
46.     }
47.
48.     foreach (var answer in openAnswers)
49.     {
50.         foreach (var rubricScore in answer.RubricScores)
51.         {
52.             var relevantRubricWeights =
rubricScore.Rubric.SkillWeights.Where(sw => sw.SkillId ==
skill.Id);
53.             foreach (var weight in relevantRubricWeights)
54.             {
55.                 totalScore += rubricScore.Score *
weight.WeightPercentage;
56.                 totalWeight += weight.WeightPercentage;
57.                 weightedScores.Add((rubricScore.Score,
weight.WeightPercentage));
58.                 sampleCount++;
59.             }
60.         }
61.     }
62.
63.     var mastery = totalWeight > 0 ? Math.Min(totalScore / 100,
1) : 0;
64.     var normalizedMastery = totalWeight > 0 ? totalScore /
totalWeight : 0;
65.
66.     double stddev = 0;
67.     if (totalWeight > 0 && weightedScores.Count > 1)
68.     {
69.         var varianceSum = weightedScores.Sum(x => x.weight *
Math.Pow(x.score - normalizedMastery, 2));
70.         stddev = Math.Sqrt(varianceSum / totalWeight);
71.     }
72.
73.     return (mastery, normalizedMastery, sampleCount, stddev);
74. }

```