

УДК 004.4

Шебетко О.В., Кліменко В.І., Мазурець О.В.

*Хмельницький національний університет*

## **МЕТОД АДАПТИВНОГО ТЕСТУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОДУКЦІЙНИХ ПРАВИЛ**

*Розглянуто метод адаптивного тестування наявного рівня знань теоретичного навчального матеріалу з використанням продукційних правил, який призначений для перетворення даних користувача у вигляді множини тем навчального матеріалу, множини ключових слів теоретичного навчального матеріалу та тестових запитань у вихідні дані у формі оцінки рівня знань теоретичного навчального матеріалу. Також наведено відповідний програмний застосунок і досліджено ефективність його використання.*

*The method of adaptive testing of the existing level of knowledge of theoretical educational material using production rules is considered, which is designed to transform user data in the form of a set of topics of educational material, a set of keywords of theoretical educational material and test questions into output data in the form of an assessment of the level of knowledge of theoretical educational material. The corresponding software application is also given and the effectiveness of its use is investigated.*

В сучасному світі, де навчання і розвиток знань є ключовими факторами успіху, ефективні методи оцінки рівня знань студентів стають все більш важливими. Традиційні тести та екзамени, хоч і широко використовуються, не завжди здатні забезпечити індивідуалізоване оцінювання та зворотний зв'язок для кожного студента. Тож тестування має важливе значення у житті людей, студентів та у різних сферах життя, оскільки воно сприяє оцінюванню знань, визначенню компетентностей та вимірюванню успішності. Цей процес дозволяє виявляти сильні та слабкі сторони, вдосконалювати навички та досягати більших результатів [1].

Однак тестування має значення не лише у сфері освіти, але й у багатьох інших сферах життя. У бізнесі, наприклад, тестування використовується для оцінювання кандидатів під час процесу найму. Це дозволяє виявити їхні навички, здатності та придатність до виконання конкретних робочих обов'язків. Тестування також допомагає оцінити ефективність навчальних програм, перевірити знання своїх працівників та визначити потребу у додатковому навчанні [2].

Тестування також знайшло своє застосування у технологічних сферах, таких як розробка програмного забезпечення. Воно допомагає виявляти помилки та недоліки в програмах, забезпечує перевірку функціональності та відповідність вимогам. Тестування є важливою частиною процесу розробки програмного продукту та допомагає забезпечити його якість та надійність.

Прагнення автоматизувати процес формування тестових завдань спонукають до роздумів над штучним інтелектом та проблемами формалізації знань під час створення тестів. Традиційний підхід до створення засобів тестування зводиться до перенесення ручного тестування на комп'ютер, з використанням інформаційно-комунікаційних технологій замість паперової роботи. Це дає нам можливість керувати процесом формування тестів з великої кількості тестових завдань та автоматично перевіряти результати. Завдання, розроблені професіоналами, мають високу якість та зрозумілість. Однак значним недоліком такого підходу є висока складність самого процесу формування тестових завдань.

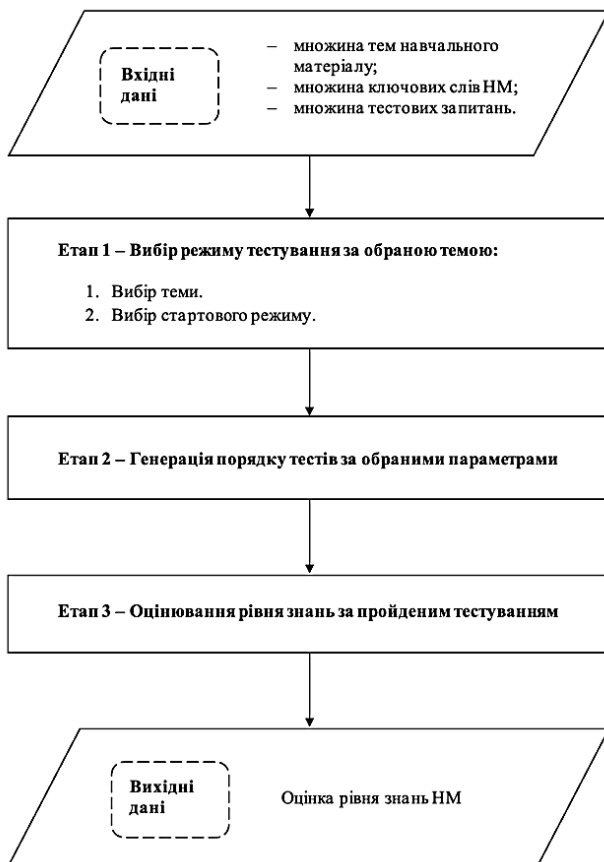


Рисунок 1 – Схема методу адаптивного тестування наявного рівня знань теоретичного навчального матеріалу

Метою роботи є розробка методу адаптивного тестування наявного рівня знань теоретичного навчального матеріалу з використанням продукційних правил та відповідної програмної реалізації на платформі .NET, яка призначена для двох груп користувачів, а саме: інженер із знань та кінцевий користувач, який проходить тестування.

Метод адаптивного тестування наявного рівня знань теоретичного навчального матеріалу з використанням продукційних правил призначений для перетворення даних користувача у вигляді множини тем навчального матеріалу, множини ключових слів навчального матеріалу НМ та тестових запитань у вихідні дані у формі оцінки рівня знань НМ [3, 4]. Схема кроків методу наведена на рисунку 1.

Першим етапом методу є вибір теми НМ з переліку запропонованих та стартового режиму тестування. Наступним етапом є генерація порядку тестових запитань за параметрами, які було обрано. З питань трьох рівнів складності, рандомно обирається 5. Два питання першого рівня (легкого), одне – другого (середнього) та два питання третього (важкого) рівня. Далі формується тестування, послідовність питань та їх складність залежить від обраного параметру на етапі 1. Після переходу з рівня 2 на рівень 1 під час тестування, відповідь на одне питання рівня 1 вибрана неправильно, то тестування завершиться, без можливості відповіді на друге. Адже для отримання мінімальної оцінки потрібно відповісти на усі питання рівня. І останній етап – це оцінювання рівня знань за темою НМ після проходження тестування.

Для відображення динамічних аспектів поведінки системи використовується діаграма діяльності. Ця діаграма, представлена у вигляді блок-схеми, демонструє логіку процедур, бізнес-процесів та потоків роботи шляхом зображення переходів між різними видами діяльності. Вона відображає як послідовні, так і одночасні дії, відображаючи логіку поведінки системи (алгоритм дій) та взаємодію декількох систем. На рисунку 2 наведено відповідну діаграму діяльності (Activity Diagram).

Для початку користувач обирає тему НМ та режим тестування, далі переглядає зміст НМ та ключові слова обраної теми. Потім розпочинає тест, якщо хоче. Якщо так, то він його проходить тестування та отримує результат. Потім користувач має можливість пройти тест знову, або вийти з тесту.

На основі вищеописаного методу адаптивного тестування наявного рівня знань теоретичного навчального матеріалу було спроектовано відповідну архітектуру інформаційної системи, що зображена на рисунку 3. Пропонована інформаційна система складається із ряду підсистем, що будуть розглянуті нижче.

*Підсистема вибору параметрів тестування.* Ця підсистема відповідає за обробку вибраної теми тестування та стартового режиму. Функції цієї підсистеми включають вибір теми навчального матеріалу для тестування, вибір режиму тестування (від найлегшого, від середнього, від найважчого) та перегляд вмісту обраної теми та переліку ключових слів.

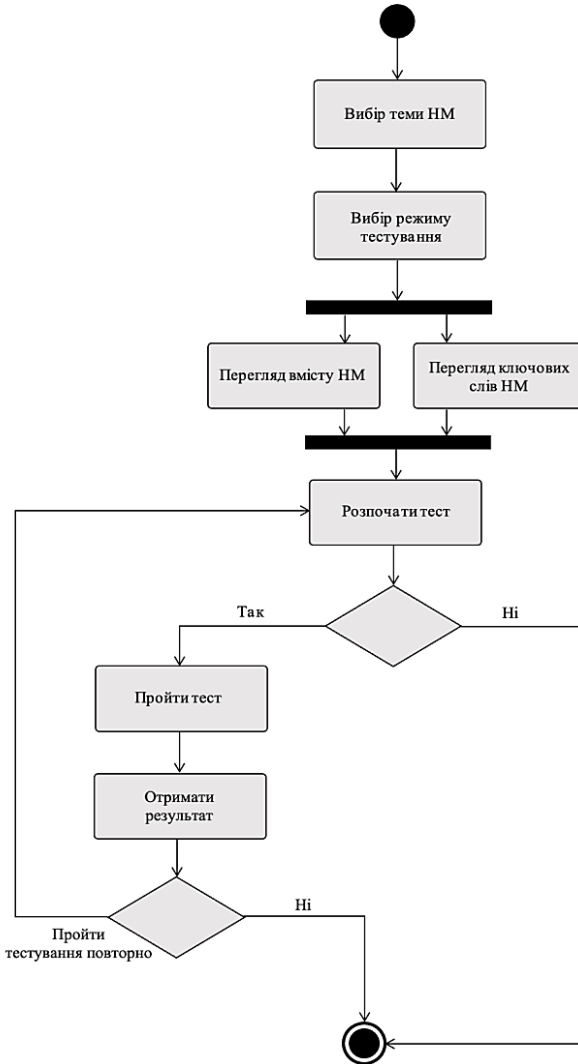


Рисунок 2 – Діаграма діяльності для адаптивного тестування наявного рівня знань теоретичного навчального матеріалу

*Підсистема генерації тестових завдань.* Дана підсистема відповідає за створення тестів залежно від рівня складності. Основні функції цієї підсистеми включають генерацію тестів з різним рівнем складності на основі продукційних

правил та генерацію варіантів питань у різних форматах (множинний вибір, одна відповідь і так далі).

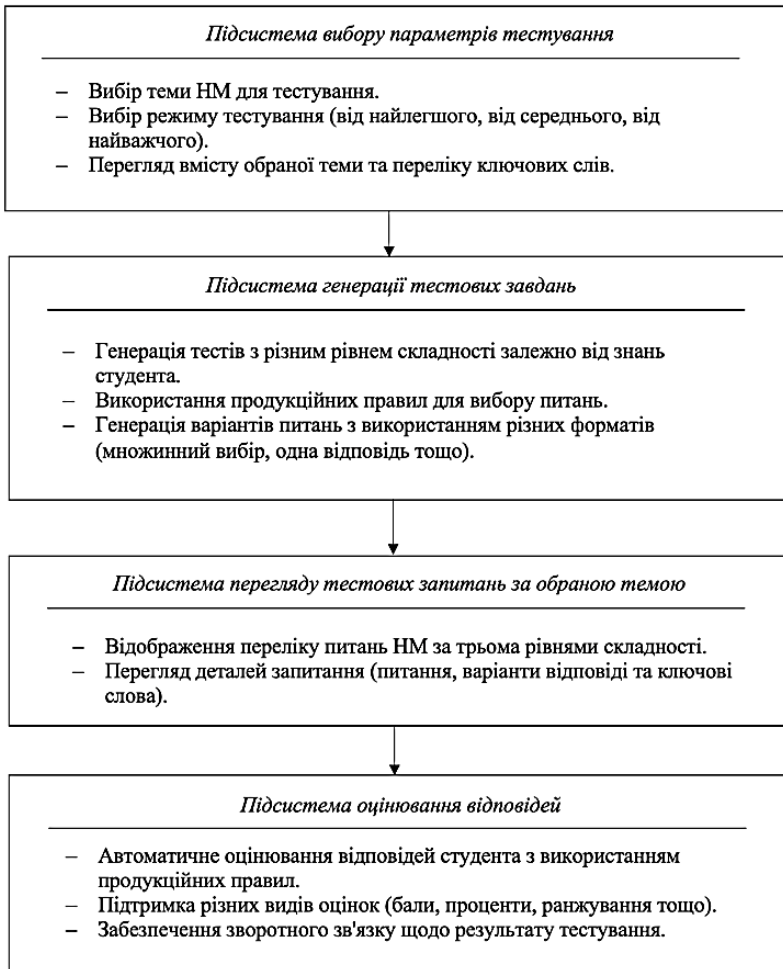


Рисунок 3 – Схема застосунку для адаптивного тестування наявного рівня знань навчального матеріалу

*Підсистема перегляду тестових запитань за обраною темою.* Функції цієї підсистеми включають перегляд переліку питань НМ за трьома рівнями складності (легкого, середнього, важкого), перегляд деталей запитання (питання, варіанти відповіді та ключові слова).

*Підсистема оцінювання відповідей.* Поточна підсистема відповідає за автоматичне оцінювання відповідей студента та надання зворотного зв'язку. Головні функції підсистеми включають автоматичне оцінювання відповідей студента на основі продукційних правил, підтримку різних видів оцінок (бали, відсотки, ранжування тощо) та забезпечення зворотного зв'язку студентів щодо результату тестування.

Отже, ці підсистеми разом забезпечують створення індивідуалізованої системи адаптивного тестування, яка дозволяє студентам ефективно навчатися та покращувати свої знання теоретичного навчального матеріалу.

Виконання поставлених задач відіграє одну з головних ролей в розробці інформаційної структури системи. Нижче на рисунку 4 наведено діаграму класів інформаційної системи.

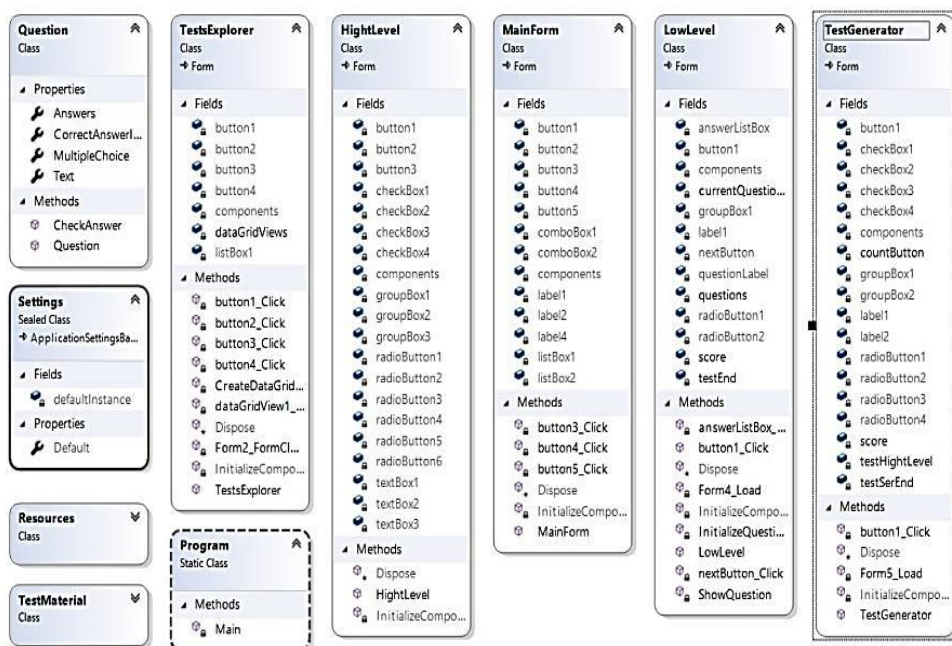


Рисунок 4 – Діаграма класів застосунку для адаптивного тестування наявного рівня знань навчального матеріалу

У класі MainForm реалізовано обробку обраної теми навчального матеріалу, вибору режиму тестування. Клас TestGenerator слугує для генерації тестових запитань різних рівнів складності. TestsExplorer – клас, у якому програмно створено відображення тестових питань обраного рівня складності та їх детальний опис. В

інших класах реалізоване тестування за різними алгоритмами: від найлегшого, від найважчого та від середнього.

Після запуску застосунку для адаптивного тестування наявного рівня знань навчального матеріалу, відкривається головне меню з вибором параметрів для початку проходження тестування (рисунок 5).

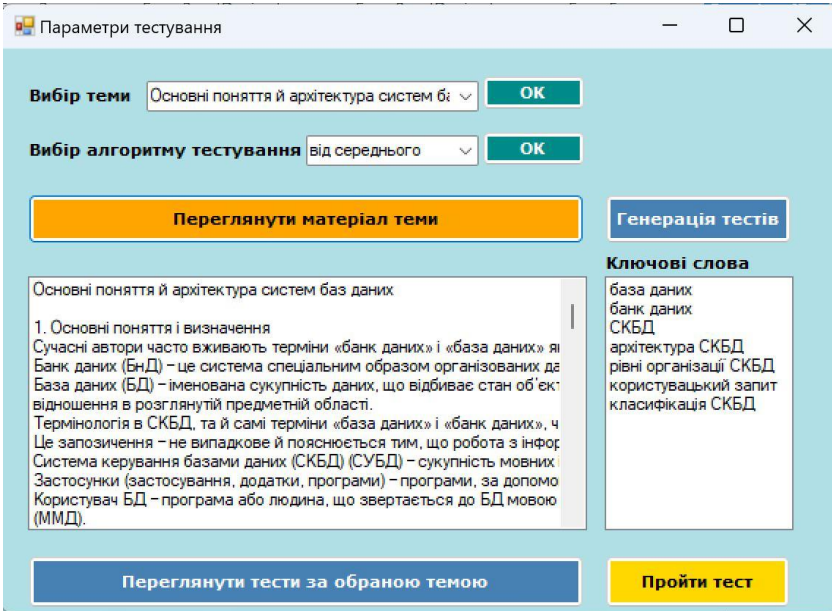


Рисунок 5 – Головне меню застосунку для адаптивного тестування наявного рівня знань навчального матеріалу

Переглянути тести за обраною темою можна обравши відповідну кнопку (рисунок 6).

Повернувшись на екран головного меню, можна розпочати тестування, за допомогою кліка на кнопку «Пройти тест». Далі з'явиться перше питання. Конкретна інструкція по відповіді на це питання буде знаходитись саме над ним. Користувач вибирає варіант відповіді, клацанням на активний кружечок та підтверджує свій вибір кліком на поле «Перейти до наступного запитання» (рисунок 7).

При вірній відповіді на питання, відображається наступне питання (зростаючи по складності вгору), при невірній відповіді засвідчується питання легше по складності.

При відповіді на останнє питання, програма автоматично вказує результат, наприклад: «Ви завершили тестування, оцінка 5», якщо правильно відповіли на всі

запитання (рисунок 8). Та «На жаль, не пройшли тестування», якщо не обрано жодної правильної відповіді (рисунок 9).

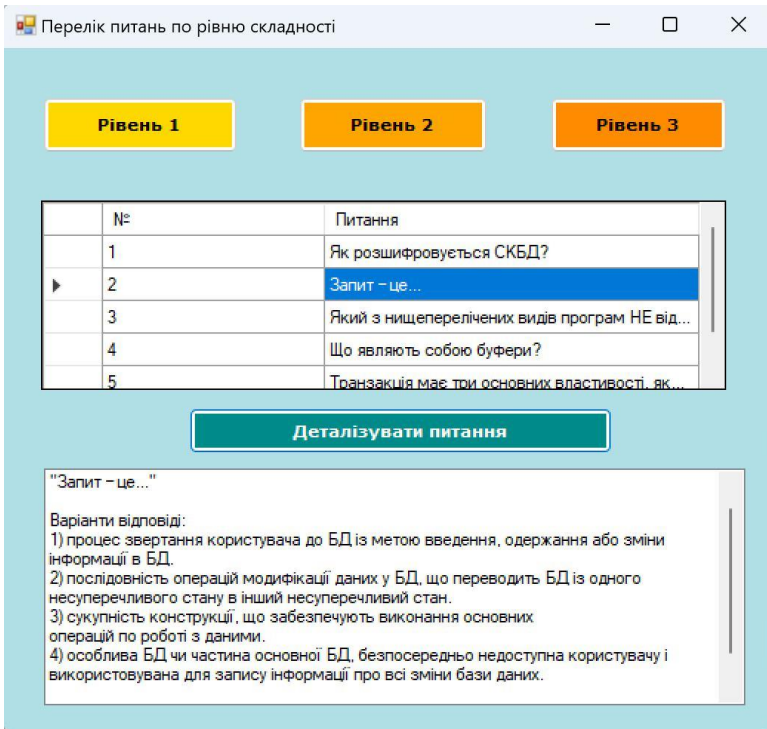


Рисунок 6 – Меню переліку запитань за рівнями складності

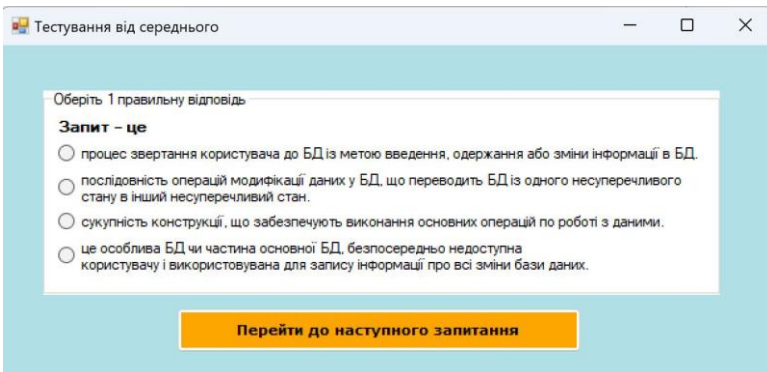


Рисунок 7 – Вигляд запитання після початку тестування

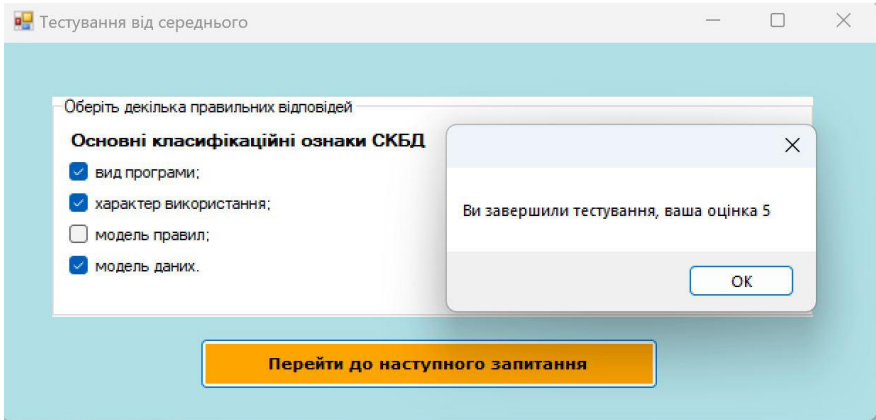


Рисунок 8 – Результат після успішного проходження тесту

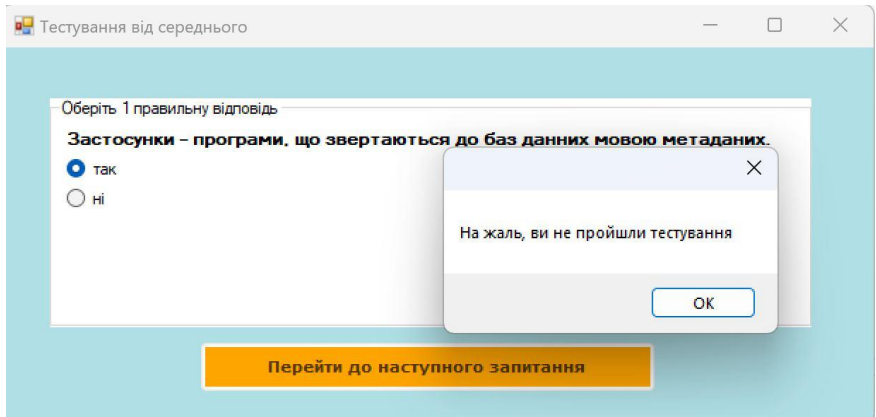


Рисунок 9 – Результат у випадку жодної правильної відповіді

Для дослідження створеного методу, було вирішено протестувати його на групі осіб та порівняти отриманий результат із результатами їхньої успішності з навчальної дисципліни. Спочатку було обрано тему навчального матеріалу з визначеної дисципліни, проведено тест та отримано оцінку з допомогою методу адаптивного тестування, результат показано на рисунку 10 і позначено помаранчевим кольором. Після цього було знайдено оцінки, які отримали студенти під час навчального процесу з обраної теми та внесено на діаграму синім кольором. Порівнявши отримані результати видно, що оцінки мають лише маленькі відхилення, окрім «Особи 4».

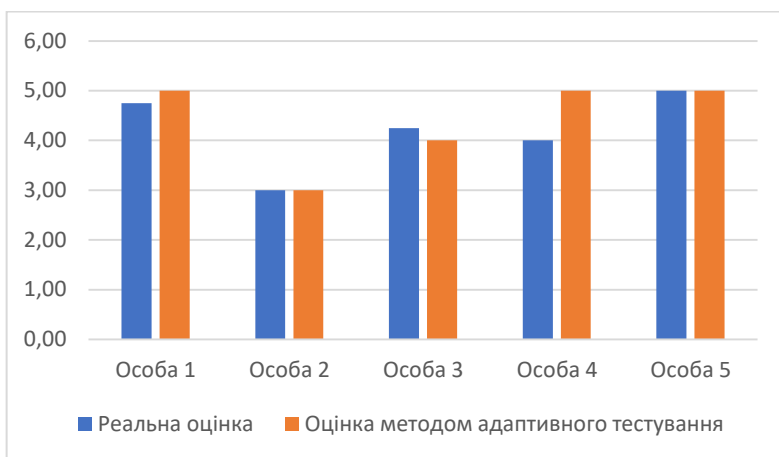


Рисунок 10 – Порівняння наявної та отриманої оцінки з використанням адаптивного методу тестування (ОК №1)

Аналогічно до попереднього дослідження, було проведено ще одне, однак за іншою темою навчального матеріалу. Результат зображено на рисунку 11.

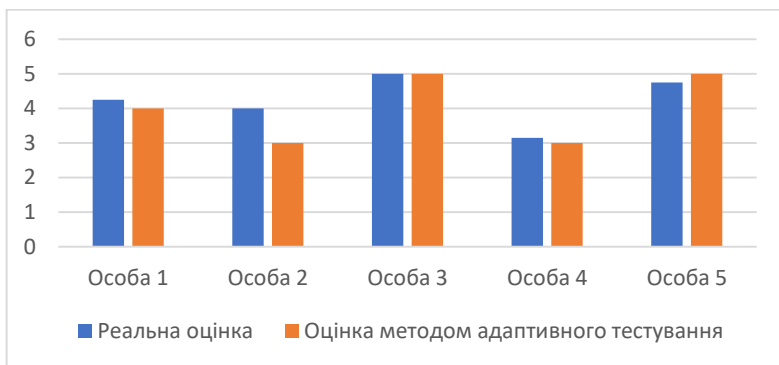


Рисунок 11 – Порівняння наявної та отриманої оцінки з використанням адаптивного методу тестування (ОК №2)

Провівши порівняння отриманих результатів, можна зробити висновок, що оцінки отримані двома способами співпадають, проте мають незначну похибку. Однак оцінки «Особа 2» не співпадають на один бал. Причиною цього є те, що адаптивне тестування глибше перевіряє знання і не дає змогу пропустити прогалини у вивченій темі, в той час як при реальному оцінюванні можуть попасти саме ті питання, які студент знає.

Для дослідження створеного програмного продукту, було вирішено протестувати його на певній групі осіб та порівняти отриманий результат із результатами їхньої успішності з навчальної дисципліни.

Спочатку було обрано тему навчального матеріалу з дисципліни «Проектування баз даних», проведено тест та отримано оцінку з допомогою методу адаптивного тестування, результат показано на рисунку 3.12 і позначено помаранчевим кольором. Після цього було знайдено оцінки, які отримали студенти під час навчального процесу з обраної теми та внесено на діаграму синім кольором.

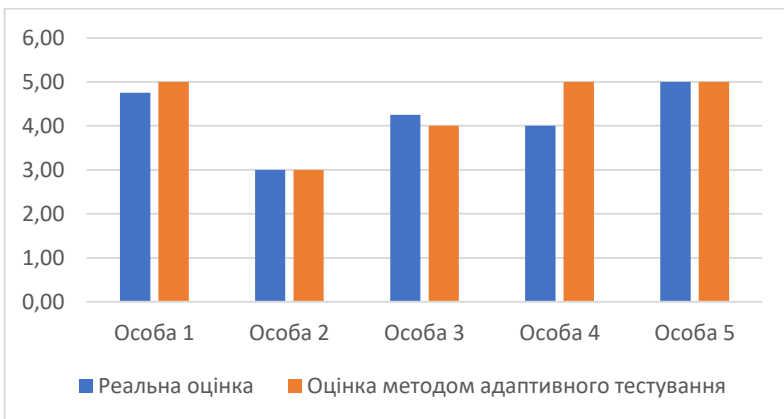


Рисунок 12 – Порівняння наявної та отриманої оцінки з використанням адаптивного методу тестування (ОК №3)

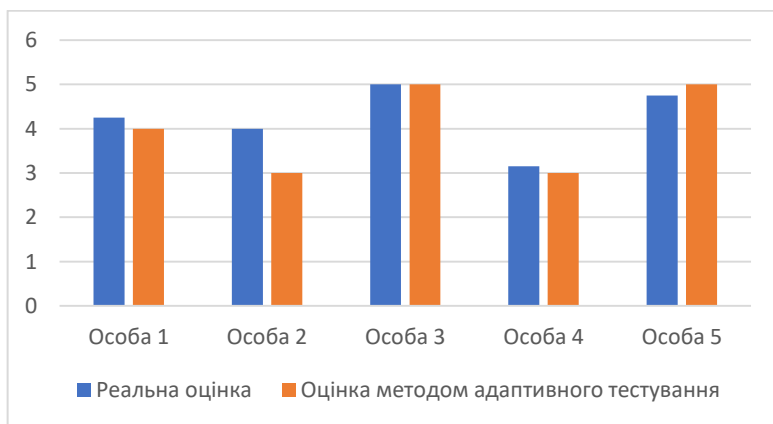


Рисунок 13 – Порівняння наявної та отриманої оцінки з використанням адаптивного методу тестування (ОК №4)

Після цього було знайдено оцінки, які отримали студенти під час навчального процесу з обраної теми та внесено на діаграму синім кольором.

Порівнявши отримані результати видно, що оцінки мають лише маленькі відхилення, окрім «Особи 4». Така неточність може бути спричинена рядом факторів, у данному випадку студент отримав меншу оцінку від викладача через невчасну здачу завдання.

Аналогічно до попереднього дослідження було проведено ще одне, однак за іншою темою навчального матеріалу. Результат зображено на рисунку 13.

Провівши порівняння отриманих результатів, можна зробити висновок, що оцінки отримані двома способами співпадають, проте мають незначну похибку.

Таким чином, було розглянуто метод адаптивного тестування наявного рівня знань теоретичного навчального матеріалу з використанням продукційних правил, який призначений для перетворення даних користувача у вигляді множини тем навчального матеріалу, множини ключових слів теоретичного навчального матеріалу та тестових запитань у вихідні дані у формі оцінки рівня знань теоретичного навчального матеріалу.

### **Перелік посилань**

1. Бармак О. В., Мазурець О. В. Інформаційна технологія гнучкого тестування рівня знань у середовищі MOODLE. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи». Тернопіль 2017. С.254-257.
2. Бармак О. В., Мазурець О. В. Інформаційна модель семантичної структури навчального курсу. Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету» серія: Технічні науки. Хмельницький, 2018, №6, Т.1. С.92-97.
3. Мазурець О. В., Кліменко В. І., Скрипник Т. К. Автоматизоване формування тестових завдань для середовища MOODLE на основі онтології навчального матеріалу. Сучасні технології в механіці: Збірник наукових праць. Хмельницький. 2018. С.160-166.
4. Бармак О. В., Мазурець О. В., Кліменко В. І. Інформаційна технологія автоматизованого формування тестових завдань. Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету» серія: Технічні науки. Хмельницький, 2017, №5. С.93-103.