



ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРА

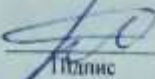
на тему Інформаційна технологія обрахунку параметрів множин тестових завдань

Галузь знань 12 – Інформаційні технології
Шифр і назва галузі знань

Спеціальність 122 – Комп'ютерні науки
Шифр і назва спеціальності

Виконав: студентка 2 курсу, група КНМ-19-1 
Підпис Ініціали, прізвище

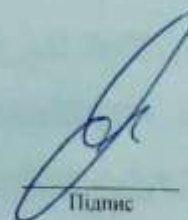
Керівник: ст. викладач кафедри КНІТ 
Підпис Ініціали, прізвище

Нормоконтроль: к.т.н., доцент кафедри КНІТ 
Підпис Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри КНІТ, д.т.н., професор

7 12 2020 р.


Підпис

О.В. Бармак
Ініціали, прізвище

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет програмування та комп'ютерних і телекомунікаційних систем

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Освітній ступінь магістр

Галузь знань 12 – Інформаційні технології

Спеціальність 122 – Комп'ютерні науки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій


(підпис)

д.т.н., професор О.В. Бармак

« 7 » 9 2020 року

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ МАГІСТРА**

1. Тема дипломної роботи магістра: «Інформаційна технологія обрахунку параметрів множин тестових завдань»

2. Завдання видано студентці Придачук Юлії Русланівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

3. Керівник роботи ст. викладач Мазурець Олександр Вікторович
(прізвище, ім'я, по батькові)

4. Затверджені наказом університету від « 9 » 9 2020 р. № 22

5. Зміст пояснювальної записки (перелік задач) та вихідні дані:

Мета роботи – розробка інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань, зокрема загального часу відповіді на тест і оцінку сукупної складності тесту, а також показники потрібного для відповіді на кожне тестове завдання часу й умовної оцінки його складності. За розробки інформаційної технології слід використовувати існуючі елементи семантичної структури інформаційного та тестового навчального матеріалу й враховувати відповідні властивості тестових завдань, які впливають на час відповіді й складність тестового завдання. Також слід створити відповідну інформаційну систему для дослідження практичної ефективності інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань.

Реферат

Дипломна робота магістра присвячена розробці інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань та відповідної інформаційної системи для дослідження практичної ефективності розробленої інформаційної технології.

Актуальність теми. Метод тестових завдань спрямований на те, щоб розвинути активне самостійне мислення студентів, вдосконалити їхнє сприймання та довготривалу пам'ять, навчити не просто механічно запам'ятовувати, а й активно потім відтворювати ці знання на практиці. При виконанні тестових завдань мислення студентів поступово перетворюється в логічне, більш гнучке. Студенти набувають здатності встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, здатність робити логічні висновки. Також відбувається швидкий розвиток вольових якостей; в ході виконання тестів змінюється співвідношення образних, змістових, конкретних і абстрактних понять; формується логічна пам'ять. У зв'язку з цим виникає необхідність пошуку шляхів підвищення якості тестів з метою забезпечення якісного оцінювання навчальних досягнень студентів.

На шляху до контролю та підвищення якості тестів постає задача коректного оцінювання кожного з наявних тестових завдань у тестовій вибірці. Результатом такої оцінки є визначення для кожного з тестових завдань множини параметрів, за якими можна робити висновки як щодо якості даного тестового завдання, так і щодо рекомендацій з його використання.

Для ефективного використання множин тестових завдань для контролю рівня знань використовуються різноманітні асоціації їх із складовими семантичної структури навчального матеріалу чи інших структур класифікації та упорядкування. Це дозволяє проводити різні види нелінійного тестування, найбільш відомим із яких є адаптивне тестування.

На сучасному етапі множини тестових завдань створюються автоматизовано, тому й задача є визначення параметрів для кожного з тестових

завдань також підлягає автоматизації, що й формує актуальність обраного напрямку досліджень. В даному випадку, ставиться мета автоматизованого обрахунку потрібного для відповіді на тестове завдання часу та умовної оцінки складності тестового завдання.

Мета і задачі роботи. Мета роботи полягає у розробці інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань, зокрема загальний часу відповіді на тест і оцінку сукупної складності тесту, а також показники потрібного для відповіді на кожне тестове завдання часу й умовної оцінки його складності. Також слід створити відповідну інформаційну систему для дослідження практичної ефективності інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні задачі дослідження:

1. Провести аналіз відомих підходів до автоматизованого визначення параметрів до множин тестових завдань для підвищення якості використання тестів.

2. Вдосконалити інформаційну модель тесту як множини тестових завдань.

3. Розробити метод обрахунку складності та часу відповіді на тестове завдання.

4. Розробити інформаційну технологію обрахунку параметрів множин тестових завдань.

5. Розробити інформаційну систему обрахунку параметрів множин тестових завдань за створеною інформаційною технологією.

6. Провести прикладне дослідження ефективності інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань.

Дослідження практичної ефективності інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань слід провести шляхом аналізу результатів прикладного застосування відповідної інформаційної системи.

Об'єкт дослідження – множини тестових завдань та автоматизація їх аналізу.

Предмет дослідження – інформаційні технології, моделі та методи обрахунку параметрів множин тестових завдань.

Методи дослідження, застосовані для вирішення поставлених завдань: для розв'язання поставлених задач використовуються основні положення теорії графів, методів аналізу даних, теорії множин; для реалізації інформаційної технології використано об'єктно-орієнтований підхід та методології проектування інформаційних систем.

Наукова новизна одержаних результатів. В результаті проведеної роботи були отримані положення, що містять наукову та інноваційну новизну:

1. Вдосконалено інформаційну модель тесту, яка відрізняється тим, що містить параметри складності та часу відповіді на тестові завдання, а також фактори, які впливають на ці параметри, з метою підвищення ефективності використання множин тестових завдань для контролю рівня знань.

2. Розроблено новий метод обрахунку складності та часу відповіді на тестове завдання, що дозволяє за наявними в інформаційній моделі тесту параметрами автоматизовано обраховувати умовну оцінку складності та рекомендований час відповіді на кожне тестове завдання.

3. Розроблено нову інформаційну технологію обрахунку параметрів множин тестових завдань, що дозволяє з використанням створених моделі та методу за вхідними даними у вигляді множини асоційованих з семантичною структурою навчального матеріалу тестових завдань одержувати вихідні дані у вигляді загального часу відповіді на тест та оцінки сукупної складності тесту, а також значення показників потрібного для відповіді на кожне тестове завдання часу та оцінки його складності.

4. Розроблено нову інформаційну систему обрахунку параметрів множин тестових завдань, що дозволяє за створеною інформаційною технологією проводити для кожного тестового завдання з множини обрахунків значень

потрібного для відповіді часу й оцінки складності, за якими визначати загальний час відповіді на тест і оцінку сукупної складності тесту.

Практичне значення одержаних результатів. Для дослідження ефективності інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань було створено відповідну інформаційну систему, яка виконує наступні основні функції:

- 1) робота з семантичною структурою навчального матеріалу (заголовки, ключові терміни, речення навчального матеріалу та зв'язки);
- 2) робота з тестовими завданнями (запитання, відповіді, зв'язки тестових завдань із семантичною структурою навчального матеріалу);
- 3) вибір рубрики для перевірки рівня його знань тестуванням;
- 4) додавання та видалення тестових завдань з тесту для перевірки рівня знань обраної рубрики;
- 5) обрахунок значень загального часу відповіді на тест та сукупної складності тесту;
- 6) пошук мінімальних та максимальних значень показників часу та складності тесту;
- 7) обрахунок середніх значень за тестом для показників часу та складності;
- 8) формування та відображення висновків – результатів обрахунків, збереження даних;
- 9) обрахунок проміжних даних для кожного тестового завдання;
- 10) обчислення потрібного для відповіді на кожне тестове завдання часу та складності тестового завдання;
- 11) робота з множиною даних налаштування до вагових коефіцієнтів;
- 12) робота з множиною вагових коефіцієнтів для обрахунку складності та тривалості тестових завдань.

Проведене дослідження ефективності інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань виявило, що при визначення часу, потрібного для відповідь на тестове завдання, у 63,29% випадків

досягається одержання достатньо коректних даних. При оцінці складності тестового завдання у 57,19% випадків досягається одержання достатньо коректних даних.

Напрямами практичного використання розробленої інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань є використання як в якості окремого засобу для роботи з тестовими завданнями, так і інтегровано в навчальні середовища, які мають підсистеми тестування рівня знань. За такого застосування, інформаційна технологія дозволяє виконувати для кожного тестового завдання з множини обрахунків значень потрібного для відповіді часу й оцінки складності, за якими визначати загальний час відповіді на тест і оцінку сукупної складності тесту. Також вихідними даними інформаційної технології є мінімальні, максимальні та середні значення показників потрібного для відповіді на тестове завдання часу та їх складності за тестом.

Апробація результатів дипломної роботи магістра та публікації. Основні наукові й практичні результати доповідалися в доповіді на XII Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2020» (9-10 листопада 2020 р.), за темою дипломної роботи автором виконано *наукову публікацію* [43].

Структура та обсяг роботи. Дипломна робота магістра складається з завдання, реферату, змісту, переліку скорочень, вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань із 43 найменувань та 5 додатків. Загальний обсяг дипломної роботи магістра становить 106 сторінок, з них 82 сторінки основного тексту та 24 сторінок додатків. У роботі наведено 31 рисунок та 13 таблиць.

Ключові слова: тестові завдання, тести, ключові терміни, інформаційна модель, інформаційна технологія, інформаційна система.

Зміст

Перелік скорочень	4
Вступ.....	5
Розділ 1	
Сучасний стан технологій обрахунку параметрів множин тестових завдань	10
1.1 Дослідження тестування як методу оцінки рівня знань	10
1.2 Аналіз сучасних засобів комп'ютерного тестування	14
1.3 Аналіз проблем формування тестів.....	17
1.4 Дослідження факторів, що впливають на якість тестів	18
1.5 Постановка задачі.....	20
Висновки до розділу 1	22
Розділ 2	
Розробка складових інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань	23
2.1 Аналіз факторів, які впливають на час відповіді й складність тестового завдання.....	23
2.2 Інформаційна модель тесту.....	24
2.3 Математична модель для обрахунку параметрів множин тестових завдань.....	27
2.3.1 Математична модель для обрахунку параметрів складності тестових завдань.....	27
2.3.2 Математична модель для обрахунку параметрів часу відповіді на тестові завдання	30
2.3.3 Математична модель для обрахунку загального часу відповіді на тест й оцінки сукупної складності тесту.....	32
2.4 Метод обрахунку складності та часу відповіді на тестове завдання.....	33
Висновки до розділу 2	35

Розділ 3

Інформаційна технологія та інформаційна система обрахунку параметрів множин тестових завдань	37
3.1 Схема інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань	37
3.2 Розробка інформаційної системи обрахунку параметрів множин тестових завдань	40
3.3 Аналіз засобів реалізації інформаційної системи	43
3.4 Проектування структури бази даних інформаційної системи	45
Висновки до розділу 3	52

Розділ 4

Дослідження ефективності інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань	54
4.1 Розробка дослідницької інформаційної системи	54
4.2 Дослідження функціональності інформаційної системи	59
4.3 Тестування інформаційної системи обрахунку параметрів множин тестових завдань	63
4.4 Дослідження ефективності інформаційної технології	69
Висновки до розділу 4	73
Загальні висновки	75
Перелік посилань	78

Додатки

Перелік скорочень

Скорочення, термін, позначення	Пояснення
ІС	Інформаційна система
ІТ	Інформаційна технологія
БД	База даних
ДРМ	Дипломна робота магістра
КН	Комп'ютерні науки
ТЗ	Тестове завдання
СКБД	Система керування базами даних

Вступ

Дипломна робота магістра присвячена розробці інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань та відповідної інформаційної системи для дослідження практичної ефективності розробленої інформаційної технології.

Актуальність теми. Метод тестових завдань спрямований на те, щоб розвинути активне самостійне мислення студентів, вдосконалити їхнє сприймання та довготривалу пам'ять, навчити не просто механічно запам'ятовувати, а й активно потім відтворювати ці знання на практиці [1]. При виконанні тестових завдань мислення студентів поступово перетворюється в логічне, більш гнучке. Студенти набувають здатності встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, здатність робити логічні висновки [2]. Також відбувається швидкий розвиток вольових якостей; в ході виконання тестів змінюється співвідношення образних, змістових, конкретних і абстрактних понять; формується логічна пам'ять [3]. У зв'язку з цим виникає необхідність пошуку шляхів підвищення якості тестів з метою забезпечення якісного оцінювання навчальних досягнень студентів.

На шляху до контролю та підвищення якості тестів постає задача коректного оцінювання кожного з наявних тестових завдань у тестовій вибірці. Результатом такої оцінки є визначення для кожного з тестових завдань множини параметрів, за якими можна робити висновки як щодо якості даного тестового завдання, так і щодо рекомендацій з його використання.

Для ефективного використання множин тестових завдань для контролю рівня знань використовуються різноманітні асоціації їх із складовими семантичної структури навчального матеріалу чи інших структур класифікації та упорядкування. Це дозволяє проводити різні види нелінійного тестування, найбільш відомим із яких є адаптивне тестування [4].

На сучасному етапі множини тестових завдань створюються автоматизовано [5, 6], тому й задача є визначення параметрів для кожного з тестових завдань також підлягає автоматизації, що й формує актуальність обраного напрямку досліджень. В даному випадку, ставиться мета автоматизованого обрахунку потрібного для відповіді на тестове завдання часу та умовної оцінки складності тестового завдання.

Мета і задачі роботи. Мета роботи полягає у розробці інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань, зокрема загальний часу відповіді на тест і оцінку сукупної складності тесту, а також показники потрібного для відповіді на кожне тестове завдання часу й умовної оцінки його складності. Також слід створити відповідну інформаційну систему для дослідження практичної ефективності інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні задачі дослідження:

1. Провести аналіз відомих підходів до автоматизованого визначення параметрів до множин тестових завдань для підвищення якості використання тестів.
2. Вдосконалити інформаційну модель тесту як множини тестових завдань.
3. Розробити метод обрахунку складності та часу відповіді на тестове завдання.
4. Розробити інформаційну технологію обрахунку параметрів множин тестових завдань.
5. Розробити інформаційну систему обрахунку параметрів множин тестових завдань за створеною інформаційною технологією.
6. Провести прикладне дослідження ефективності інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань.

Дослідження практичної ефективності інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань слід провести шляхом аналізу результатів прикладного застосування відповідної інформаційної системи.

Об'єкт дослідження – множини тестових завдань та автоматизація їх аналізу.

Предмет дослідження – інформаційні технології, моделі та методи обрахунку параметрів множин тестових завдань.

Методи дослідження, застосовані для вирішення поставлених завдань: для розв'язання поставлених задач використовуються основні положення теорії графів, методів аналізу даних, теорії множин; для реалізації інформаційної технології використано об'єктно-орієнтований підхід та методології проектування інформаційних систем.

Наукова новизна одержаних результатів. В результаті проведеної роботи були отримані положення, що містять наукову та інноваційну новизну:

1. Вдосконалено інформаційну модель тесту, яка відрізняється тим, що містить параметри складності та часу відповіді на тестові завдання, а також фактори, які впливають на ці параметри, з метою підвищення ефективності використання множин тестових завдань для контролю рівня знань.

2. Розроблено новий метод обрахунку складності та часу відповіді на тестове завдання, що дозволяє за наявними в інформаційній моделі тесту параметрами автоматизовано обраховувати умовну оцінку складності та рекомендований час відповіді на кожне тестове завдання.

3. Розроблено нову інформаційну технологію обрахунку параметрів множин тестових завдань, що дозволяє з використанням створених моделі та методу за вхідними даними у вигляді множини асоційованих з семантичною структурою навчального матеріалу тестових завдань одержувати вихідні дані у вигляді загального часу відповіді на тест та оцінки сукупної складності тесту, а також значення показників потрібного для відповіді на кожне тестове завдання часу та оцінки його складності.

4. Розроблено нову інформаційну систему обрахунку параметрів множин тестових завдань, що дозволяє за створеною інформаційною технологією проводити для кожного тестового завдання з множини обрахунків значень потрібного для відповіді часу й оцінки складності, за якими визначати загальний час відповіді на тест і оцінку сукупної складності тесту.

Практичне значення одержаних результатів. Для дослідження ефективності інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань було створено відповідну інформаційну систему, яка виконує наступні основні функції:

- 1) робота з семантичною структурою навчального матеріалу (заголовки, ключові терміни, речення навчального матеріалу та зв'язки);
- 2) робота з тестовими завданнями (запитання, відповіді, зв'язки тестових завдань із семантичною структурою навчального матеріалу);
- 3) вибір рубрики для перевірки рівня його знань тестуванням;
- 4) додавання та видалення тестових завдань з тесту для перевірки рівня знань обраної рубрики;
- 5) обрахунок значень загального часу відповіді на тест та сукупної складності тесту;
- 6) пошук мінімальних та максимальних значень показників часу та складності тесту;
- 7) обрахунок середніх значень за тестом для показників часу та складності;
- 8) формування та відображення висновків – результатів обрахунків, збереження даних;
- 9) обрахунок проміжних даних для кожного тестового завдання;
- 10) обчислення потрібного для відповіді на кожне тестове завдання часу та складності тестового завдання;
- 11) робота з множиною даних налаштування до вагових коефіцієнтів;

12) робота з множиною вагових коефіцієнтів для обрахунку складності та тривалості тестових завдань.

Проведене дослідження ефективності інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань виявило, що при визначення часу, потрібного для відповідь на тестове завдання, у 63,29% випадків досягається одержання достатньо коректних даних. При оцінці складності тестового завдання у 57,19% випадків досягається одержання достатньо коректних даних.

Напрямами практичного використання розробленої інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань є використання як в якості окремого засобу для роботи з тестовими завданнями, так і інтегровано в навчальні середовища, які мають підсистеми тестування рівня знань. За такого застосування, інформаційна технологія дозволяє виконувати для кожного тестового завдання з множини обрахунків значень потрібного для відповіді часу й оцінки складності, за якими визначати загальний час відповіді на тест і оцінку сукупної складності тесту. Також вихідними даними інформаційної технології є мінімальні, максимальні та середні значення показників потрібного для відповіді на тестове завдання часу та їх складності за тестом.

Апробація результатів дипломної роботи магістра та публікації. Основні наукові й практичні результати доповідалися в доповіді на XII Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2020» (9-10 листопада 2020 р.), за темою дипломної роботи автором виконано *наукову публікацію* [43].

Структура та обсяг роботи. Дипломна робота магістра складається з завдання, реферату, змісту, переліку скорочень, вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань із 43 найменувань та 5 додатків. Загальний обсяг дипломної роботи магістра становить 106 сторінок, з них 82 сторінки основного тексту та 24 сторінок додатків. У роботі наведено 31 рисунок та 13 таблиць.

Розділ 1

Сучасний стан технологій обрахунку параметрів множин тестових завдань

1.1 Дослідження тестування як методу оцінки рівня знань

В ході науково-технічного прогресу відбулося зростання ролі науки для подальшого розвитку суспільства. Збільшення значення науки в суспільному розвитку зумовлює зростання ролі освіти, тому що працювати із складною технікою можуть тільки висококваліфіковані працівники. Підготовка відповідних спеціалістів відбувається в вищих та професійно-технічних навчальних закладах [7].

Система навчання – багатогранний процес, який складається з цілого ряду взаємопов'язаних елементів. Серед них важливе місце посідає контроль знань, умінь і навичок, тобто організація зворотного зв'язку як засобу управління навчально-виховним процесом [8]. Для визначення якісного та кількісного рівня відповідності знань і вмінь людини, яку навчають, взірцевій моделі результату навчання застосовують – контроль знань [9]. Контроль знань може бути проведений за допомогою: тестування, методів усного, письмового, практичного контролю і спостережень. Результатом проведення контролю знань є отримання даних, що враховуються під час формування оцінки. Оцінка включає в себе бал (тобто цифрову або символічну форму вираження), оцінні судження (коротку характеристику результатів учіння, їх позитивних моментів і недоліків) та емоційне ставлення (виражається у міміці, жестах, модуляції голосу) [10]. Оскільки на формування оцінки може впливати особисте ставлення викладача то можна поставити під сумнів об'єктивність отриманої оцінки. Однак дана проблема вирішується при використанні тестування як форми контролю рівня знань.

Тестування є методом вимірювання певних властивостей особи за допомогою тесту. Тест – це інструмент, що призначений для вимірювання

ступеня навченості випробуваної особи, який складається з системи тестових завдань, стандартизованої процедури проведення, обробки та аналізу результатів [11]. Зміст будь-якого тесту по деякій дисципліні повинен відповідати дійсній навчальній програмі цієї дисципліни. Навчальна програма дисципліни складається з модулів, які є логічно завершеними одиницями навчального матеріалу. В модуль входять теми з яких і формуються тестові завдання. Зміст та кількість модулів визначається автором навчальної програми, виходячи з цілей навчання та принципів структуризації навчального матеріалу [12]. Створення тестових завдань відбувається на основі вибраного модулю навчального матеріалу. Для створення коректних тестових завдань потрібно притримуватися деяких правил:

- кожне тестове завдання повинне виражати одну думку; якщо твердження складне, то формулювання потрібно розділити на декілька пунктів або скоротити;

- при формулюванні тестового завдання необхідно користуватися чіткою зрозумілою мовою, не використовувати багатозначних понять, рідко вживаних слів, діалектизмів, сленгу;

- намагатися використовувати прості речення;

- завдання мають формуватися на матеріалі вивченому вході вивчення предмета;

- неправильні відповіді до тестових завдань мають бути правдоподібними та стосуватися предмету з якого проводиться тестування [13].

Ефективне використання тестування як методу оцінки призвело до появи та подальшого використання великої кількості різноманітних тестів, що зумовило необхідність їхньої класифікації. Проблемою класифікації тестів займалася велика кількість спеціалістів, серед яких: В. Аванесов, А. Анастасі, В. Беспалько, І. Булах, М. Розенберг та ін. [14]. Відповідно до розроблених класифікацій тестові завдання можуть бути створенні в одній з чотирьох форм:

Перша форма – завдання з вибором однієї або декількох правильних відповідей. Тестове завдання розроблене в даній формі складається з двох частин: умови та варіантів відповідей. Завдання розроблені в першій формі мають три типи відповідей: одна правильна відповідь, найбільш повна відповідь та декілька правильних відповідей.

Друга форма – завдання з відкритою відповіддю. До таких завдань відносяться: завдання з пропусками, завдання на продовження думки (доповнення), завдання з короткою та розгорнутою відповіддю. В завданнях даної форми немає переліку правильних відповідей, особі що проходить тест даного формату необхідно самій сформулювати відповідь та вписати її у відведеному місці.

Третя форма – завдання на встановлення відповідності. Формат даного типу завдань належить до категорії логічних пар, що також іменується як формат розширеного вибору. Завдання цього типу вимагають встановлення відповідності між елементами двох стовбців, де першому стовбцеві відповідає перелік вихідних умов, а другому перелік відповідей.

Четверта форма – завдання на встановлення правильної послідовності. Завдання розроблені в даній формі вимагають розміщення елементів в правильній послідовності [15].

Якість розробленого тестового завдання можна оцінити розрахувавши коефіцієнти складності і дискримінативності.

Коефіцієнт складності тестового завдання розраховує відсоток випробуваних, що правильно виконали завдання. Чим більше значення цього коефіцієнту, тим легшим вважається розроблене завдання. Ідеальним значенням коефіцієнту складності для тестового завдання є 50 – 60 %.

Коефіцієнт дискримінативності тестового завдання показує здатність завдання розділяти осіб що виконували завдання на кращих та гірших [13].

Розвиток інформаційних технологій призвів до переходу від бланкового тестування до комп'ютерного. Комп'ютерне тестування – це автоматизоване

тестування на базі спеціалізованих комп'ютерних програм [16]. Перевагами використання комп'ютерного тестування є:

- оперативність статистичної обробки результатів контролю;
- забезпечення індивідуальності процедури контролю;
- підвищення об'єктивності контролю й виключення суб'єктивних факторів (утома викладача і його емоційність або поганий настрій, відсутність часу для особистого спілкування з студентами тощо);
- забезпечення можливості викладачеві швидкої перевірки знань великої кількості студентів, за різними темами, виконанню завдань по дисципліні в комплексі;
- доступності й рівноправності всіх учасників процедури тестування;
- можливість застосовувати для виконання тестових завдань мультимедійні можливості комп'ютерів [17].

До недоліків використання комп'ютерного тестування можна віднести те, що комп'ютер не може інтерпретувати нечітку відповідь на користь студента.

Беручи до уваги всі переваги та недоліки комп'ютерного тестування очевидним є те, що у порівнянні з іншими засобами оцінки рівня знань, тестування є достатньо об'єктивним та якісним та значно зменшує вплив суб'єктивних факторів на отриману оцінку. Для ефективного використання множин тестових завдань для визначення рівня знань використовуються різноманітні їх зв'язки із складовими семантичної структури навчального матеріалу чи інших способів класифікації й упорядкування. Це дозволяє проводити різноманітні види нелінійного тестування, найбільш відомим з яких є адаптивне тестування [18].

1.2 Аналіз сучасних засобів комп'ютерного тестування

На сьогоднішній день у світі існує велика кількість систем комп'ютерного тестування, серед яких найпопулярнішими визначаються «Moodle» та «ProProfs» [19].

«Moodle» – безкоштовне модульне об'єктно-орієнтоване динамічне навчальне середовище, яке надає викладачам, учням та адміністраторам розвинутий набір інструментів для комп'ютеризованого навчання, в тому числі дистанційного [20] (рисунок 1.1). Середовище «Moodle» складається з великої кількості навчальних елементів (модулів), до числа яких входять: «Тест», «Семінар», «Ресурс», «Завдання» та інші. В модулі «Тест» реалізована автоматична перевірка відповідей за допомогою якої викладач може швидко отримувати результати робіт багатьох студентів. Тести розроблені за допомогою навчального елемента «Тест» можуть містити такі типи запитань:

- множинний вибір – питання з вибором однієї або декількох правильних відповідей;
- есе – відповідь на даний тип запитання може складатися з декількох речень, або абзаців; оцінка такого типу запитань проводиться викладачем вручну;
- перетягування в тексті – завдання даного типу вимагають заповнення пропусків в тексті шляхом перетягування доступних відповідей;
- коротка відповідь – завдання в якому для відповіді потрібно ввести правильне слово;
- числова відповідь – для відповіді потрібно ввести число;
- логічного вибору – в даного типу запитань є два варіанти відповідей «так» та «ні» [21].

Приклад тестового завдання створеного за допомогою системи «Moodle» зображено на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Приклад тестового завдання створеного в системі «Moodle» [22]

До переваг системи «Moodle» можна віднести відкритий вихідний код та можливість інтеграції власних програмних модулів. Мінусами даної системи є: достатньо високий поріг входу, через наявність великої кількості модулів; відсутність готової бази тестових завдань; відсутність можливості перегляду курсу, якщо користувач не підписаний на нього.



Рисунок 1.2 – Головна сторінка сервісу «ProProfs» [23]

Наступним розглянутим засобом комп'ютерного тестування є безкоштовний сервіс для створення тестів «ProProfs» [23] (рисунок 1.2). Даний сервіс дозволяє легко створювати та красиво оформлювати тести.

До переваг сервісу «ProProfs» можна віднести можливість прикріплення до тесту відео та аудіо; наявність готової бібліотеки тестів; а також можливість створення власного теми для оформлення тесту. Приклад тестового завдання створеного за допомогою сервісу «ProProfs» зображено на рисунку 1.3.

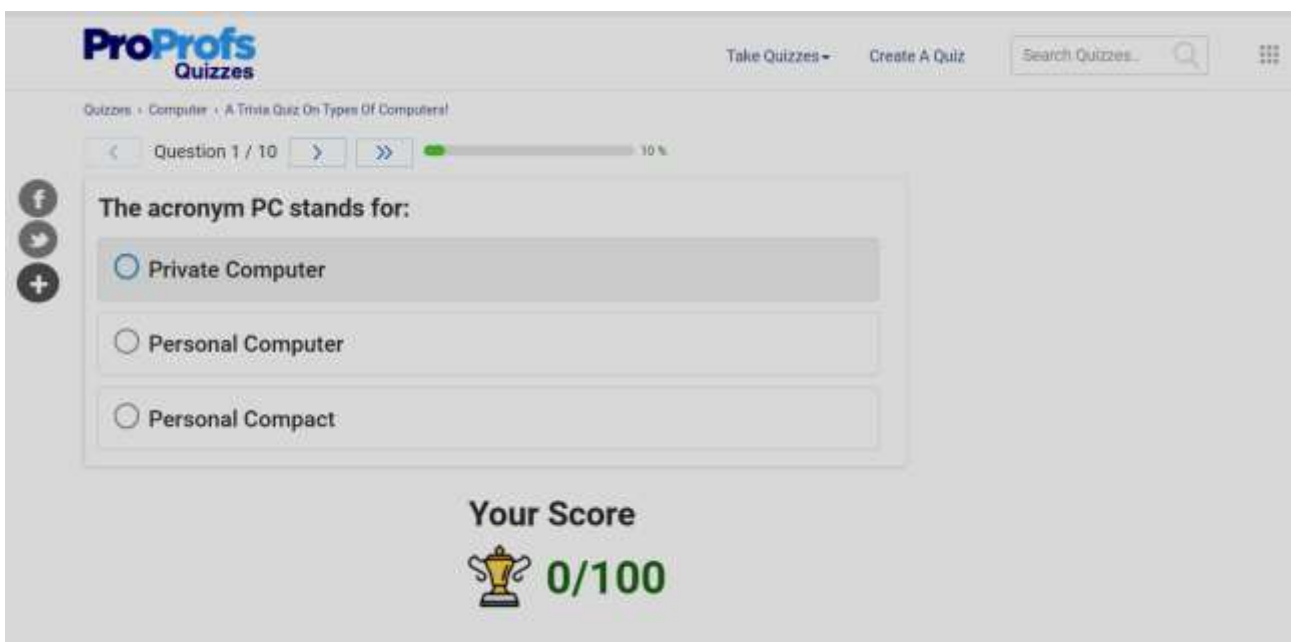


Рисунок 1.3 – Тестового завдання створене в «ProProfs» [23]

Мінусами сервісу «ProProfs» є наявність великої кількості реклами, яка інколи заважає при проходженні тесту; відсутня можливість встановлення тривалості завдання, якщо завдання вибране з готової бібліотеки тестів; для більшості автоматично створених тестів відсутнє обмеження в часі.

Отже, на даний момент існує ряд систем, що надають можливість проведення комп'ютерного тестування. Виконавши аналіз найпопулярніших із них, було виявлено, що жодний з аналізованих прикладів не проводить всіх необхідних розрахунків для визначення рівня ефективності розробленого тесту й немає автоматизованих засобів визначення потрібного на тестування часу. Тому

можна зробити висновок, що розробка інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань є актуальною.

1.3 Аналіз проблем формування тестів

Однією з головних проблем формування тестів є кількість тестових завдань у них та час, за який дана кількість має виконуватись. Кількість тестових завдань не повинна бути занадто малою, оскільки перевірка знань може стати лотереєю. Мінімальний кількісний склад контрольного тесту повинен становити 25-30 тестових завдань [24].

Кількість тестових завдань не повинна бути і занадто великою, оскільки час тестування збільшиться, а тоді накопичується втома [25]. В результаті втоми оцінюється не рівень знань, а витривалість.

В педагогічному тесті завдання впорядковуються за принципом зростаючої складності. Це упорядкування здійснюється таким чином, щоб студенти, що найбільше підготовлені були здатні надати правильні відповіді на завдання самого високого рівня складності, які розміщені в кінці тесту.

Складність завдання може визначатися двояко: - на підставі аналізу, заснованому, на визначенні передбачуваної кількості операцій того чи іншого характеру, необхідних для успішного виконання завдань; - після емпіричної апробації завдань, та відповідного оброблення результатів на підставі підрахунку частки неправильних відповідей [26].

Показник складності завдання розглядається як один з найважливіших факторів тесту, яким визначається його структурний та системний характер.

У процесі створення тестів варто дотримуватися стандартизації, що враховує валідність, точність та об'єктивність запитань [27].

При створенні тестів виникають труднощі, які переважно пов'язані з відсутністю чіткої методологічної бази та недостатністю практичного досвіду. Для коректної реалізації тестів, необхідні науково-педагогічні матеріали для

вивчення теоретичних питань педагогічної тестології, попередньої оцінки їхньої якості, статистичного опрацювання результатів тестування та використання комп'ютерної техніки під час тестування [28].

Для перевірки впливу тестування на студентів було проведено дослідження [29], результаті якого було встановлено, що впровадження комп'ютерно-орієнтованої методики оцінювання якості тестів сприяє розвитку у викладачів вишів розвитку компетентності та покращенню контролю знань студентів.

1.4 Дослідження факторів, що впливають на якість тестів

Для оцінки якості тестів необхідно враховувати певний перелік характеристик [29]:

- час тестування;
- складність;
- зміст;
- кількість тестових завдань.

Час відведений на тестування відіграє важливу роль при їх вирішенні. На початку створення, необхідно прорахувати визначену тривалість тестування відповідно до кількості тестових завдань. Обсяг завдання має визначатись так, щоб студент міг виконати його за відведений проміжок часу. Для правильного розрахунку часу тестування враховують довжину та складність тесту. Також, необхідно слідкувати за часом виконання тесту, щоб не перевантажувати студентів [30].

З метою оцінювання й забезпечення якості освіти студентів, застосовують тестові завдання різного рівня складності [31]:

- *перший рівень* – знайомство й розвиток уявлення: студенти можуть ідентифікувати, розрізнити та об'єднувати досліджувані об'єкти та процеси.;

- *другий рівень* – відтворення й повторення: студенти відтворюють інформацію, операції, дії та вирішують типові завдання;
- *третій рівень* – набуття знань, умінь і навичок: студенти виконують дії в нових умовах, вносять зміни в процеси, вирішують нестандартні завдання;
- *четвертий рівень* – прояв творчості: студенти досліджують, конструюють та експериментують.

Завдання повинні відповідати структурі й змісту навчальної дисципліни чи курсу, з якого визначається рівень знань, умінь, та охоплювати весь вивчений навчальний матеріал [32].

Ряд авторів (А. Anastasi, G. Rasch, В. Аванесов, М. Челишкова та ін.) виділяють 4 основні типи завдань в тестовій формі [33]:

- формат А – тестові завдання з однією відповіддю;
- формат Х – тестові завдання множинного вибору;
- формат N – тестові завдання з кількома найкращими відповідями;
- формат В – тестові завдання логічних пар або визначення відповідності.

Критеріями вибору й формулювання змісту тестового завдання можна назвати:

- відповідність елементам знань, умінь й навичок, що перевіряються;
- попередження випадкового вгадування;
- компактність (стислість) і точність (чіткість), логічність, доступність формулювання.

Тест не повинен містити занадто багато вторинних термінів, чи несуттєвих деталей, які зосереджені на механічній пам'яті [28].

Більша половина питань, що входять у підсумкове завдання, повинна передбачати відтворення й формулювання визначень, правил, законів. Інша частина повинна містити такі завдання, щоб студенти могли продемонструвати своє вміння використовувати теоретичні знання в практичній діяльності [34].

Отже, з метою контролю та підвищення якості тестів постає задача коректного оцінювання кожного із наявних тестових завдань в тестовій вибірці. Результатом такої оцінки є визначення для кожного з тестових завдань множини параметрів, за якими можна робити висновки як щодо якості даного тестового завдання, так і щодо рекомендацій із його використання.

1.5 Постановка задачі

Мета дипломної роботи магістра полягає у розробці інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань, зокрема загального часу відповіді на тест і оцінку сукупної складності тесту, а також показники потрібного для відповіді на кожне тестове завдання часу й умовної оцінки його складності. Також слід створити відповідну інформаційну систему для дослідження практичної ефективності інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні *задачі дослідження*:

1. Провести аналіз відомих підходів до автоматизованого визначення параметрів до множин тестових завдань для підвищення якості використання тестів.
2. Вдосконалити інформаційну модель тесту як множини тестових завдань.
3. Розробити метод обрахунку складності та часу відповіді на тестове завдання.
4. Розробити інформаційну технологію обрахунку параметрів множин тестових завдань.
5. Розробити інформаційну систему обрахунку параметрів множин тестових завдань за створеною інформаційною технологією.
6. Провести прикладне дослідження ефективності інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань.

За розробки інформаційної технології слід використовувати існуючі елементи семантичної структури інформаційного та тестового навчального матеріалу й враховувати відповідні властивості тестових завдань, які впливають на час відповіді й складність тестового завдання.

Дослідження практичної ефективності інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань слід провести шляхом аналізу результатів прикладного застосування відповідної інформаційної системи.

Інформаційна система обрахунку параметрів множин тестових завдань для коректного дослідження практичної ефективності інформаційної технології має виконувати наступні основні функції:

- робота з семантичною структурою навчального матеріалу (заголовки, ключові терміни, речення навчального матеріалу та зв'язки);
- робота з тестовими завданнями (запитання, відповіді, зв'язки тестових завдань із семантичною структурою навчального матеріалу);
- вибір рубрики для перевірки рівня його знань тестуванням;
- додавання та видалення тестових завдань з тесту для перевірки рівня знань обраної рубрики;
- обрахунок значень загального часу відповіді на тест та сукупної складності тесту;
- пошук мінімальних та максимальних значень показників часу та складності тесту;
- обрахунок середніх значень за тестом для показників часу та складності;
- формування та відображення висновків – результатів обрахунків, збереження даних;
- обрахунок проміжних даних для кожного тестового завдання;
- обчислення потрібного для відповіді на кожне тестове завдання часу та складності тестового завдання;
- робота з множиною даних налаштування до вагових коефіцієнтів;

– робота з множиною вагових коефіцієнтів для обрахунку складності та тривалості тестових завдань.

Висновки до розділу 1

В розділі за результатом дослідження тестування як методу оцінки рівня знань визначено, що для ефективного використання множин тестових завдань для визначення рівня знань використовуються різноманітні їх зв'язки із складовими семантичної структури навчального матеріалу чи інших способів класифікації й упорядкування, що дозволяє проводити різноманітні види нелінійного тестування, зокрема адаптивного тестування. З метою контролю та підвищення якості тестів постає задача коректного оцінювання кожного із наявних тестових завдань в тестовій вибірці. Результатом такої оцінки є визначення для кожного з тестових завдань множини параметрів, за якими можна робити висновки як щодо якості даного тестового завдання, так і щодо рекомендацій із його використання.

Тому метою дипломної роботи магістра поставлено розробку інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань, зокрема загального часу відповіді на тест й оцінки сукупної складності тесту, а також показники потрібного для відповіді на кожне тестове завдання часу й умовної оцінки його складності. Також слід створити відповідну інформаційну систему для дослідження практичної ефективності інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань. При цьому, за розробки інформаційної технології слід використовувати існуючі елементи семантичної структури інформаційного та тестового навчального матеріалу й враховувати відповідні властивості тестових завдань, які впливають на час відповіді й складність тестового завдання.

Розділ 2

Розробка складових інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань

2.1 Аналіз факторів, які впливають на час відповіді й складність тестового завдання

З метою контролю та підвищення якості використання тестів визначається актуальною задачею коректного оцінювання кожного з наявних тестових завдань у тестовій вибірці. Результатом такої оцінки є визначення для кожного з тестових завдань множини параметрів, за якими можна робити висновки щодо якості даного тестового завдання і щодо рекомендацій з його використання.

В даному випадку, ставиться задача автоматизованого обрахунку потрібного для відповіді на тестове завдання часу й умовної оцінки складності тестового завдання.

Фактори, що впливають на складність тестового завдання:

- тип тестового завдання – через необхідність виконання дій різного ступеню складності для тестових завдань різних типів;
- кількість слів (символів) у тестовому завданні (в запитанні і всіх відповідях) – через необхідність сприйняти великий обсяг інформації для спроможності відповідати на тестове завдання;
- наявність вкладених об'єктів (рисуноків, формул, таблиць тощо) у тестовому завданні (в запитанні, всіх відповідях і дистракторах) – через необхідність переключення уваги з текстового контенту та сприйняття відповідного обсягу інформації з об'єкту для спроможності відповідати на тестове завдання;
- рівень складності ключового терміна, який перевіряється тестовим завданням – безпосередньо вимагає відповідного рівня заглиблення в одержані знання й розуміння первісних термінів;

– ступінь дисперсії використаного контенту – через необхідність одночасного засвоєння і відтворення кількох відповідних окремих фрагментів інформації для спроможності відповідати на тестове завдання;

– кількість складових тестового завдання – через необхідність одночасної оцінки й співставлення кількох окремих семантичних композицій для спроможності відповідати на тестове завдання.

Слід зауважити, що ці ж фактори і з тих самих причин впливають на збільшення часу, потрібного на відповідь на тестове завдання. При цьому вплив факторів на складність тестового завдання та на потрібний на відповідь час є неоднаковим, хоча й однонаправленим – збільшуючим.

Ще одною властивістю впливу наведених факторів є те, що їх вплив додається, але не взаємопосилюється і не взаємокомпенсується.

Таким чином, властивості впливу факторів на складність тестового завдання та на потрібний на відповідь час має наступні властивості:

- неоднакові;
- збільшуючі;
- однонаправлені;
- сумуючі;
- не взаємопосилуючі;
- не взаємокомпенсуючі.

Проведений аналіз факторів, які впливають на час відповіді й складність тестового завдання, дозволив визначити параметри, що впливають на ці показники й мають бути включені до інформаційної моделі тесту.

2.2 Інформаційна модель тесту

На сучасному етапі множини тестових завдань створюються автоматизовано [5, 6], тому й задача є визначення параметрів для кожного з тестових завдань також підлягає автоматизації. Відповідно, ставиться задача

автоматизованого обрахунку потрібного для відповіді на тестове завдання часу та умовної оцінки складності тестового завдання. Для цього із врахуванням наведених в п. 2.1 факторів, які впливають на час відповіді й складність тестового завдання, слід сформувавши інформаційну модель тесту, яка містить параметри складності та часу відповіді на тестові завдання, а також фактори, які впливають на ці параметри, з метою підвищення ефективності використання множин тестових завдань для контролю рівня знань.

З урахуванням вимоги використання існуючих елементів семантичної структури навчального матеріалу та факторів, які впливають на час відповіді й складність тестового завдання, розроблено інформаційну модель тесту, за якої тест T подається наступним чином:

$$T = \langle N, TZ, C, S \rangle, \quad (2.1)$$

де N – назва чи ідентифікатор тесту для визначення рубрики перевірки, $TZ = \{tz_i\}_{i=1}^{n_{TZ}}$ – множина з n_{TZ} тестових завдань, $C = \{c_i\}_{i=1}^4$ – множина з 4 параметрів часу відповіді на тест та його складові, $S = \{s_i\}_{i=1}^4$ – множина з 4 параметрів складності тесту та його складових.

Множину параметрів часу відповіді на тест та його складові C формують наступні параметри:

$$C = \{c_1, c_2, c_3, c_4\}, \quad (2.2)$$

де c_1 – потрібний для відповіді на весь тест час, c_2 – максимальний час для відповіді на одне тестове завдання з тесту, c_3 – середній час для відповіді на одне тестове завдання в тесті, c_4 – мінімальний час для відповіді на одне тестове завдання з тесту.

Множину параметрів складності тесту та його складових S формують наступні параметри:

$$S = \{s_1, s_2, s_3, s_4\}, \quad (2.3)$$

де s_1 – сукупна складність множини тестових завдань, s_2 – максимальна складність тестового завдання з тесту, s_3 – середня складність тестового завдання в тесті, s_4 – мінімальна складність тестового завдання з тесту.

Кожне тестове завдання з множини $TZ = \{tz_i\}_{i=1}^{n_{TZ}}$ із n_{TZ} тестових завдань є підмножиною TZ , елементи якої формують наступне її подання:

$$TZ = \langle P, A, CT, ST, Q \rangle, \quad (2.4)$$

де P – питання тестового завдання, $A = \{a_i\}_{i=1}^k$ – множина з k відповідей на тестове завдання, CT – параметр часу відповіді на тестове завдання, ST – параметр складності тестового завдання, Q – тип тестового завдання.

Тип тестового завдання Q може приймати значення $Q = 1$ для логічного типу тестового завдання (Так/Ні), $Q = 2$ для тестового завдання одиночного вибору, $Q = 3$ для тестового завдання множинного вибору, $Q = 4$ для тестового завдання на доповнення (введення тексту).

Множину параметрів питання тестового завдання P формують наступні параметри:

$$P = \{pc, po, pr, PT\}, \quad (2.5)$$

де pc – символічний контент питання тестового завдання, po – кількість об'єктів (рисуноків, формул, таблиць тощо) що входять до контенту питання тестового завдання, pr – використане для створення контенту питання тестового завдання речення чи фрагмент з контенту інформаційного навчального матеріалу, PT – множина ключових термінів, що використані в питанні тестового завдання.

Кожна відповідь з множини $A = \{a_i\}_{i=1}^k$ із k відповідей на тестове завдання tz є підмножиною A , і цю множину параметрів кожної відповіді A тестового завдання формують наступні параметри:

$$A = \{ac, ao, ar, AT, ad\}, \quad (2.6)$$

де ac – символічний контент відповіді тестового завдання, ao – кількість об'єктів (формул, рисуноків, таблиць тощо) що входять до контенту відповіді тестового завдання, ar – використане для створення контенту відповіді тестового завдання

речення чи фрагмент з контенту інформаційного навчального матеріалу, AT – множина ключових термінів, що використані у відповіді тестового завдання, ad – тип відповіді тестового завдання.

Тип відповіді тестового завдання ad може приймати значення $ad = 1$ для правильного типу відповіді тестового завдання та $ad = 2$ для неправильного типу відповіді тестового завдання (дистрактора).

Таким чином, з врахуванням вимоги використання існуючих елементів семантичної структури навчального матеріалу й факторів, що впливають на час відповіді та складність тестового завдання, розроблено інформаційну модель тесту, яка містить необхідні дані для обрахунку загального часу відповіді на тест і оцінки сукупної складності тесту, а також показників потрібного для відповіді на кожне тестове завдання часу й оцінки його складності.

2.3 Математична модель для обрахунку параметрів множин тестових завдань

Створена в п. 2.2 інформаційна модель тесту містить дані для обрахунку загального часу відповіді на тест й оцінки сукупної складності тесту, а також показників оцінки його складності й потрібного для відповіді на кожне тестове завдання часу.

2.3.1 Математична модель для обрахунку параметрів складності тестових завдань

Загальна складність тестового завдання $RSTZ$ обраховується у наступний спосіб:

$$RSTZ = k_{Type} + k_{Words} \cdot Q_{Words} + k_{Obj} \cdot Q_{Obj} + k_{Diff} + k_{Disp} \cdot Q_{Disp} + k_{Numb} \cdot Q_{Numb}, \quad (2.7)$$

де k_{Type} – значення впливу на складність типу тестового завдання, k_{Words} – ваговий коефіцієнт впливу на складність загальної кількості символів у словах в

тестовому завданні, k_{Obj} – ваговий коефіцієнт впливу на складність наявності вкладеного об'єкта в тестовому завданні, k_{Diff} – значення впливу на складність тестового завдання рівня складності ключових термінів що перевіряються, k_{Disp} – ваговий коефіцієнт впливу на складність ступеню дисперсії використаного для створення тестового завдання контенту, k_{Numb} – ваговий коефіцієнт впливу на складність кількості складових тестового завдання, Q_{Words} – параметр кількості символів у словах в тестовому завданні, Q_{Obj} – параметр кількості вкладених об'єктів в тестовому завданні, Q_{Disp} – параметр ступеню дисперсії використаного для створення тестового завдання контенту, Q_{Numb} – параметр кількості складових тестового завдання.

Значення впливу на складність типу тестового завдання k_{Type} обирається в залежності від параметру типу тестового завдання Q_{Type} , кожному типу тестового завдання зіставлене своє значення k_{Type} .

Параметр типу тестового завдання Q_{Type} має наступні значення: $Q_{Type} = 1$ для тестового завдання типу «Логічний вибір», $Q_{Type} = 2$ для тестового завдання типу «Одиничний вибір», $Q_{Type} = 3$ для тестового завдання типу «Множинний вибір», $Q_{Type} = 4$ для тестового завдання типу «Введення відповіді», із можливістю продовження ряду для інших можливих типів тестових завдань.

Параметр кількості символів у словах в тестовому завданні Q_{Words} пропорційний сумі всіх символів у всіх складових тестового завдання (запитання, відповідей і дистракторів), й приймає значення:

$$Q_{Words} = 0,01 \cdot Numb, \quad (2.8)$$

де $Numb$ – кількість символів у всіх складових тестового завдання.

Параметр кількості вкладених об'єктів в тестовому завданні Q_{Obj} є безпосередньо загальною кількістю вкладених об'єктів (формул, рисунків, таблиць тощо) у тестовому завданні (в запитанні, всіх відповідях і дистракторах), в випадку відсутності об'єктів в тестовому завданні $Q_{Obj} = 0$.

Значення впливу на складність рівня складності окремого ключового терміна що перевіряється k'_{Diff} пропорційне його порядковому номеру i у

сортованій за зростанням оцінки семантичної значущості множині з n ключових термінів розділу, що перевіряється тестом. Таким чином, $i = n$ вказує на найменш семантично значущий термін (і тому найскладніший), в той час як $i = 1$ вказує на найбільш семантично значущий термін.

Максимальний рівень складності окремо задається значенням граничної складності ключового терміна Q_{Diff} . Тож значення впливу на складність тестового завдання рівня складності всіх ключових термінів що перевіряються тестовим завданням k_{Diff} (окреме тестове завдання може використовувати, а відповідно й перевіряти, кілька ключових термінів) обраховується так:

$$k_{Dif} = \sum_{i=1}^n k'_{Diff,i}, \quad k'_{Diff,i} = \frac{i \cdot Q_{Diff}}{n}. \quad (2.9)$$

Параметр ступеню дисперсії використаного для створення тестового завдання контенту Q_{Disp} рівний безпосередньо кількості фрагментів (речень) контенту інформаційного навчального матеріалу, які використано для створення тестового завдання.

Параметр кількості складових тестового завдання Q_{Numb} рівний безпосередньо сукупній кількості складових тестового завдання з наступного переліку: запитання, правильні відповіді, дистрактори.

Таким чином, для обрахунку параметрів складності тестових завдань методом експертних оцінок слід одержувати наступні дані:

- ряд значень впливу на складність типу тестового завдання k_{Type} – по одному для кожного типу тестового завдання;
- ваговий коефіцієнт впливу на складність загальної кількості символів у словах в тестовому завданні k_{Words} ;
- ваговий коефіцієнт впливу на складність наявності вкладеного об'єкта в тестовому завданні k_{Obj} ;
- значення граничної складності ключового терміна Q_{Diff} ;

– ваговий коефіцієнт впливу на складність ступеню дисперсії використаного для створення тестового завдання контенту k_{Disp} ;

– ваговий коефіцієнт впливу на складність кількості складових тестового завдання k_{Numb} .

Як проміжні значення окремо обраховуються чи визначаються:

– значення впливу на складність тестового завдання рівня складності всіх ключових термінів що перевіряються тестовим завданням k_{Diff} ;

– параметр кількості символів у словах в тестовому завданні Q_{Words} .

2.3.2 Математична модель для обрахунку параметрів часу відповіді на тестові завдання

Потрібний для відповіді на тестове завдання загальний час обраховується у наступний спосіб:

$$PTTZ = w_{Type} + w_{Words} \cdot Q_{Words} + w_{Obj} \cdot Q_{Obj} + w_{Diff} + w_{Disp} \cdot Q_{Disp} + w_{Numb} \cdot Q_{Numb}, \quad (2.10)$$

де w_{Type} – значення впливу на потрібний час типу тестового завдання, w_{Words} – ваговий коефіцієнт впливу на потрібний час загальної кількості символів у словах в тестовому завданні, w_{Obj} – ваговий коефіцієнт впливу на потрібний час наявності вкладеного об'єкта в тестовому завданні, w_{Diff} – значення впливу на потрібний час рівня складності ключових термінів що перевіряються, w_{Disp} – ваговий коефіцієнт впливу на потрібний час ступеню дисперсії використаного для створення тестового завдання контенту, w_{Numb} – ваговий коефіцієнт впливу на потрібний час кількості складових тестового завдання.

Значення впливу на потрібний час типу тестового завдання w_{Type} обирається в залежності від параметру типу тестового завдання Q_{Type} , кожному типу тестового завдання зіставлене своє значення w_{Type} .

Значення впливу на потрібний час рівня складності окремого ключового терміна що перевіряється w'_{Diff} пропорційне його порядковому номеру i у сортованій за зростанням оцінки семантичної значущості множині з n ключових

термінів розділу, що перевіряється тестом. Тобто $i = n$ найменш семантично значущий термін, $i = 1$ найбільш семантично значущий термін.

Максимальний рівень потрібного часу окремо задається значенням граничного потрібного часу на відтворення ключового терміна P_{Diff} . Тож значення впливу на потрібний час рівня складності всіх ключових термінів що перевіряються тестовим завданням w_{Diff} обраховується:

$$w_{Dif} = \sum_{i=1}^n w'_{Diff,i}, \quad w'_{Diff,i} = \frac{i \cdot P_{Diff}}{n}. \quad (2.11)$$

Таким чином, для обрахунку параметрів часу відповіді на тестові завдання методом експертних оцінок слід одержувати наступні дані:

- ряд значень впливу на потрібний час типу тестового завдання w_{Type} – по одному для кожного типу тестового завдання;
- ваговий коефіцієнт впливу на потрібний час загальної кількості символів у словах в тестовому завданні w_{Words} ;
- ваговий коефіцієнт впливу на потрібний час наявності вкладеного об'єкта в тестовому завданні w_{Obj} ;
- значення граничного потрібного часу на відтворення ключового терміна P_{Diff} ;
- ваговий коефіцієнт впливу на потрібний час ступеню дисперсії використаного для створення тестового завдання контенту w_{Disp} ;
- ваговий коефіцієнт впливу на потрібний час кількості складових тестового завдання w_{Numb} .

Як проміжне значення окремо обраховується значення впливу на потрібний час рівня складності всіх ключових термінів що перевіряються тестовим завданням w_{Diff} .

Решта параметрів використовуються ті самі, що й за обрахунку загальної складності тестового завдання.

2.3.3 Математична модель для обрахунку загального часу відповіді на тест й оцінки сукупної складності тесту

Оцінка сукупної складності тесту PTT обраховується у наступний спосіб:

$$PTT = \sum_{j=1}^m PTTZ_j, \quad (2.12)$$

де $PTTZ_j$ – потрібний для відповіді на j -те тестове завдання загальний час, m – кількість тестових завдань у тесті.

Звідки, середня складність тесту $RSTs$ обраховується так:

$$RSTs = \frac{\sum_{j=1}^m RSTZ_j}{m}, \quad (2.13)$$

де $RSTZ_j$ – загальна складність j -го тестового завдання, m – кількість тестових завдань у тесті.

Потрібний для відповіді на весь тест час PTT є сумою потрібних для відповіді на окремі тестові завдання значень загального часу й обраховується у такий спосіб:

$$PTT = \sum_{j=1}^m PTTZ_j, \quad (2.14)$$

де $PTTZ_j$ – потрібний для відповіді на j -те тестове завдання загальний час, m – кількість тестових завдань у тесті.

Потрібний для відповіді на тест середній час $PTTs$ обраховується у такий спосіб:

$$PTTs = \frac{\sum_{j=1}^m PTTZ_j}{m}. \quad (2.14)$$

Таким чином, підсумкові дані для оцінки тесту, що одержуються за використання математичної моделі для обрахунку параметрів множин тестових завдань, наступні:

- потрібний для відповіді на весь тест час;
- максимальний час для відповіді на одне тестове завдання;
- середній час для відповіді на одне тестове завдання;
- мінімальний час для відповіді на одне тестове завдання;
- сукупна складність множини тестових завдань;
- максимальна складність тестового завдання;
- середня складність тестового завдання;
- мінімальна складність тестового завдання.

Наведені підсумкові дані для оцінки тесту, обраховані за використання математичної моделі для обрахунку параметрів множин тестових завдань, дозволяють створити метод обрахунку складності та часу відповіді на тестове завдання, який дозволить за наявними в інформаційній моделі тесту параметрами автоматизовано обраховувати умовну оцінку складності та рекомендований час відповіді на кожне тестове завдання.

2.4 Метод обрахунку складності та часу відповіді на тестове завдання

Метод обрахунку складності та часу відповіді на тестове завдання використовує множину даних розробленої в п.2.2 інформаційної моделі тесту та математичну модель для обрахунку параметрів множин тестових завдань, наведену в п.2.3 для перетворення вхідних даних у вигляді множини тестових завдань у семантичній структурі навчального матеріалу, множини даних налаштування, множини вагових коефіцієнтів складності та множини вагових коефіцієнтів тривалості у вихідні дані у вигляді потрібного для відповіді на тестове завдання часу та складності для кожного тестового завдання з вхідної множини. На рисунку 2.1 зображено схему методу обрахунку складності та часу відповіді на тестове завдання.



Рисунок 2.1 – Схема методу обрахунку складності та часу відповіді на тестове завдання

Вхідними даними методу обрахунку складності та часу відповіді на тестове завдання є: множина тестових завдань у семантичній структурі навчального матеріалу; множина даних налаштування: Q_{Diff}, P_{Diff} ; множина вагових коефіцієнтів складності: $k_{Type}, k_{Words}, k_{Obj}, k_{Disp}, k_{Numb}$; множина вагових коефіцієнтів тривалості: $w_{Type}, w_{Words}, w_{Obj}, w_{Disp}, w_{Numb}$.

На *Кроці 1* проводиться формування параметричних моделей кожного тестового завдання. Для цього спершу виконується співставлення питання тестового завдання та всіх його відповідей, а також фіксація контенту елементів тестового завдання (текст, об'єкти) з використанням відповідної БД. Після цього

проводиться співставлення елементам тестового завдання (питанню і відповідям) вихідних речень навчального матеріалу. Окремо виконується витяг усіх ключових термінів, що використані в усіх елементах тестового завдання.

На *Кроці 2* проводиться обрахунок проміжних даних для кожного тестового завдання. Так, обраховуються значення впливу на складність тестового завдання рівня складності всіх ключових термінів що перевіряються тестовим завданням k_{Diff} та значення впливу на потрібний час рівня складності всіх ключових термінів що перевіряються тестовим завданням w_{Diff} . Окремо обраховується параметр загальної кількості символів у словах в тестовому завданні Q_{Words} .

На *Кроці 3* проводиться обрахунок вихідних даних для кожного тестового завдання. Зокрема, за (2.7) обраховується складність тестового завдання $RSTZ$, а за (2.10) обраховується потрібний для відповіді на тестове завдання час $PTTZ$. Це визначає вихідні дані методу.

Одержані в результаті *Вихідні дані* методу подані у вигляді показника потрібного для відповіді на тестове завдання часу $PTTZ$ та показника умовної складності тестового завдання $RSTZ$.

Слід зауважити, що розроблений метод обрахунку складності та часу відповіді на тестове завдання дозволяє обробляти одне тестове завдання, для множини тестових завдань цей метод має використовуватись для кожного з тестових завдань окремо.

Висновки до розділу 2

В розділі було розроблено складові інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань, а саме інформаційну модель тесту, математичну модель для обрахунку параметрів множин тестових завдань та метод обрахунку складності та часу відповіді на тестове завдання, що відкриває

можливості для розробки інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань.

Був проведений аналіз факторів, які впливають на час відповіді й складність тестового завдання, який дозволив визначити наступні параметри, що впливають на ці показники й мають бути включені до інформаційної моделі тесту: тип тестового завдання, кількість слів (символів) у тестовому завданні (в запитанні і всіх відповідях), наявність вкладених об'єктів (рисуноків, формул, таблиць тощо) у тестовому завданні (в запитанні, всіх відповідях і дистракторах), ступінь дисперсії використаного контенту, кількість складових тестового завдання та рівень складності ключового терміна, який перевіряється тестовим завданням.

Із врахуванням наведених факторів, які впливають на час відповіді й складність тестового завдання, було сформувано інформаційну модель тесту, яка містить параметри складності та часу відповіді на тестові завдання, а також фактори, які впливають на ці параметри, з метою підвищення ефективності використання множин тестових завдань для контролю рівня знань. Створена інформаційна модель тесту містить дані для обрахунку загального часу відповіді на тест й оцінки сукупної складності тесту, а також показників оцінки його складності й потрібного для відповіді на кожне тестове завдання часу.

Була розроблена математична модель для обрахунку параметрів множин тестових завдань. Дані для оцінки тесту, обраховані за використання математичної моделі для обрахунку параметрів множин тестових завдань, дозволили створити метод обрахунку складності та часу відповіді на тестове завдання, який дозволяє за наявними в інформаційній моделі тесту параметрами автоматизовано обраховувати умовну оцінку складності та рекомендований час відповіді на кожне тестове завдання з використанням розробленої математичної моделі для обрахунку параметрів множин тестових завдань.

Розділ 3

Інформаційна технологія та інформаційна система обрахунку параметрів множин тестових завдань

3.1 Схема інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань

Інформаційна технологія обрахунку параметрів множин тестових завдань дозволяє з використанням створених інформаційної моделі тесту та методу обрахунку складності та часу відповіді на тестове завдання за вхідними даними у вигляді множини асоційованих з семантичною структурою навчального матеріалу тестових завдань одержувати вихідні дані у вигляді загального часу відповіді на тест та оцінки сукупної складності тесту, а також значення показників потрібного для відповіді на кожне тестове завдання часу та оцінки його складності.

На рисунку 3.1 подано схему етапів роботи інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань. *Вхідними даними* інформаційної технології згідно є:

- семантична структура навчального матеріалу (заголовки, ключові терміни, зв'язки тощо);
- тестові завдання та їх елементи (запитання, відповіді) у семантичній структурі навчального матеріалу (зв'язки із заголовками, реченнями, ключовими термінами тощо);
- множина даних налаштування до вагових коефіцієнтів;
- множина вагових коефіцієнтів для обрахунку складності та тривалості.

На *Кроці 1* проводиться формування множини тестових завдань, зокрема надається можливість операцій із семантичною структурою навчального матеріалу та тестовими завданнями (видалення, коригування, перегляд). Після завершення операцій із семантичною структурою та тестовими завданнями слід обрати рубрику (заголовок) для перевірки рівня його знань тестуванням. В

результаті буде виконано пошук всіх тестових завдань, призначених для перевірки рівня знань ключових термінів у цій рубриці. На цьому кроці надається можливість включення тестових завдань із цієї вибірки до тесту, що аналізуватиметься далі.

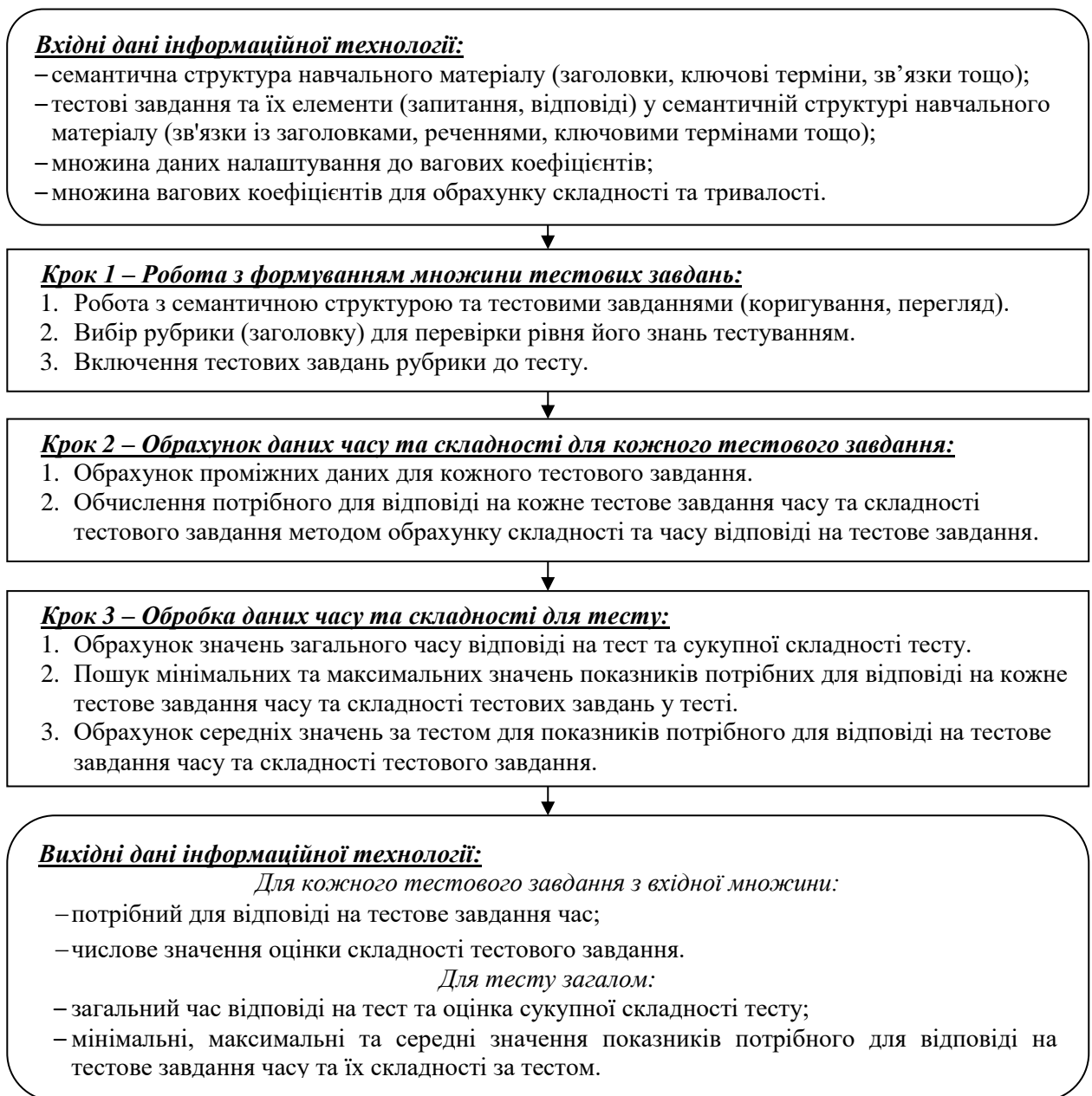


Рисунок 3.1 – Схема інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань

На *Кроці 2* проводиться обрахунок даних часу та складності для кожного тестового завдання за допомогою методу обрахунку складності та часу відповіді на тестове завдання. Оскільки метод дозволяє обробляти одне тестове завдання за ітерацію, то для множини тестових завдань цей метод використовується для кожного з тестових завдань окремо. На цьому кроці спершу виконується обрахунок проміжних даних для кожного тестового завдання, після чого проводиться обчислення потрібного для відповіді на кожне тестове завдання часу та складності тестового завдання методом обрахунку складності та часу відповіді на тестове завдання.

Крок 3 інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань відповідає за обробку даних часу та складності для тесту. З використанням математичної моделі для обрахунку загального часу відповіді на тест й оцінки сукупної складності тесту виконується обрахунок значень загального часу відповіді на тест та сукупної складності тесту. Окремо проводиться пошук мінімальних та максимальних значень показників часу, потрібного для відповіді на кожне тестове завдання, та складності тестових завдань у тесті. Також виконується обрахунок середніх значень за тестом для показників потрібного для відповіді на тестове завдання часу та складності тестового завдання.

Вихідні дані інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань одержуються як для тесту загалом, так і для кожного тестового завдання з вхідної множини. Для тесту загалом вихідними даними є загальний час відповіді на тест та оцінка сукупної складності тесту, а також мінімальні, максимальні та середні значення показників потрібного для відповіді на тестове завдання часу та їх складності за тестом. Для кожного тестового завдання з вхідної множини вихідними даними є потрібний для відповіді на тестове завдання час та числове значення оцінки складності тестового завдання.

Таким чином, розроблена інформаційна технологія обрахунку параметрів множин тестових завдань дозволяє з використанням створених моделі та методу

за вхідними даними у вигляді множини асоційованих з семантичною структурою навчального матеріалу тестових завдань одержувати вихідні дані у вигляді загального часу відповіді на тест та оцінки сукупної складності тесту, а також значення показників потрібного для відповіді на кожне тестове завдання часу та оцінки його складності. Для дослідження практичної ефективності інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань слід створити відповідну інформаційну систему.

3.2 Розробка інформаційної системи обрахунку параметрів множин тестових завдань

Інформаційна система обрахунку параметрів множин тестових завдань дозволяє за створеною в п. 3.1 інформаційною технологією проводити для кожного тестового завдання з множини обрахунків значень потрібного для відповіді часу й оцінки складності, за якими визначати загальний час відповіді на тест і оцінку сукупної складності тесту.

Інформаційна система обрахунку параметрів множин тестових завдань складається з бази даних, бази знань та 5 підсистем: підсистеми роботи з базою тестових завдань, підсистеми формування тестів, підсистеми обрахунку параметрів тесту, підсистеми аналізу тестових завдань та підсистеми роботи з базою коефіцієнтів. Схему інформаційної системи обрахунку параметрів множин тестових завдань наведено на рисунку 3.2.

Підсистема роботи з базою тестових завдань призначена для роботи (коригування, додавання, видалення, перегляд) з семантичною структурою навчального матеріалу (заголовки, ключові терміни, речення навчального матеріалу та зв'язки) та тестовими завданнями (запитання, відповіді, зв'язки тестових завдань із семантичною структурою навчального матеріалу).

Підсистема формування множин тестових завдань (тестів) надає можливість вибору рубрики (заголовку) для перевірки рівня його знань

тестуванням та створення тесту для перевірки рівня знань обраної рубрики, забезпечуючи додавання та видалення тестових завдань з тесту.

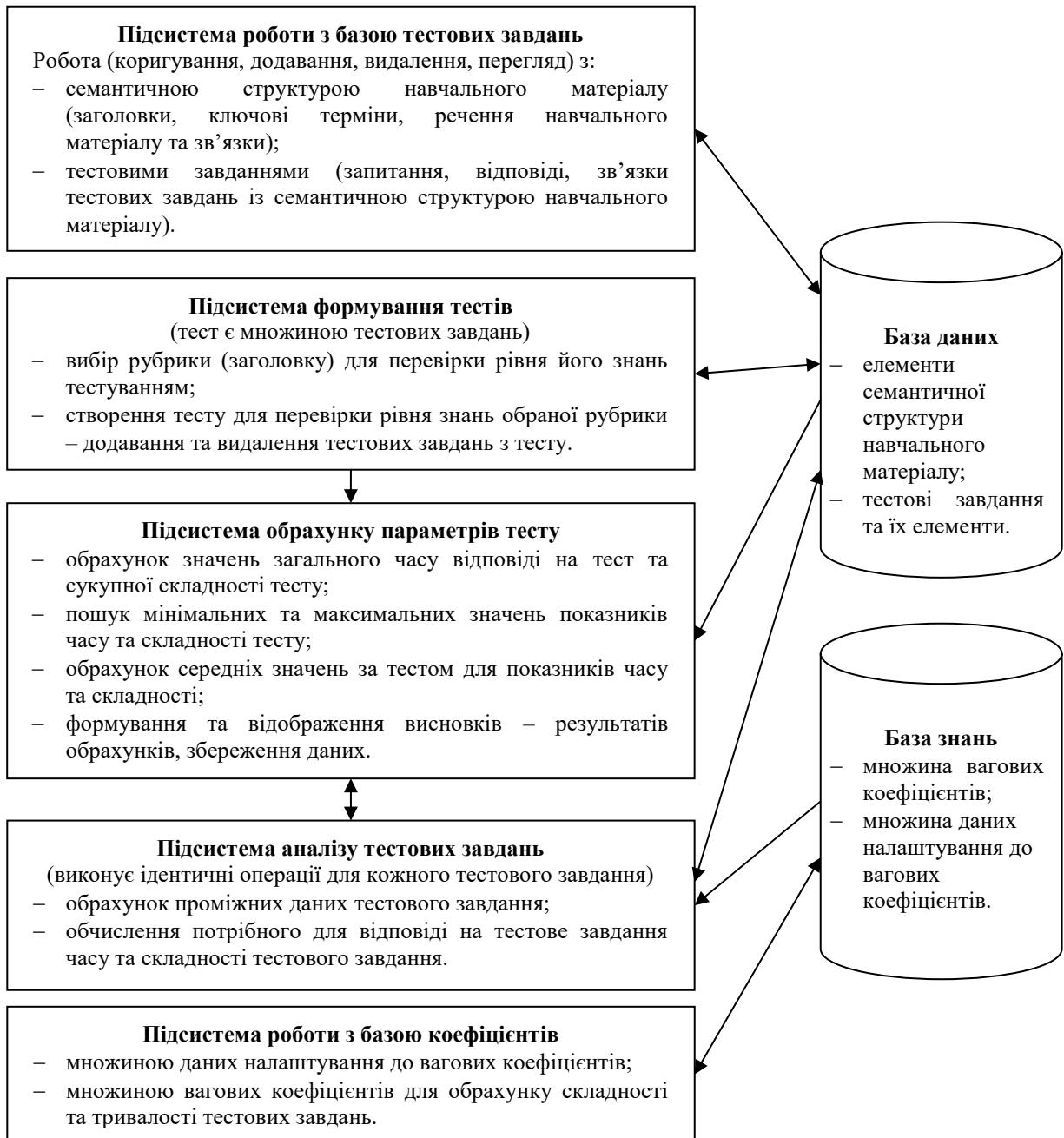


Рисунок 3.2 – Схема інформаційної системи обрахунку параметрів множин тестових завдань

Підсистема аналізу тестових завдань виконує обрахунок даних часу та складності для кожного тестового завдання за допомогою методу обрахунку

складності та часу відповіді на тестове завдання. Для множини тестових завдань цей метод використовується окремо для кожного з тестових завдань – виконуються ідентичні операції для кожного тестового завдання. Зокрема, проводиться обрахунок проміжних даних тестового завдання, а також обчислення потрібного для відповіді на тестове завдання часу та складності тестового завдання.

Підсистема обрахунку параметрів тесту використовує уідсистему аналізу тестових завдань для обрахунку даних часу та складності для кожного тестового завдання. За цими даними, проводяться подальші операції: обрахунок значень загального часу відповіді на тест та сукупної складності тесту; пошук мінімальних та максимальних значень показників часу та складності тесту; обрахунок середніх значень за тестом для показників часу та складності; формування та відображення висновків – результатів обрахунків, збереження даних.

Підсистема роботи з базою коефіцієнтів надає інтерфейсні можливості для роботи з множиною даних налаштування до вагових коефіцієнтів та множиною вагових коефіцієнтів для обрахунку складності та тривалості тестових завдань.

В *базі даних* інформаційної системи обрахунку параметрів множин тестових завдань містяться елементи семантичної структури навчального матеріалу та тестові завдання і їх елементи.

У *базі знань* інформаційної системи обрахунку параметрів множин тестових завдань міститься множина вагових коефіцієнтів та множина даних налаштування до вагових коефіцієнтів.

Наведена архітектура інформаційної системи обрахунку параметрів множин тестових завдань забезпечує можливість виконання наступних функцій, необхідних для її реалізації згідно поставленого у п. 1.5 завдання:

1) робота з семантичною структурою навчального матеріалу (заголовки, ключові терміни, речення навчального матеріалу та зв'язки);

- 2) робота з тестовими завданнями (запитання, відповіді, зв'язки тестових завдань із семантичною структурою навчального матеріалу);
- 3) вибір рубрики для перевірки рівня його знань тестуванням;
- 4) додавання та видалення тестових завдань з тесту для перевірки рівня знань обраної рубрики;
- 5) обрахунок значень загального часу відповіді на тест та сукупної складності тесту;
- 6) пошук мінімальних та максимальних значень показників часу та складності тесту;
- 7) обрахунок середніх значень за тестом для показників часу та складності;
- 8) формування та відображення висновків – результатів обрахунків, збереження даних;
- 9) обрахунок проміжних даних для кожного тестового завдання;
- 10) обчислення потрібного для відповіді на кожне тестове завдання часу та складності тестового завдання;
- 11) робота з множиною даних налаштування до вагових коефіцієнтів;
- 12) робота з множиною вагових коефіцієнтів для обрахунку складності та тривалості тестових завдань.

Таким чином, за розробленою інформаційною технологією обрахунку параметрів множин тестових завдань було розроблено схему інформаційної системи, яка дозволяє проводити для кожного тестового завдання з множини обрахунок значень потрібного для відповіді часу й оцінки складності, за якими визначати загальний час відповіді на тест і оцінку сукупної складності тесту.

3.3 Аналіз засобів реалізації інформаційної системи

Для коректної реалізації інформаційної системи обрахунку параметрів множин тестових завдань було обрано комбінацію таких засобів розробки:

платформа .NET, середовище розробки Visual Studio, мова програмування C#, СКБД Microsoft SQL Server.

Проектуючи платформу .NET, компанія Microsoft враховувала недоліки вже існуючих платформ, тим самим зробили майбутню платформу кращою, та простішою в використанні [35]. .NET платформа має ряд переваг, завдяки яким залишається популярною серед користувачів. Кілька основних переваг платформи:

- повна та абсолютна міжмовна взаємодія;
- спрощена модель програмування;
- відсутність проблем з версіями;
- компонентно-орієнтований метод проектування додатків;
- велика кількість документації.

Дані переваги досить спрощують знайомство, вивчення та використання платформи .NET.

Для розробки програмного додатку було обрано СКБД – Microsoft SQL Server. Дана система керування зручна для роботи з даними. Основною мовою запитів в даній СКБД є – Transact-SQL [36]. Система Microsoft SQL Server дозволяє звертатись до даних з будь-якого іншого додатку розробленого за допомогою технологій Microsoft .NET и Visual Studio. Вона володіє рядом переваг:

- висока доступність;
- підвищена продуктивність;
- безпека;
- добре масштабується;
- повністю реляційна.

Ще однією суттєвою перевагою є те, що SQL Server здатний обробляти великі обсяги даних для клієнт-серверних додатків [37].

Розробка програмного продукту залежить і від обраної мови програмування. Для даної розробки було обрано мову програмування – с#. Дана мова строго типізована та об'єктно-орієнтована [38].

Також, до основних переваг мови с#, можна віднести:

- можливість розділяти класи на окремі частини та файли;
- швидкість розробки програмного забезпечення;
- лаконічність;
- підтримка поліморфізму;
- підтримка повторного використання створених компонентів.

Щоб вище згадані програмні засоби працювали разом необхідно використовувати середовище розробки. Для цього було обрано - Visual Studio.

Середовище дозволяє розробляти консольні додатки та програми з графічним інтерфейсом, з підтримкою технології Windows Forms, а також веб-сайти, веб-додатки та веб-служби [39].

За допомогою Visual Studio можна підключитись до обраної СКБД та вивести дані з таблиць в створений програмний продукт. Також, дане середовище є безкоштовним та надає можливість розробляти програми під різні платформи (IOS, Android та ін.) [40].

Таким чином, сформована комбінація засобів розробки інформаційної системи (платформа .NET, середовище розробки Visual Studio, мова програмування С#, СКБД Microsoft SQL Server) забезпечує можливість реалізації функцій, відповідних інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань.

3.4 Проектування структури бази даних інформаційної системи

Розробка будь-якого програмного продукту починається з проектування та створення його структури, а відповідно й розробки бази даних. База даних є передусім набором поіменованих таблиць кожна з яких у свою чергу містить ряд

полів, що мають визначені властивості. Поля утворюють структуру бази даних – її основу. Від властивостей поля залежить які дані можна в нього вносити і які операції над ним можна виконувати [41]. Для явного ознайомлення з структурою бази даних використовується діаграма даних, що відображає перелік таблиць, їхніх полів і зв'язків між ними.

Відповідно до поставлених завдань, для реалізації інформаційної системи обрахунку параметрів множин тестових завдань була розроблена та спроектована структура бази даних. Розроблена структура дозволяє організувати проведення ефективних обрахунку параметрів множин тестових завдань. Структура розробленої бази даних зображена на рисунку 3.3.

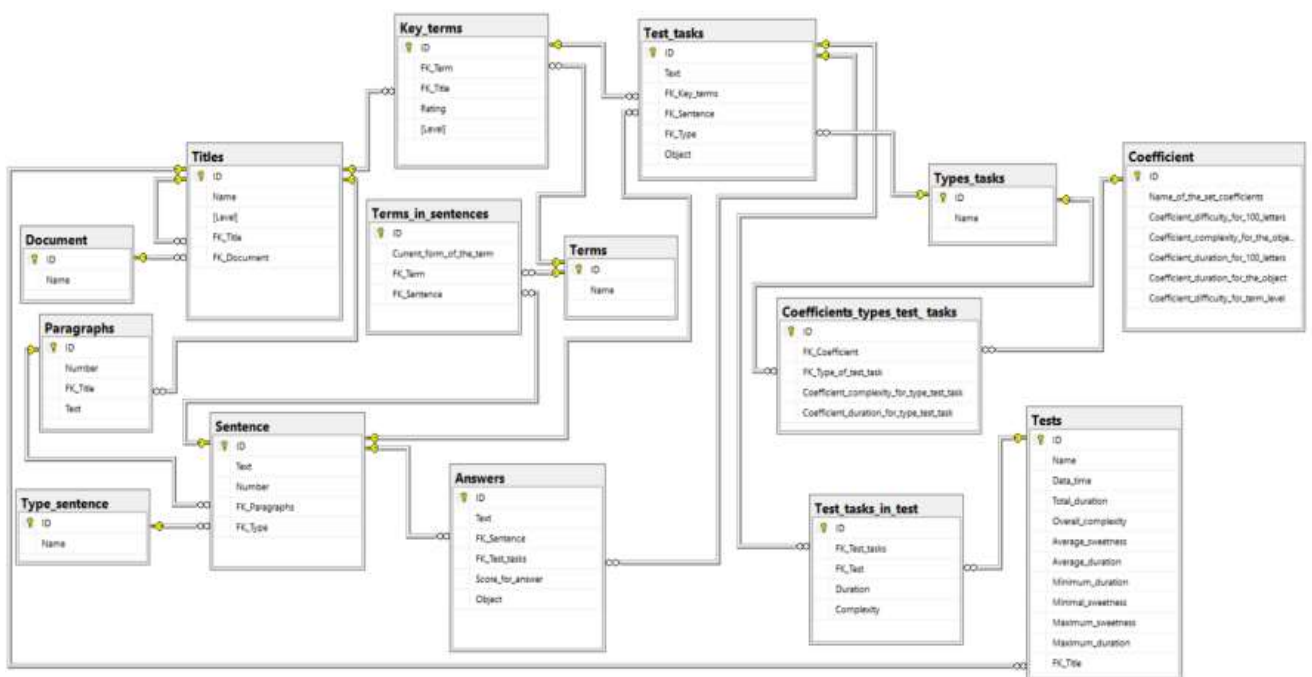


Рисунок 3.3 – Структура бази даних інформаційної системи обрахунку параметрів множин тестових завдань

На основі розробленої структури бази даних були створені та заповнені початковими даними відповідні таблиці. Таблиця «Test_tasks» (таблиця 3.1) призначена для збереження інформації про тестові завдання.

Таблиця 3.1 – Атрибути таблиці «Test_tasks»

№ п/п	Назва атрибуту	Тип даних	Опис
1.	ID	int	Первинний ключ, числовий ідентифікатор для однозначного визначення запису таблиці
2.	Text	nvarchar(500)	Текст тестового завдання
3.	FK_Key_terms	int	Вторинний ключ, посилання на запис таблиці «Key_terms» для співставлення з відповідним ключовим терміном
4.	FK_Sentence	int	Вторинний ключ, посилання на запис таблиці «Sentence» для співставлення з відповідним реченням на основі якого формувалося тестове завдання
5.	FK_Type	int	Вторинний ключ, посилання на запис таблиці «Types_tasks» для співставлення з відповідним типом завдання
6.	Object	varbinary(MAX)	Додатковий об'єкт необхідний для завдання (картинка, діаграма)

Таблиця «Answers» (таблиця 3.2) призначена для збереження відповідей тестових завдань.

Таблиця 3.2 – Атрибути таблиці «Answers»

№ п/п	Назва атрибуту	Тип даних	Опис
1.	ID	int	Первинний ключ, числовий ідентифікатор для однозначного визначення запису таблиці
2.	Text	nvarchar(500)	Текст відповіді на тестове завдання
3.	FK_Sentence	int	Вторинний ключ, посилання на запис таблиці «Sentence» для співставлення з відповідним реченням на основі якого створювалася відповідь
4.	FK_Test_tasks	int	Вторинний ключ, посилання на запис таблиці «Test_tasks» для співставлення з відповідним тестовим завданням
5.	Score_for_answer	bit	Оцінка за вибір відповіді
6.	Object	varbinary(MAX)	Додатковий об'єкт необхідний для відповіді (картинка, діаграма)

Таблиця «Key_terms» (таблиця 3.3) призначена для збереження ключових термінів.

Таблиця 3.3 – Атрибути таблиці «Key_terms»

№ п/п	Назва атрибуту	Тип даних	Опис
1.	ID	int	Первинний ключ, числовий ідентифікатор для однозначного визначення запису таблиці
2.	FK_Term	int	Вторинний ключ, посилання на запис таблиці «Term» для співставлення з відповідним терміном
3.	FK_Title	int	Вторинний ключ, посилання на запис таблиці «Title» для співставлення з відповідним заголовком
4.	Rating	float	Оцінка складності ключового терміну
5.	Level	float	Рівень складності ключового терміну

Таблиця «Tests» (таблиця 3.4) призначена для збереження параметрів множин тестових завдань.

Таблиця 3.4 – Атрибути таблиці «Tests»

№ п/п	Назва атрибуту	Тип даних	Опис
1.	ID	int	Первинний ключ, числовий ідентифікатор для однозначного визначення запису таблиці
2.	Name	nvarchar(255)	Назва тесту
3.	Data_time	datetime	Дата та час створення тесту
4.	Total_duration	float	Значення тривалості тесту
5.	Overall_complexity	float	Загальна складність тесту
6.	Average_sweetness	float	Середня тривалість виконання тестового завдання
7.	Average_duration	float	Середня складність тестового завдання
8.	Minimum_duration	float	Мінімальна складність тестового завдання
9.	Minimal_sweetness	float	Мінімальна тривалість виконання тестового завдання
10.	Maximum_sweetness	float	Максимальна тривалість тестового завдання
11.	Maximum_duration	float	Максимальна складність тестового завдання
12.	FK_Title	int	Вторинний ключ, посилання на запис таблиці «Title» для співставлення з відповідним заголовком

Таблиця «Titles» (таблиця 3.5) призначена для збереження заголовків.

Таблиця 3.5 – Атрибути таблиці «Titles»

№ п/п	Назва атрибуту	Тип даних	Опис
1.	ID	int	Первинний ключ, числовий ідентифікатор для однозначного визначення запису таблиці
2.	Name	nvarchar(200)	Назва заголовку
3.	Level	int	Рівень заголовку
4.	FK_Title	int	Вторинний ключ, посилання на запис таблиці «Title» для співставлення з відповідним заголовком
5.	FK_Document	int	Вторинний ключ, посилання на запис таблиці «Document» для співставлення з відповідним файлом

Таблиця «Paragraphs» (таблиця 3.6) призначена для збереження абзаців текстів.

Таблиця 3.6 – Атрибути таблиці «Paragraphs»

№ п/п	Назва атрибуту	Тип даних	Опис
1.	ID	int	Первинний ключ, числовий ідентифікатор для однозначного визначення запису таблиці
2.	Number	int	Номер параграфу в тексті
3.	FK_Title	int	Вторинний ключ, посилання на запис таблиці «Title» для співставлення з відповідним заголовком
4.	Text	nvarchar(500)	Текст параграфу

Таблиця «Sentence» (таблиця 3.7) призначена для збереження речень.

Таблиця 3.7 – Атрибути таблиці «Sentence»

№ п/п	Назва атрибуту	Тип даних	Опис
1.	ID	int	Первинний ключ, числовий ідентифікатор для однозначного визначення запису таблиці
2.	Text	nvarchar(MAX)	Текст речення
3.	Number	int	Номер речення
4.	FK_Paragraphs	int	Вторинний ключ, посилання на запис таблиці «Paragraphs» для співставлення з відповідним абзацом

Таблиця «Terms_in_sentences» (таблиця 3.8) призначена для співставлення терміну та речення.

Таблиця 3.8 – Атрибути таблиці «Terms_in_sentences»

№ п/п	Назва атрибуту	Тип даних	Опис
1.	ID	int	Первинний ключ, числовий ідентифікатор для однозначного визначення запису таблиці
2.	Current_form_of_the_term	nvarchar(100)	Форма терміну
3.	FK_Term	int	Вторинний ключ, посилання на запис таблиці «Terms» для співставлення з терміном
4.	FK_Sentence	int	Вторинний ключ, посилання на запис таблиці «Sentence» для співставлення з речення

Таблиця «Test_tasks_in_test» (таблиця 3.9) призначена для співставлення тестового завдання та тесту.

Таблиця «Coefficient» (таблиця 3.10) призначена для збереження коефіцієнтів.

Таблиця 3.9 – Атрибути таблиці «Test_tasks_in_test»

№ п/п	Назва атрибуту	Тип даних	Опис
1.	ID	int	Первинний ключ, числовий ідентифікатор для однозначного визначення запису таблиці
2.	FK_Test_tasks	int	Вторинний ключ, посилання на запис таблиці «Test_tasks» для співставлення з тестовим завданням
3.	FK_Test	int	Вторинний ключ, посилання на запис таблиці «Test» для співставлення з тестом
4.	Duration	float	Тривалість тестового завдання в тесті
5.	Complexity	float	Складність тестового завдання в тесті

Таблиця 3.10 – Атрибути таблиці «Coefficient»

№ п/п	Назва атрибуту	Тип даних	Опис
1.	ID	int	Первинний ключ, числовий ідентифікатор для однозначного визначення запису таблиці
2.	Name_of_the_set_coefficients	nchar(200)	Назва множини коефіцієнтів
3.	Coefficient_difficulty_for_100_letters	float	Коефіцієнт складності для 100 літер
4.	Coefficient_complexity_for_the_object	float	Коефіцієнт складності для об'єкту
5.	Coefficient_duration_for_100_letters	float	Коефіцієнт тривалості для 100 літер
6.	Coefficient_duration_for_the_object	float	Коефіцієнт тривалості для об'єкту
7.	Coefficient_difficulty_for_term_level	float	Коефіцієнт складності для об'єкту

Таблиця «Coefficients_types_test_tasks» (таблиця 3.11) призначена для співставлення коефіцієнтів та типів завдань.

Таблиця 3.11 – Атрибути таблиці «Coefficients_types_test_tasks»

№ п/п	Назва атрибуту	Тип даних	Опис
1.	ID	int	Первинний ключ, числовий ідентифікатор для однозначного визначення запису таблиці
2.	FK_Coefficient	int	Вторинний ключ, посилання на запис таблиці «Coefficient» для співставлення з коефіцієнтом
3.	FK_Type_of_test_task	int	Вторинний ключ, посилання на запис таблиці «Type_of_test_task t» для співставлення з типом завдання
4.	Coefficient_complexity_for_type_test_task	float	Коефіцієнт складності типу тестового завдання
5.	Coefficient_duration_for_type_test_task	float	Коефіцієнт тривалості типу тестового завдання

Схожим чином реалізовані і інші таблиці, а саме: «Document», «Type_sentence», «Terms», «Types_tasks».

Розглянута структура база даних дозволяє проводити збереження всієї необхідної інформації потрібної для коректної роботи інформаційної системи обрахунку параметрів множин тестових завдань.

Висновки до розділу 3

У розділі наведено схему інформаційної технології інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань, яка дозволяє з використанням створених моделі та методу за вхідними даними у вигляді множини асоційованих з семантичною структурою навчального матеріалу тестових завдань одержувати вихідні дані у вигляді загального часу відповіді на тест та оцінки сукупної складності тесту, а також значення показників

потрібного для відповіді на кожне тестове завдання часу та оцінки його складності. Для дослідження практичної ефективності інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань було створено відповідну інформаційну систему.

Інформаційна система обрахунку параметрів множин тестових завдань дозволяє проводити для кожного тестового завдання з множини обрахунків значень потрібного для відповіді часу й оцінки складності, за якими визначати загальний час відповіді на тест і оцінку сукупної складності тесту. Спроектовано архітектуру інформаційної системи, яка складається з бази даних, бази знань та п'яти підсистем: підсистеми роботи з базою тестових завдань, підсистеми формування тестів, підсистеми обрахунку параметрів тесту, підсистеми аналізу тестових завдань та підсистеми роботи з базою коефіцієнтів. Було сформовано комбінацію засобів розробки інформаційної системи, яка забезпечує можливість реалізації функцій, відповідних інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань.

Розділ 4

Дослідження ефективності інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань

4.1 Розробка дослідницької інформаційної системи

Дослідження практичної ефективності створеної інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань слід провести шляхом аналізу результатів прикладного застосування відповідної інформаційної системи, архітектуру якої наведено в п. 3.2. Спроектowana архітектура інформаційної системи обрахунку параметрів множин тестових завдань визначає її склад із бази даних, бази знань та п'яти підсистем: підсистеми роботи з базою тестових завдань, підсистеми формування тестів, підсистеми обрахунку параметрів тесту, підсистеми аналізу тестових завдань та підсистеми роботи з базою коефіцієнтів.

При розробці інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань для зручної роботи з базою даних було вирішено використати EntityFramework. Даний фреймворк дозволяє взаємодіяти з СКБД за допомогою об'єктів, а не таблиць. Використання фреймворку дозволяє не використовувати SQL запити, а працювати з властивостями об'єктів. Приклад отримання даних за допомогою EntityFramework наведено в наступному програмному кодї:

```
Master_WorkEntities2 context = new Master_WorkEntities2();
var test_task = context.Test_tasks.Where(u => u.FK_Key_terms == j.ID);
foreach (var test in test_task)
{
    checkBoxTest[test.ID] = new CheckBox();
    checkBoxTest[test.ID].AutoSize = true;
    checkBoxTest[test.ID].Text = Format_timeline(test.Text);
    checkBoxTest[test.ID].Location = StartLocationRB;
    panel3.Controls.Add(checkBoxTest[test.ID]);
    StartLocationRB.Y += checkBoxTest[test.ID].Size.Height + 10;
}
```

У результаті виконання даного програмного коду був отриманий та відображений перелік тестових завдань (рисунок 4.1)

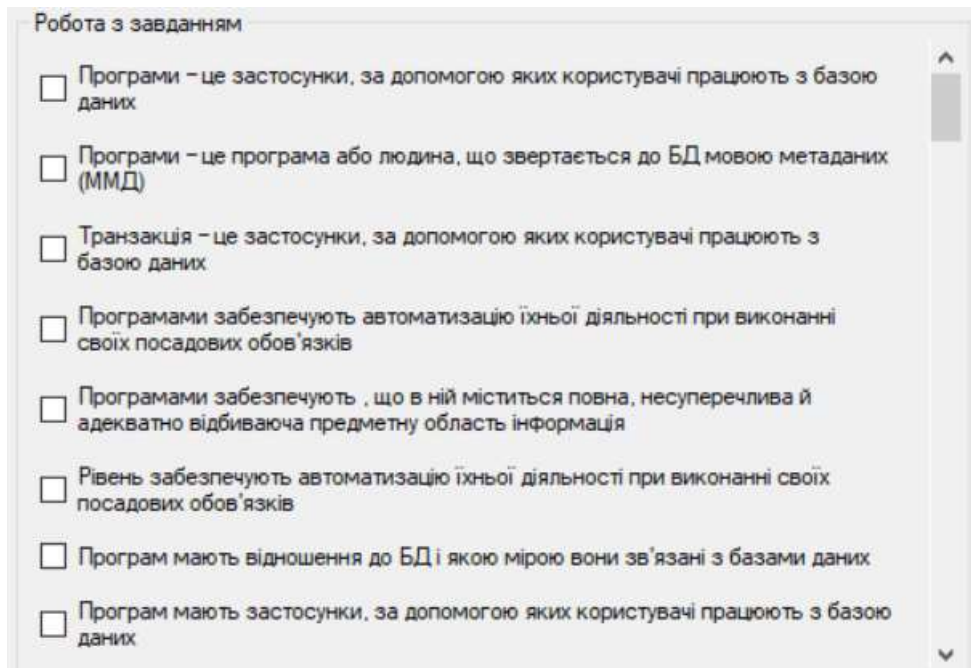


Рисунок 4.1 – Перелік тестових завдань

Користувач має можливість редагувати перелік тестових завдання, а саме: додавати нові ТЗ та редагувати вже існуючі. Для додавання нового ТЗ необхідно заповнити поля в формі що зображена на рисунку 4.2. Додавання нового ТЗ відбувається за допомогою наступного програмного коду:

```
try
{
context.Test_tasks.Add(new Test_tasks
{
    Text = textBox1.Text,
    FK_Key_terms = Convert.ToInt32(comboBox2.SelectedItem),
    FK_Sentence = context.Sentence.Where(u => u.Text ==
comboBox3.SelectedItem.ToString()).FirstOrDefault().ID,
    FK_Type = context.Types_tasks.Where(u => u.Name ==
comboBox4.SelectedItem.ToString()).FirstOrDefault().ID,
    Object = byteImg
});
context.SaveChanges();
}
catch
{
    MessageBox.Show("Заповніть всі поля");
}
```

Рисунок 4.2 – Форма для додавання нового ТЗ

Поля доступні для редагування користувачем зображенні на рисунку 4.3.

Редагування вибраного ТЗ реалізовує наведений далі програмний код:

```
var obj = context.Test_tasks.Where(u => u.ID == ID).FirstOrDefault();
obj.Text = textBox1.Text;
obj.FK_Type = context.Types_tasks.Where(u => u.Name ==
comboBox1.SelectedItem.ToString()).FirstOrDefault().ID;
context.SaveChanges();
```

Рисунок 4.3 – Форма для редагування вибраного ТЗ

Після вибору всіх необхідних тестових завдань відбувається розрахунок числових параметрів: тривалості та складності для тесту і окремо для кожного тестового завдання. Розрахунок деяких коефіцієнтів, що впливають на тривалість та складність ТЗ реалізує наведений нижче програмний код:

```
double kDiff()
{
    var obj = context.Key_terms.Where(u => u.ID == tasks.FK_Key_terms).FirstOrDefault();
    int level = context.Key_terms.OrderBy(u => u.Rating).ToList().IndexOf(obj);
    return level;
}
double Qwords()
{
    var t = context.Answers.Where(u => u.FK_Test_tasks == tasks.ID);
    int Numb = tasks.Text.Length;
    Qnumb = 1 + t.Count();
    foreach (var i in t)
        Numb += i.Text.Length;
    return 0.01 * Numb;
}
```

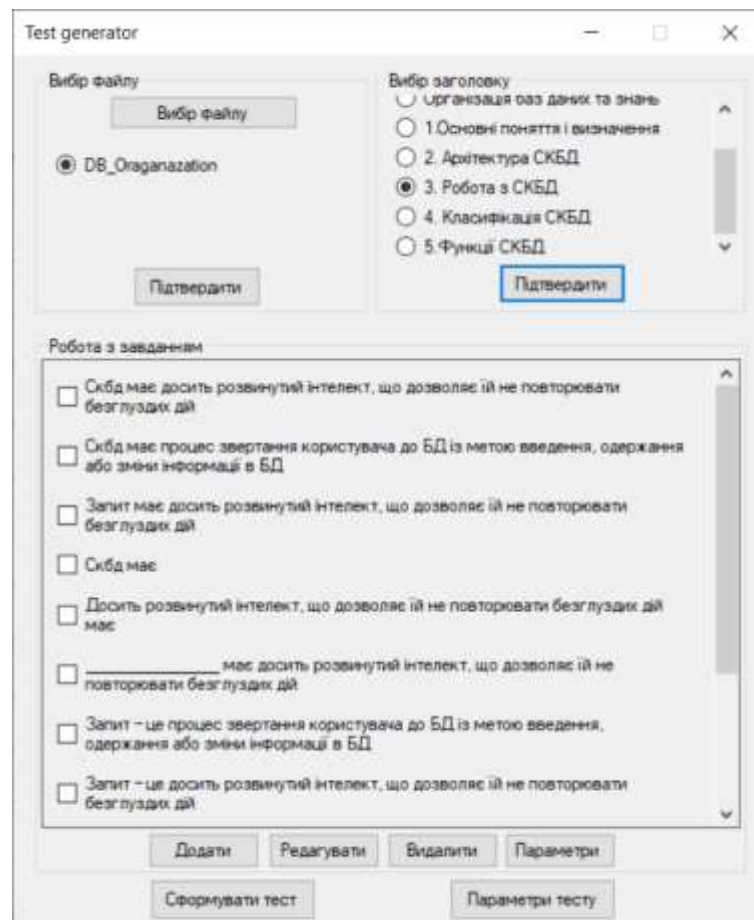


Рисунок 4.4 – Головна форма програми

Таким чином, після запуску програми перед користувачем буде відкрита головна форма з зображеними на ній інструментами керування. Для формування тесту користувачеві необхідно вибрати файл та тему (заголовок) після чого на форму буде виведено перелік потрібних тестових завдань (рисунок 4.4). За допомогою кнопок «Додати», «Редагувати» та «Видалити» можна редагувати список тестових завдань. Кнопка «Параметри» виводить детальну інформацію про вибране тестове завдання (рисунок 4.5).

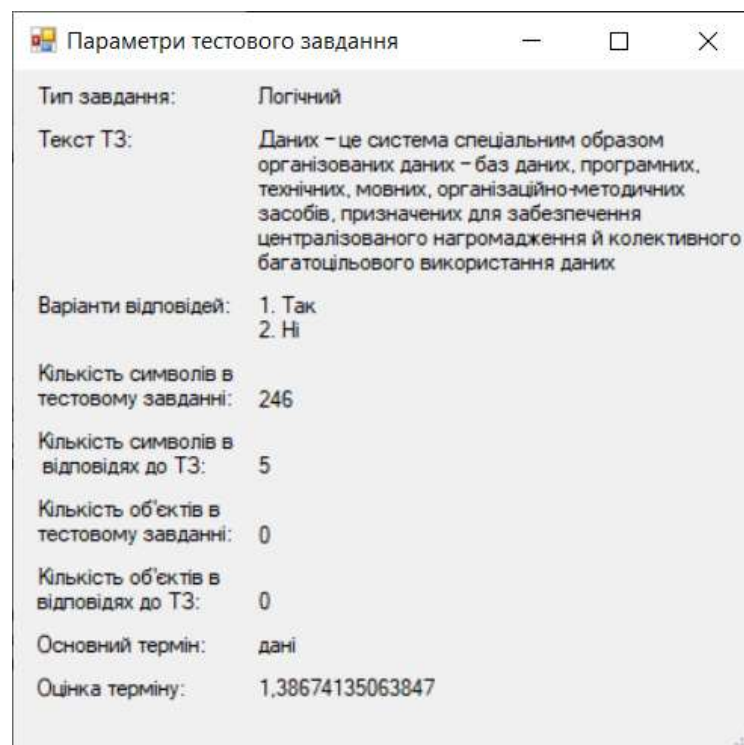


Рисунок 4.5 – Виведення детальної інформації про ТЗ після натискання кнопки «Параметри»

Після вибору потрібних тестових завдань їх можна зберегти в текстовий файл натиснувши на кнопку «Сформувати тест». Також після вибору потрібних ТЗ можуть бути виконані розрахунки складності та тривалості як окремо взято ТЗ так і всього тесту, для проведення розрахунків потрібно натиснути кнопку «Параметри тесту» (рисунок 4.6). Після відкриття форми на ній можна переглянути результати проведених розрахунків, список вибраних тестових

завдань та після подвійного кліку по потрібному ТЗ детальну інформацію про нього. Кнопка «Зберегти тест» додає в базу даних новий тест та зберігає результати проведених розрахунків.

Параметри тесту

Складність:
 Загальна складність тесту: 1338,1
 Максимальна складність ТЗ: 89,22
 Середня складність ТЗ: 70,426
 Мінімальна складність ТЗ: 31,76

Тривалість:
 Загальна тривалість тесту: 883,7 с
 Максимальна тривалість ТЗ: 79,2 с
 Середня тривалість ТЗ: 46,511 с
 Мінімальна тривалість ТЗ: 31,4 с

Тестове завдання	Складність	Тривалість
Програма або людина, що звертається до БД мовою метаданих (ММД) називається _____ називається програма або людина, що звертається до БД мовою метаданих (ММД)	84,18	43,9
Своє «імення» даних має _____ має своє «імення» даних _____ визначає точку зору на БД окремих додатків	88,02	49,3
Своє «імення» даних має _____ має своє «імення» даних _____ визначає точку зору на БД окремих додатків	79,06	32,3
_____ має своє «імення» даних _____ визначає точку зору на БД окремих додатків	82,92	37,9
_____ визначає точку зору на БД окремих додатків	79,28	41,1
База даних – це іменована сукупність даних, що відбиває стан об'єктів і їхні відношення в розглянутій предметній області _____ це процес звертання користувача до БД із метою введення, одержання або зміни інформації в БД	66,5	39,2
_____ це процес звертання користувача до БД із метою введення, одержання або зміни інформації в БД	76,3	50,9
Даних означає автоматизацію іншої діяльності при виконанні своїх посадових обов'язків	57,82	31,6
Система спеціальним образом організованих даних – баз даних, програмних, технічних, _____		

Параметри тестового завдання

Тип завдання: Єдиничного вибору

Текст ТЗ: Система спеціальним образом організованих даних – баз даних, програмних, технічних, мовних, організаційно-методичних засобів, призначених для забезпечення централізованого нагромадження й колективного багатозлого використання даних – це _____

Варіанти відповідей: 1. Мова
2. Транзакція
3. База даних
4. Банк даних

Кількість символів в тестовому завданні: 240

Кількість символів в відповіді до ТЗ: 34

Кількість об'єктів в тестовому завданні: 0

Кількість об'єктів в відповіді до ТЗ: 0

Основний термін: банк даних

Оцінка терміну: 1,63003487822153

Зберегти тест

Рисунок 4.6 – Форма «Параметри тесту»

Таким чином, за розробленою архітектурою було розроблено інформаційну систему обрахунку параметрів множин тестових завдань, призначену для дослідження практичної ефективності створеної інформаційної технології. При цьому в якості даних (матеріалу досліджень) слід використовувати існуючі елементи семантичної структури інформаційного та тестового навчального матеріалу й враховувати відповідні властивості тестових завдань, які впливають на час відповіді й складність тестового завдання.

4.2 Дослідження функціональності інформаційної системи

Інформаційна система обрахунку параметрів множин тестових завдань має дозволити проводити для кожного тестового завдання з множини обрахунків значень потрібного для відповіді часу й оцінки складності, за якими визначати

загальний час відповіді на тест і оцінку сукупної складності тесту [42]. Основна функціональність роботи з тестовими завданнями реалізується за допомогою кнопок «Додати», «Редагувати», «Видалити» та «Параметри» (рисунок 4.7).

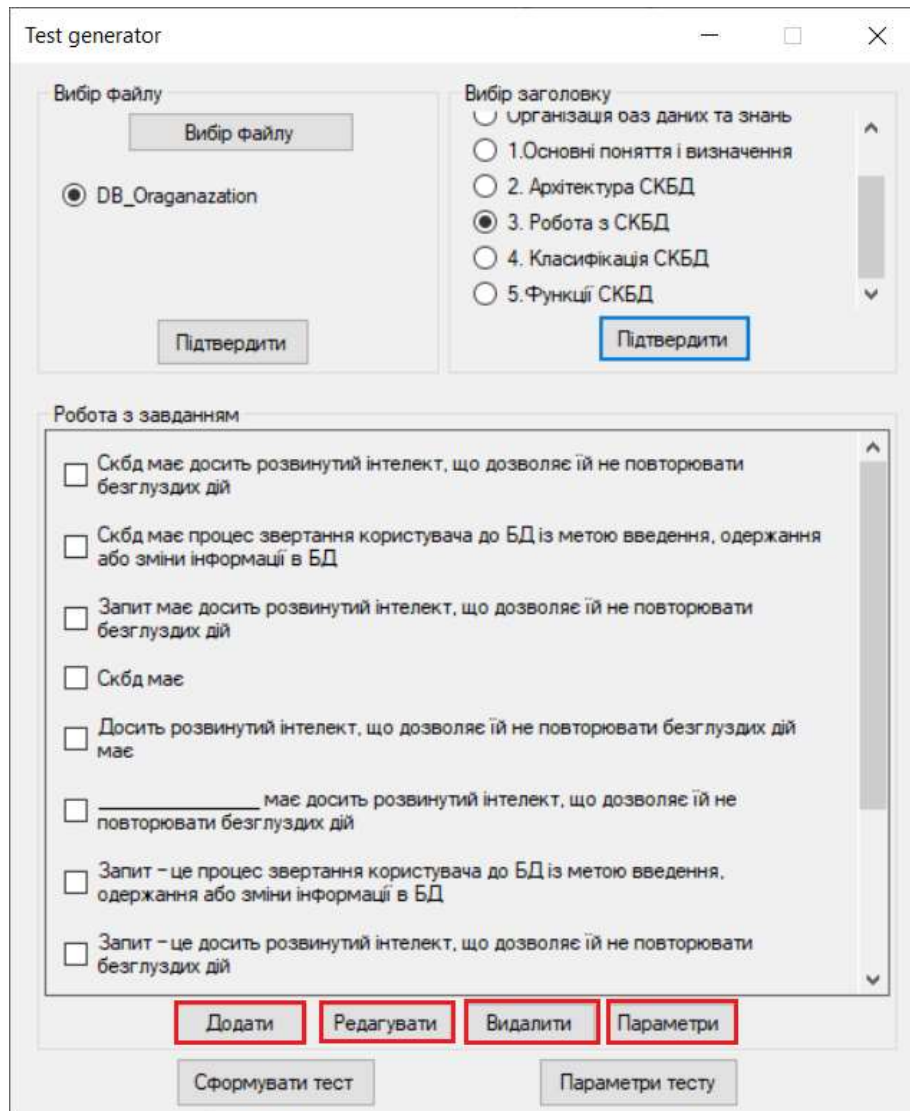


Рисунок 4.7 – Кнопки для роботи з тестовими завданнями

Функціональність збереження тесту в текстовий файл реалізується за допомогою кнопки «Сформувати тест» (рисунок 4.8). Функціональність проведення розрахунків реалізовується кнопкою «Параметри тесту» (рисунок 4.9).

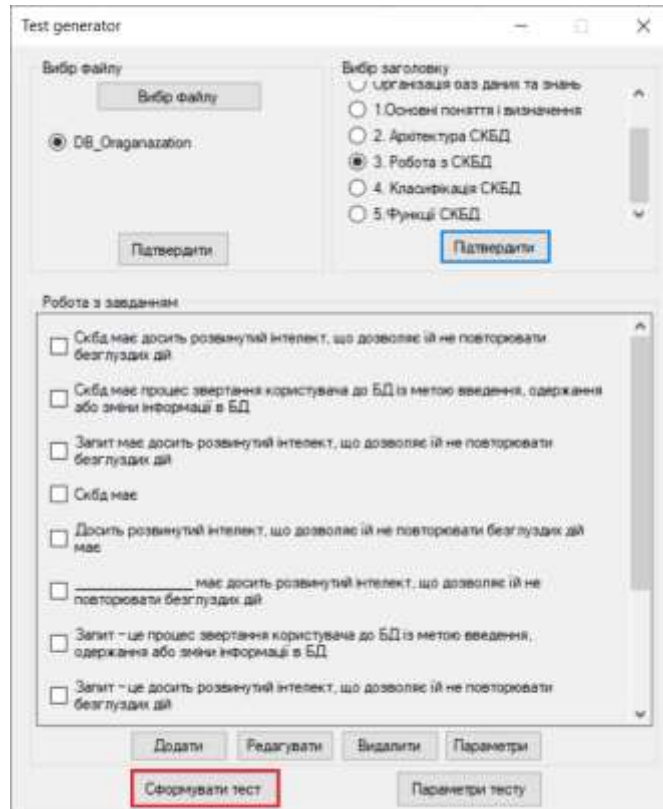


Рисунок 4.8 – Кнопка для збереження тесту в текстовий файл

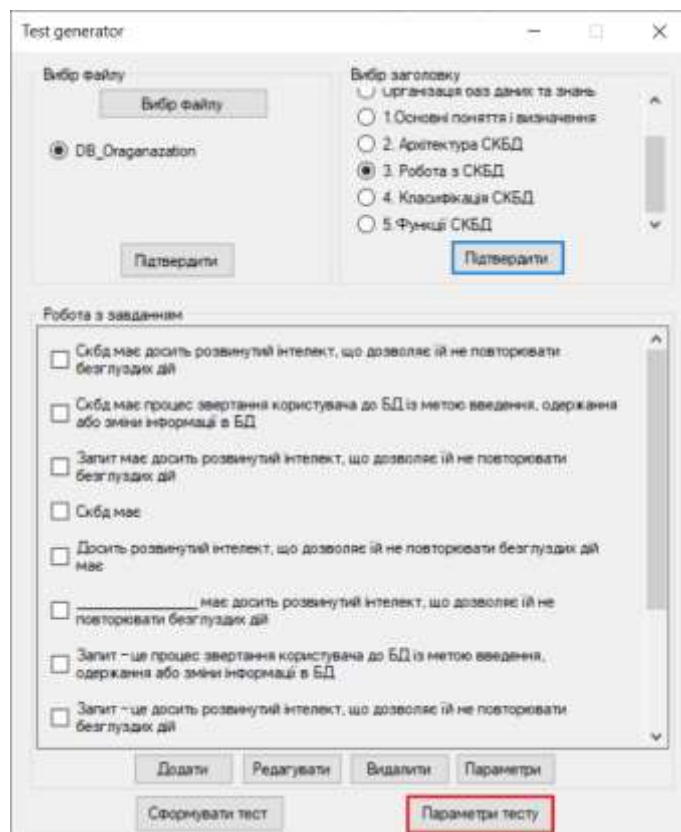


Рисунок 4.9 – Кнопка розрахунку параметрів

Функціональність збереження проведених розрахунків реалізується кнопкою «Зберегти тест» (рисунок 4.10).

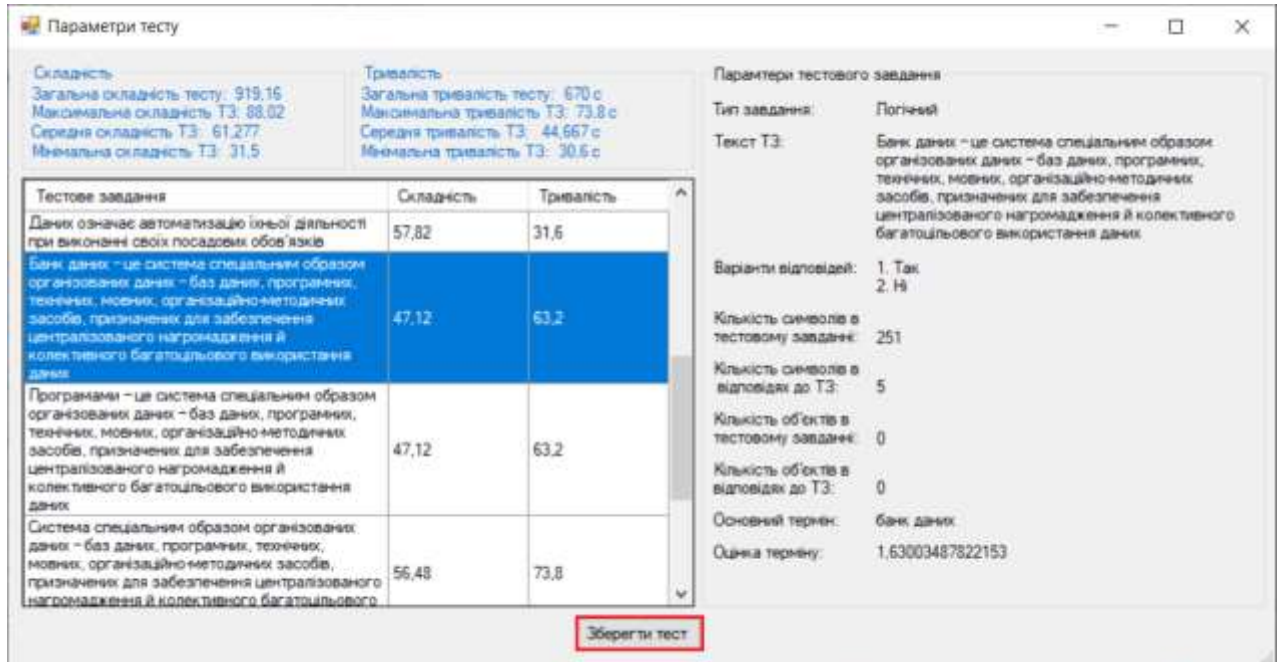


Рисунок 4.10 – Кнопка збереження розрахованих параметрів

Згідно поставленого завдання, інформаційна система має виконувати наступні функції: робота із семантичною структурою навчального матеріалу; робота з тестовими завданнями; вибір рубрики для перевірки рівня його знань тестуванням; додавання і видалення тестових завдань із тесту для перевірки рівня знань обраної рубрики; обрахунок значень загального часу відповіді на тест і сукупної складності тесту; пошук мінімальних і максимальних значень показників часу і складності тесту; обрахунок середніх значень за тестом для показників часу і складності; формування та відображення висновків у вигляді результатів обрахунків, збереження даних; обрахунок проміжних даних для кожного тестового завдання; обчислення потрібного для відповіді на кожне тестове завдання часу та складності тестового завдання; робота із множиною даних налаштування до вагових коефіцієнтів; робота із множиною вагових коефіцієнтів для обрахунку складності та тривалості тестових завдань.

Дослідження функціональності інформаційної системи обрахунку параметрів множин тестових завдань підтвердило можливість проводити для кожного тестового завдання з множини обрахунків значень потрібного для відповіді часу й оцінки складності, за якими визначати загальний час відповіді на тест і оцінку сукупної складності тесту. Таким чином, створена інформаційна система цілком відповідає розробленій інформаційній технології та може бути використана для дослідження її ефективності.

4.3 Тестування інформаційної системи обрахунку параметрів множин тестових завдань

Перевірка коректності роботи інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань складається з чотирьох тест-кейсів, які проводять тестування можливостей роботи з тестовими завданнями, а саме додавання, редагування, видалення та перегляд параметрів ТЗ. Перший тест-кейс перевіряє можливість додавання нового тестового завдання (таблиця 4.1). Результатом роботи тест-кейсу має бути створення нового запису в базі даних.

Таблиця 4.1 – Тест-кейс TS0001

Тест-кейс ID: TS0001	Пріоритет: 1	Створено: 10.11.2020, Придачук Ю.Р.
Назва: Перевірка функціоналу додавання нового тестового завдання		
Вхідні дані: Тест тестового завдання: БМД – це		
Кроки	Очікуваний результат	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Запустити програму 2. Натиснути на кнопку «Додати» 3. Заповнити наведенні на формі поля 4. Натиснути кнопку «Додати» 5. Перевірити наявність нового тестового завдання 	Створення нового тестового завдання	
Результат виконання тест-кейсу: пройдено успішно		

Після натискання на головній формі кнопки «Додати» відкривається форма в якій потрібно заповнити поля відповідними даними (рисунок 4.11)

Рисунок 4.11 – Заповнення форми додавання тестового завдання

Після заповнення полів та натискання кнопки «Додати» в базі даних зберігаються введені користувачем дані (рисунок 4.12).

Рисунок 4.12 – Результат додавання тестового завдання в БД

Другий тест-кейс перевіряє можливість редагування тестового завдання, у результаті має бути отримано змінене тестове завдання (таблиця 4.2).

Таблиця 4.2 – Тест-кейс TS0002

Тест-кейс ID: TS0002	Пріоритет: 1	Створено: 10.11.2020, Придачук Ю.Р.
Назва: Перевірка функціоналу редагування тестового завдання		
Вхідні дані: Тест тестового завдання: БМД – це		
Кроки	Очікуваний результат	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Запустити програму 2. Вибрати необхідний документ та тему 3. Вибрати потрібне ТЗ 4. Натиснути на кнопку «Редагувати» 5. Змінити поле текст 6. Натиснути кнопку «Зберегти зміни» 7. Перевірити наявність змін 	Змінення тексту вибраного тестового завдання з «БМД – це» на «База Метаданих – це»	
Результат виконання тест-кейсу: пройдено успішно		

Після вибору потрібного документу та теми потрібно вибрати необхідне тестове завдання та натиснути кнопку «Редагувати» (рисунок 2.13).

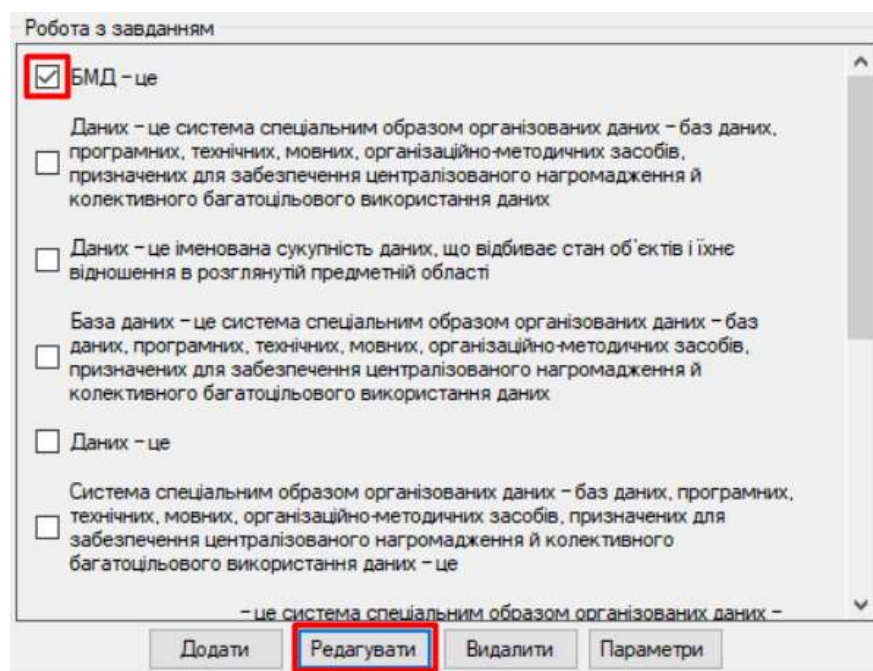


Рисунок 4.13 – Вибір тестового завдання для редагування

У відкритій формі змінити значення тексту з «БМД – це» на «База Метаданих – це» та натиснути кнопку «Зберегти зміни» (рисунок 4.14).

Рисунок 4.14 – Редагування тексту тестового завдання

У результаті проведених змін отримано результат зображений на рисунку 4.15.

Рисунок 4.15 – Результат виконання редагування тестового завдання

Третій тест-кейс виконує перевірку виведення додаткової інформації про тестове завдання (таблиця 4.3).

Таблиця 4.3 - Тест-кейс TS0003

Тест-кейс ID: TS0003	Пріоритет: 1	Створено: 10.11.2020, Придачук Ю.Р.
Назва: Перевірка функціоналу виведення додаткової інформації про тестове завдання		
Вхідні дані: Тест тестового завдання: База даних – це		
Кроки	Очікуваний результат	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Запустити програму 2. Вибрати необхідний документ та тему 3. Вибрати потрібне ТЗ 4. Натиснути на кнопку «Параметри» 5. Переглянути детальну інформацію про вибране ТЗ 	Відкриття нового вікна з детальною інформацією про вибране ТЗ	
Результат виконання тест-кейсу: пройдено успішно		

Тестування починається з вибору необхідного документу та теми, після чого стає доступним вибір тестове завдання, вибравши потрібне ТЗ потрібно натиснути кнопку «Параметри» (рисунок 4.16).

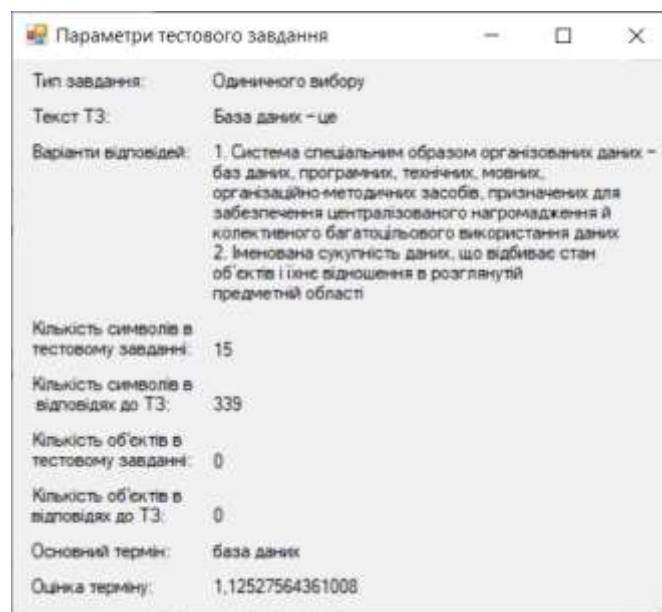


Рисунок 4.16 – Детальна інформація про вибране ТЗ

Четвертий тест-кейс виконує видалення обраного тестового завдання з бази даних (таблиця 4.4).

Таблиця 4.4 – Тест-кейс TS0004

Тест-кейс ID: TS0004	Пріоритет: 2	Створено: 10.11.2020, Придачук Ю.Р.
Назва: Перевірка функціоналу виведення додаткової інформації про тестове завдання		
Вхідні дані: Тест тестового завдання: База Метаданих – це		
Кроки	Очікуваний результат	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Запустити програму 2. Вибрати необхідний документ та тему 3. Вибрати потрібне ТЗ 4. Натиснути на кнопку «Видалити» 	Видалення тестового завдання з бази даних	
Результат виконання тест-кейсу: пройдено успішно		

Після вибору потрібного документу та теми потрібно вибрати необхідне тестове завдання та натиснути кнопку «Видали» (рисунок 4.17) після чого тестове завдання видаляється з бази даних.

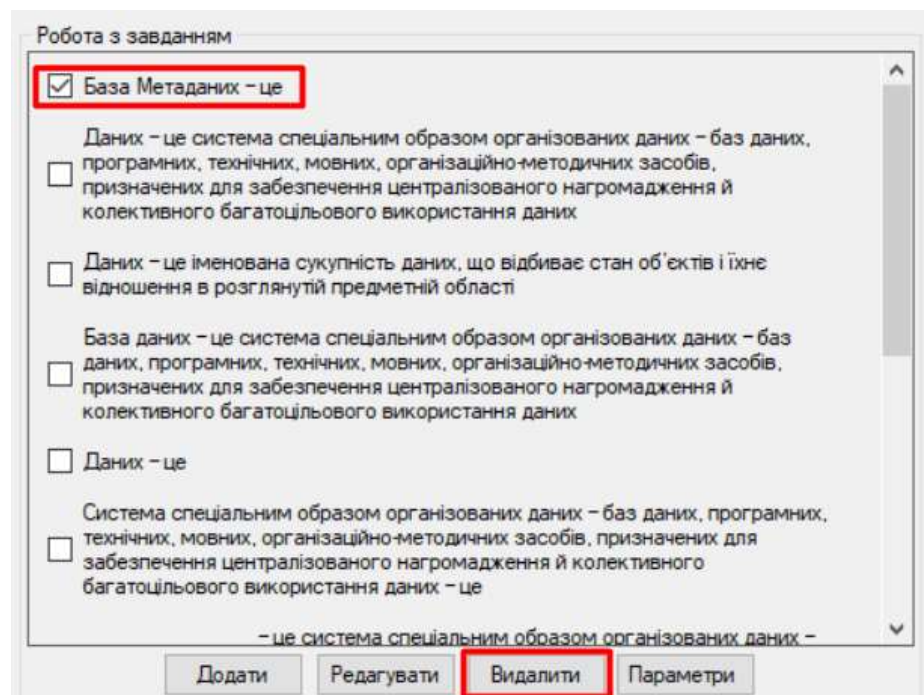


Рисунок 4.17 – Видалення тестового завдання

У результаті проведеного тестування програмного продукту некоректно працюючих функцій виявлено не було. Це підтверджує, що створена інформаційна система обрахунку параметрів множин тестових завдань відповідає розробленій інформаційній технології і може бути використана для дослідження її ефективності.

4.4 Дослідження ефективності інформаційної технології

Інформаційна технологія обрахунку параметрів множин тестових завдань дозволяє одержувати вихідні дані у вигляді загального часу відповіді на тест та оцінки сукупної складності тесту, а також значення показників потрібного для відповіді на кожне тестове завдання часу та оцінки його складності. Оскільки параметри загального часу відповіді на тест та оцінки сукупної складності тесту є вторинними і одержуються шляхом сумування відповідних параметрів окремих тестових завдань, дослідження ефективності інформаційної технології має бути спрямоване саме на перевірку коректності саме їх значень. Такі параметри в вихідних даних як мінімальні, максимальні та середні значення показників потрібного для відповіді на тестове завдання часу та їх складності за тестом також є похідними від параметрів окремих тестових завдань.

Тому для дослідження ефективності інформаційної технології буде проведена перевірка коректності одержаних даних потрібного для відповіді на кожне тестове завдання часу та числового значення оцінки складності тестового завдання.

В якості матеріалу досліджень було використано існуючі елементи семантичної структури інформаційного та тестового навчального матеріалу, зокрема множина з 235 тестових завдань із ряду фахових дисциплін спеціальності «122 – Комп'ютерні науки», що використовуються у навчальному процесі на кафедрі Комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Хмельницького національного університету. В якості експертів виступили викладачі даної кафедри.

В процесі дослідження, викладач визначав власну оцінку щодо потрібного для відповіді на кожне тестове завдання часу та числового значення оцінки складності тестового завдання, при цьому значення оцінки складності тестового завдання нормувалися до відповідності із мінімальними та максимальними оцінками тестових завдань інформаційною системою.

Як експериментальну установку використано описану в п. 4.1 дослідницьку інформаційну систему обрахунку параметрів множин тестових завдань, яка дозволяє за створеною інформаційною технологією проводити для кожного тестового завдання з множини обрахунків значень потрібного для відповіді часу й оцінки складності.

В результаті дослідження ефективності інформаційної технології з визначення часу, потрібного для відповіді на тестове завдання, було одержані дані, наведені у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Результат дослідження з визначення часу, потрібного для відповіді на тестове завдання

Діапазон	< -75%	-75..-50%	-50..-25%	-25..-1%	0..25%	25..50%	50..75%	> 75%
Результат	2,11%	4,35%	5,15%	24,77%	38,52%	12,12%	10,41%	3,57%

Результат дослідження з визначення часу, потрібного для відповіді на тестове завдання, наведений на рисунку 4.18 свідчить, що інформаційна система обрахунку параметрів множин тестових завдань в 63,29% випадків забезпечила одержання достатньо коректних даних, близьких до результату експертної оцінки (діапазон відхилень -25..+25%).

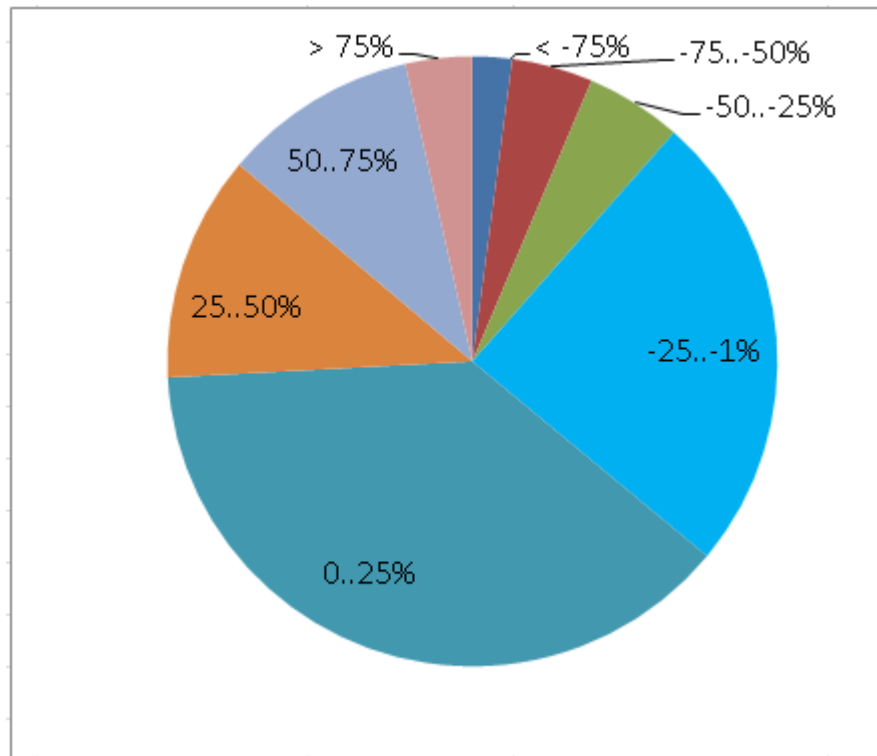


Рисунок 4.18 – Діаграма результату дослідження з визначення часу, потрібного для відповіді на тестове завдання

В результаті проведеного дослідження ефективності інформаційної технології з оцінки складності тестового завдання було одержані дані, наведені у таблиці 4.6. Приклад використання інформаційної системи для обрахунку параметрів множин тестових завдань наведено на рисунку 4.19.

Результат дослідження з оцінки складності тестового завдання, наведений на рисунку 4.20 свідчить, що інформаційна система обрахунку параметрів множин тестових завдань в 57,19% випадків забезпечила одержання достатньо коректних даних, близьких до результату експертної оцінки (діапазон відхилень -25..+25%).

Таблиця 4.6 – Результат дослідження з оцінки складності тестового завдання

Діапазон	< -75%	-75..-50%	-50..-25%	-25..-1%	0..25%	25..50%	50..75%	> 75%
Результат	3,54%	11,85%	13,66%	35,23%	21,96%	4,74%	7,31%	1,71%

Параметри тесту

Складність:
Загальна складність тесту: 503,68
Максимальна складність ТЗ: 64,78
Середня складність ТЗ: 55,964
Мінімальна складність ТЗ: 49,68

Тривалість:
Загальна тривалість тесту: 314,7 с
Максимальна тривалість ТЗ: 51,1 с
Середня тривалість ТЗ: 34,967 с
Мінімальна тривалість ТЗ: 19,5 с

Параметри тестового завдання

Тип завдання: Поточний

Текст ТЗ: Даних означає , що в ній міститься повна, несуперечлива й адекватно відбиваюча предметну область інформація

Варіанти відповідей: 1. Так
2. Ні

Кількість символів в тестовому завданні: 107

Кількість символів в відповідях до ТЗ: 5

Кількість об'єктів в тестовому завданні: 0

Кількість об'єктів в відповідях до ТЗ: 0

Основний термін: дані

Оцінка терміну: 1,80117930889162

Тестове завдання	Складність	Тривалість
Мови має , що в ній міститься повна, несуперечлива й адекватно відбиваюча предметну область інформація	53,14	34,3
QBE в основному має	56,56	23,5
QBE в основному має	64,78	34,7
Даних означає , що в ній міститься повна, несуперечлива й адекватно відбиваюча предметну область інформація	51,24	35,1
Даних означає QBE в основному	49,68	19,5
Мови означає , що в ній міститься повна, несуперечлива й адекватно відбиваюча предметну область інформація	51,22	34,9
Даних означає	56,42	41,9
, що в ній міститься повна, несуперечлива й адекватно відбиваюча предметну область інформація означає	56,2	39,7
означає , що в ній міститься повна, несуперечлива й адекватно відбиваюча	64,44	51,1

Зберегти тест

Рисунок 4.19 – Приклад використання інформаційної системи для обрахунку параметрів множин тестових завдань

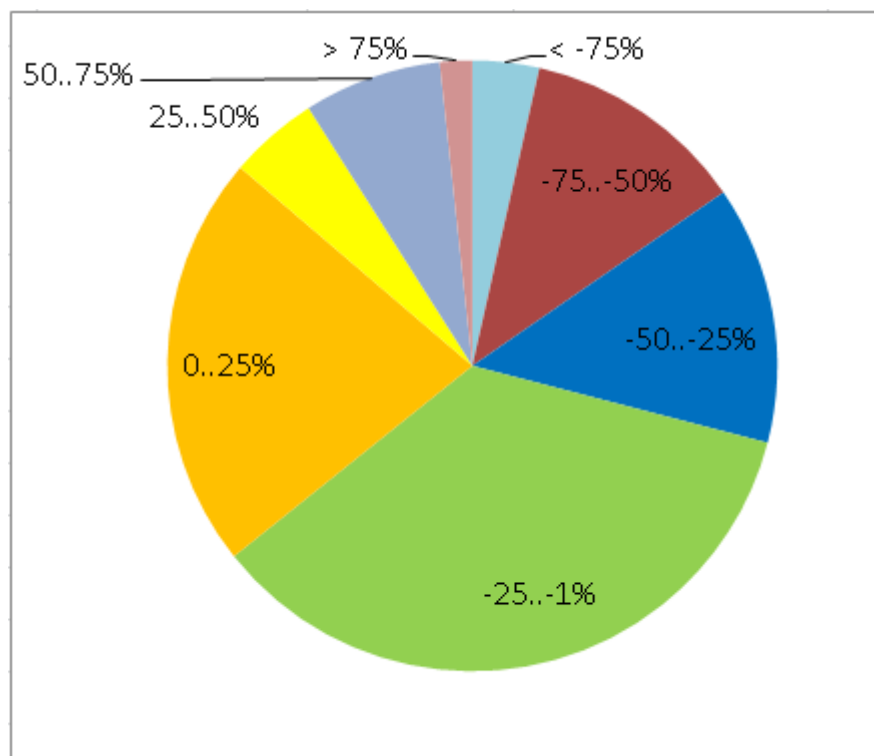


Рисунок 4.20 – Діаграма результату дослідження з оцінки складності тестового завдання

Таким чином, проведене дослідження ефективності інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань виявило, що при визначення часу, потрібного для відповідь на тестове завдання, в 63,29% випадків досягається одержання достатньо коректних даних. При оцінці ж складності тестового завдання в 57,19% випадків досягається одержання достатньо коректних даних. Достатньо коректними вихідними даними у роботі визначено дані, що близькі до результату експертної оцінки відповідних параметрів із діапазоном відхилень $-25..+25\%$. Для більшої відповідності вимогам користувача слід виконувати відповідне коригування значень вагових коефіцієнтів, що використовуються при обрахунку вихідних значень інформаційної технології.

Висновки до розділу 4

У розділі було розроблено експериментальну інформаційну систему обрахунку параметрів множин тестових завдань, призначену для дослідження практичної ефективності створеної інформаційної технології. При цьому у якості даних було використано існуючі елементи семантичної структури інформаційного і тестового навчального матеріалу й враховано відповідні властивості тестових завдань, які впливають на час відповіді й складність тестового завдання.

Дослідження функціональності створеної інформаційної системи підтвердило можливість проводити для кожного тестового завдання з множини обрахунок значень потрібного для відповіді часу та оцінки складності, за якими визначати загальний час відповіді на тест й оцінку сукупної складності тесту.

Проведене у розділі дослідження ефективності інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань виявило, що при визначення часу, потрібного для відповідь на тестове завдання, у 63,29% випадків досягається одержання достатньо коректних даних. При оцінці ж складності

тестового завдання у 57,19% випадків досягається одержання достатньо коректних даних. Для більшої відповідності вимогам користувача слід виконувати відповідне коригування значень вагових коефіцієнтів, що використовуються при обрахунку вихідних значень інформаційної технології.

Напрямами практичного використання розробленої інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань є використання як в якості окремого засобу для роботи з тестовими завданнями, так і інтегровано в навчальні середовища, які мають підсистеми тестування рівня знань. За такого застосування, інформаційна технологія дозволяє виконувати для кожного тестового завдання з множини обрахунків значень потрібного для відповіді часу й оцінки складності, за якими визначати загальний час відповіді на тест і оцінку сукупної складності тесту. Також вихідними даними інформаційної технології є мінімальні, максимальні та середні значення показників потрібного для відповіді на тестове завдання часу та їх складності за тестом.

Загальні висновки

Дипломна робота магістра розв'язує науково-технічну задачу створення інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань, зокрема визначення потрібного для відповіді часу й оцінки складності тестових завдань. В результаті виконання дипломної роботи були поставлені і вирішені наступні завдання:

1. Проведено аналіз відомих підходів до автоматизованого визначення параметрів до множин тестових завдань для підвищення якості використання тестів.

2. Вдосконалено інформаційну модель тесту як множини тестових завдань.

3. Розроблено метод обрахунку складності і часу відповіді на тестове завдання.

4. Розроблено інформаційну технологію обрахунку параметрів множин тестових завдань.

5. Розроблено інформаційну систему обрахунку параметрів множин тестових завдань за створеною інформаційною технологією.

6. Проведено прикладне дослідження ефективності інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань.

Для дослідження ефективності інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань було створено відповідну інформаційну систему. Проведене дослідження ефективності розробленої інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань виявило, що при визначення часу, потрібного для відповідь на тестове завдання, у 63,29% випадків досягається одержання достатньо коректних даних. При оцінці ж складності тестового завдання у 57,19% випадків досягається одержання достатньо коректних даних. Для більшої відповідності вимогам користувача слід

виконувати відповідне коригування значень вагових коефіцієнтів, що використовуються при обрахунку вихідних значень інформаційної технології.

Напрямами практичного використання розробленої інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань є використання як в якості окремого засобу для роботи з тестовими завданнями, так і інтегровано в навчальні середовища, які мають підсистеми тестування рівня знань. За такого застосування, інформаційна технологія дозволяє виконувати для кожного тестового завдання з множини обрахунків значень потрібного для відповіді часу й оцінки складності, за якими визначати загальний час відповіді на тест і оцінку сукупної складності тесту. Також вихідними даними інформаційної технології є мінімальні, максимальні та середні значення показників потрібного для відповіді на тестове завдання часу та їх складності за тестом.

У результаті проведеної роботи були отримані наступні положення, що містять наукову та інноваційну новизну:

1. Вдосконалено інформаційну модель тесту, яка відрізняється тим, що містить параметри складності та часу відповіді на тестові завдання, а також фактори, які впливають на ці параметри, з метою підвищення ефективності використання множин тестових завдань для контролю рівня знань.

2. Розроблено новий метод обрахунку складності та часу відповіді на тестове завдання, що дозволяє за наявними в інформаційній моделі тесту параметрами автоматизовано обраховувати умовну оцінку складності та рекомендований час відповіді на кожне тестове завдання.

3. Розроблено нову інформаційну технологію обрахунку параметрів множин тестових завдань, що дозволяє з використанням створених моделі та методу за вхідними даними у вигляді множини асоційованих з семантичною структурою навчального матеріалу тестових завдань одержувати вихідні дані у вигляді загального часу відповіді на тест та оцінки сукупної складності тесту, а також значення показників потрібного для відповіді на кожне тестове завдання часу та оцінки його складності.

4. Розроблено нову інформаційну систему обрахунку параметрів множин тестових завдань, що дозволяє за створеною інформаційною технологією проводити для кожного тестового завдання з множини обрахунок значень потрібного для відповіді часу й оцінки складності, за якими визначати загальний час відповіді на тест і оцінку сукупної складності тесту.

Основні наукові й практичні результати доповідалися в доповіді «Параметри моделі тестового завдання при автоматизованому формуванні тестів» на XII Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2020» (9-10 листопада 2020 р.), за темою дипломної роботи автором виконано *наукову публікацію* [43].

Перелік посилань

1. Акімов О. Є. Роль тестового контролю і якості тестових завдань у підготовці фахівців на кафедрі патофізіології / О. Є. Акімов, С. В. Денисенко, А. В. Міщенко [та ін.] // Сучасна медична освіта: методологія, теорія, практика : матеріали Всеукр. навч.-наук. конф. з міжнар. участю. – Полтава, 2020. – С. 5-6.
2. Садовий М. І. Методичні проблеми створення засобів діагностики знань студентів / Садовий М. І., Трифонова О. М. // Збірник наукових праць Херсонського державного університету. Педагогічні науки. – 2016. – № 71 (1) . – С. 64-69.
3. Проблеми застосування тестів під час вивчення іноземної мови [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://osvita.ua/school/lessons_summary/education/49494/
4. Войтович І. С. Використання адаптивного тестування в навчальному процесі вищого навчального закладу / І. С. Войтович, А. А. Іващенко // Наукові записки КДПУ ім. В.Винниченка. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – 2014. – Вип. 6 (2). – С. 3-8.
5. Крак Ю. В. Інформаційна модель семантичної структури навчального курсу для генерації тестових завдань / Ю. В. Крак, О. В. Бармак, О. В. Мазурець // Матеріали XIX Міжнародної науково-практичної конференції «Моделювання та дослідження стійкості динамічних систем DSMSI-2019». – Київ, 2019. – С. 365-367.
6. Мельник А. М. Автоматична генерація тестових завдань як засіб підвищення ефективності процесу навчання / А. М. Мельник, Р. М. Пасічник, Р. П. Шевчук // Тези доповідей II міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія». – Харків, 2011. – С. 57-59.
7. Ліцензійні умови провадження освітньої діяльності закладів освіти – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/1187-2015-%D0%BF/page#Text>

8. Вербицкий А. А. Активное обучение в высшей школе : контекстный подход / А. А. Вербицкий. – М. : Высшая школа, 1991. – 207 с.
9. Основи педагогічного контролю у вищих навчальних закладах та основні форми його здійснення – [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://pidru4niki.com/18421120/pedagogika/osnovi_pedagogichnogo_kontrolyu_visc_hih_navchalnih_zakladah_osnovni_formi_yogo_zdiysnennya
10. Психологія педагогічної оцінки – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://studfile.net/preview/7341849/>
11. Педагогічне тестування – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://cutt.ly/GhvlZRO>
12. Методичні основи створення та використання тестів – [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://utkivka.edu.kh.ua/distancijne_navchannya/vchitelj-vchitelyu/metodichni_osnovi_stvorennya_ta_vikoristannya_testiv/
13. Етапи конструювання тесту. Специфікація тесту – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ru.calameo.com/read/0058845995c10550564ed>
14. Кухар Л.О., Сергієнко В.П. Конструювання тестів – Луцьк, 2010 – 55 с.
15. Методичні рекомендації зі складання тестових завдань – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://cutt.ly/8hmyWNh>
16. І. Петрицин, О. Петрицин Комп'ютерне тестування – одна з форм діагностики та перевірки успішності навчання // Молодь і ринок №11 (82), 2011 – С. 107 – 112
17. Красильникова В.А. Подготовка заданий для компьютерного тестирования. Методические рекомендации. – ИПК ГОУ ОГУ, 2004. – 31 с.
18. Durlach P. J. Adaptive Technologies for Training and Education / P. J. Durlach, A. M. Lesgold. – Cambridge : Cambridge University Press, 2012. – 380 с.
19. Ткачук В. В. Створення електронних навчально-методичних комплексів у мобільно орієнтованому середовищі навчання ВНЗ / В. В. Ткачук, С. О. Семеріков, Ю. В. Єчкало // Новітні комп'ютерні технології. – Кривий Ріг :

Видавничий центр ДВНЗ «Криворізький національний університет». – 2017. – Том XV. – С. 189-196.

20. Moodle [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://moodle.org/mod/page/view.php?id=8174>

21. Організація дистанційного навчання в Moodle [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ru.osvita.ua/vnz/high_school/72285/

22. Модульне середовище для навчання – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://msn.khnu.km.ua/>

23. ProProfs [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.proprofs.com/>

24. Паращенко Л. І. Тестові технології у навчальному закладі : метод. посіб. / Л. І. Паращенко, В. Д. Леонський, Г. І. Леонська. – К. : Майстерня книги, 2006. – 217 с.

25. Гуцало Е. Особливості педагогічного виміру навчальних досягнень студентів / Е. Гуцало // Кіровоград – К.: Наукові Записки, 118 с.

26. Сілакова Т. Т. Дефініції педагогічного тестування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://jrnl.nau.edu.ua/index.php/VisnikPP/article/download/12518/16952>

27. Мілерян В. Є. Методичні основи підготовки і проведення навчальних занять в медичних вузах : метод. посіб. / В. Є. Мілерян. – К., 2006. – 84 с.

28. Гриник Б. С. Тестування як ефективний інструмент вимірювання рівня знань студентів / Б. С. Гриник, О. Г. Пилипів // Психолого-педагогічні науки. – 2013. – № 3. – С. 97-102.

29. Дудко А. Ф. Комп'ютерно орієнтована методика оцінювання якості тестів з вищої математики викладачами закладів вищої освіти. – Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук. – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН

України, Київ, 2019. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://core.ac.uk/download/pdf/211003332.pdf>

30. Біляковська О. О. Тестування у системі контролю й оцінювання успішності студентів / Біляковська О. О., Герцюк Д. Д., Равчина Т. В. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dl.lnu.edu.ua/metod/metod.htm>

31. Берещук М. Тестовий контроль і рейтинг в освіті / Берещук М., Бархаєв Ю., Стадник Г. // Навчальний посібник. – Харків. – 2006. – 106 с.

32. Булах І. Є. Створюємо якісний тест : навч. посіб. / І. Є. Булах, М. Р. // К. : Майстер-клас, 2006. – 160 с.

33. Сергієнко В. П. Методичні рекомендації зі складання тестових завдань / В. П. Сергієнко, Л. О. Кухар. – К., НПУ, 2011. – 41 с.

34. Мельник В. Д. Інтелектуальні технології контролю знань в комп'ютеризованому навчанні / В. Д. Мельник // Ukraine–EU. Modern Technology, Business and Law. – 2015. – С. 60-64.

35. Платформа Microsoft . NET Framework [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ukrefs.com.ua/169804-Platforma-Microsoft-NET-Framework.html>

36. Прикладне програмування і бази даних [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.rgups.ru/site/assets/files/94247/ignat_eva_o.v._prikladnoe_programmirovani_e_i_bazy_dannykh._dlia_prakt_.pdf

37. Microsoft SQL Server [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://navicongroup.ru/platforms/4025/>

38. Устілкін В. В. Дослідження мов програмування Java та C# для серверних платформ та робочих станцій / Устілкін В. В., Люта М. В., Розломій І. О. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/8422/1/944-3806-1-PB.pdf>

39. Microsoft Visual Studio [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ru.bmstu.wiki/index.php?title=Microsoft_Visual_Studio&mobileaction=toggle_view_mobile

40. Середовище розробки Microsoft Visual Studio [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://informatics.in.ua/programming_csharp/part_01.php

41. Структура бази даних [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://php-functions.ho.ua/ukr/msoffice/access/rphp2.html>

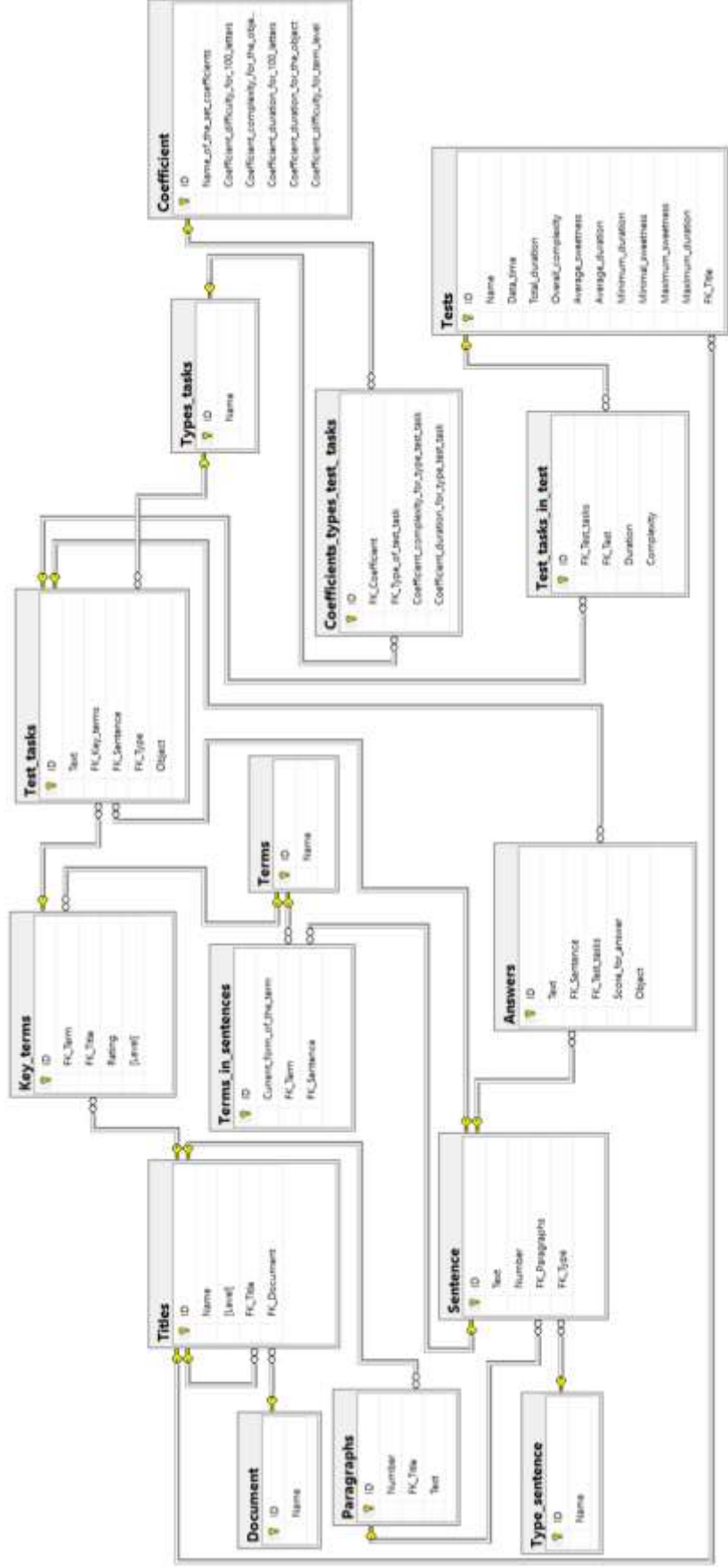
42. Мазурець О. В. Множина параметрів моделі тестового завдання при автоматизованому формуванні тестів / О. В. Мазурець, Ю. Р. Придачук // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи». Тернопіль – 2019. – С.134-135.

43. Придачук Ю. Р. Параметри моделі тестового завдання при автоматизованому формуванні тестів / Ю. Р. Придачук, О. О. Залуцька, Я. О. Кравчук // Збірник наукових праць за матеріалами XII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2020». Хмельницький – 2020 – с. 229-231.

ДОДАТКИ

Додаток А

Структура бази даних інформаційної системи обрахунку параметрів множин тестових завдань



Додаток Б

Схема інформаційної системи обрахунку параметрів множин тестових завдань



Додаток В

Приклади використання інформаційної системи для обрахунку параметрів множин тестових завдань

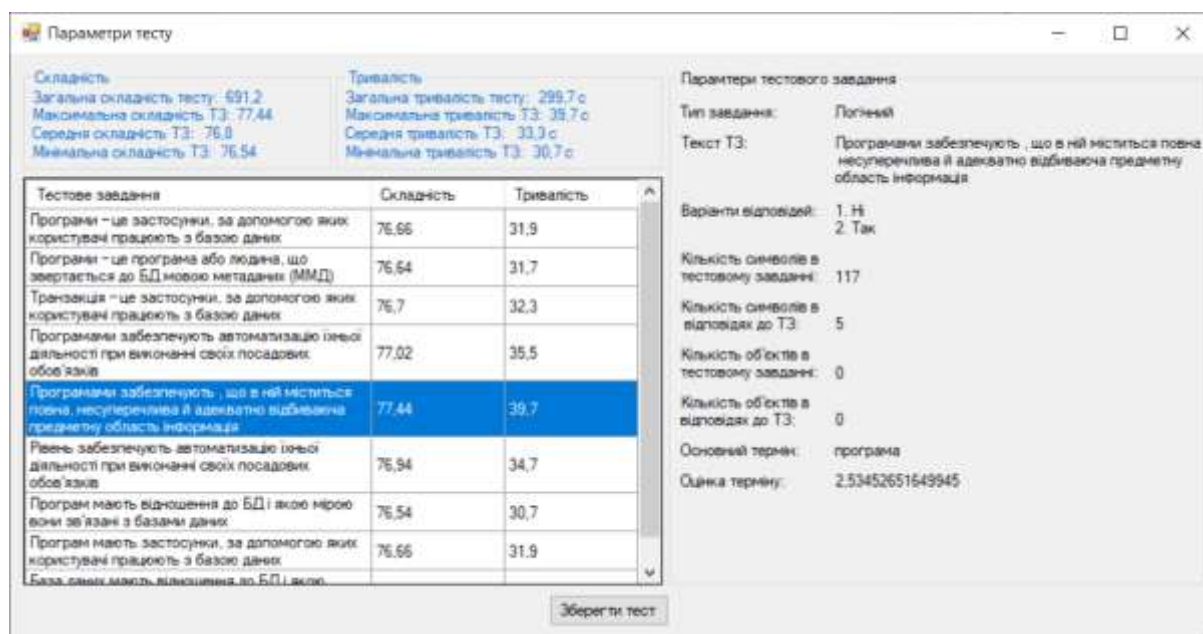


Рисунок В.1 – Приклад використання інформаційної системи для обрахунку параметрів для тесту з типом тестових завдань «Логічний»

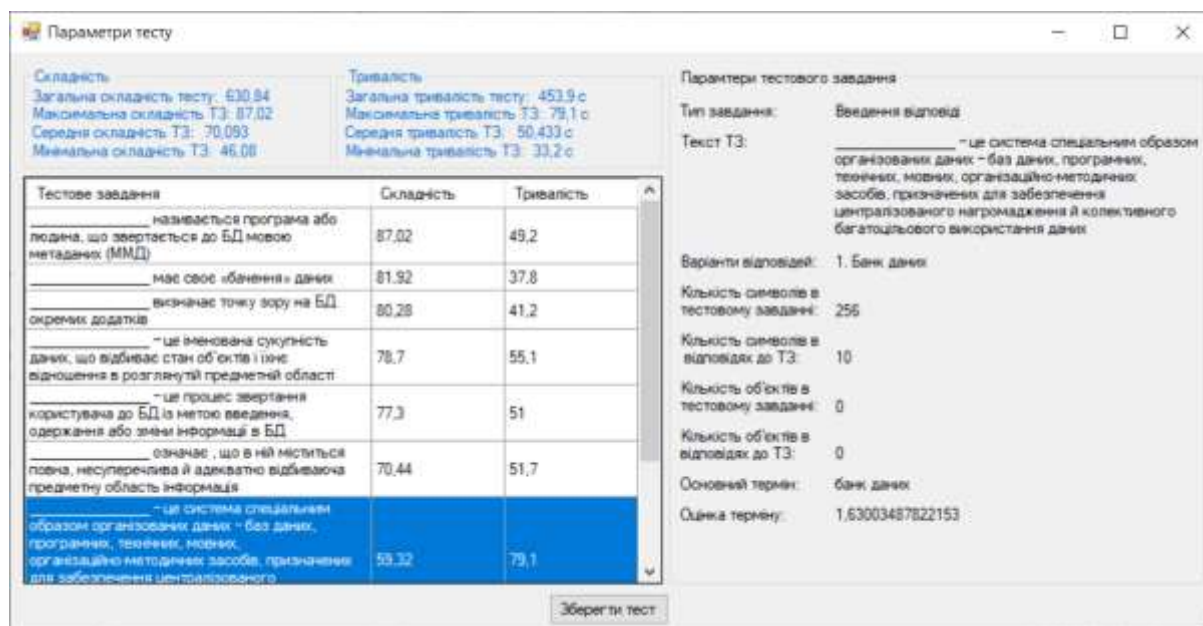


Рисунок В.2 – Приклад використання інформаційної системи для обрахунку параметрів для тесту з типом тестових завдань «Введення відповіді»

Параметри тесту

Складність		Тривалість	
Загальна складність тесту: 421,54		Загальна тривалість тесту: 395,7 с	
Максимальна складність ТЗ: 59,92		Максимальна тривалість ТЗ: 51,1 с	
Середня складність ТЗ: 38,358		Середня тривалість ТЗ: 35,973 с	
Мінімальна складність ТЗ: 20,76		Мінімальна тривалість ТЗ: 27,3 с	

Тестове завдання	Складність	Тривалість
Скбд має досить розвинутий інтелект, що дозволяє їй не повторювати безглуздих дій	46,72	29,5
Скбд має процес звертання користувача до БД із метою введення, одержання або зміни інформації в БД	47,06	32,9
Запит має досить розвинутий інтелект, що дозволяє їй не повторювати безглуздих дій	46,74	29,7
Скбд має	53,38	51,1
Досить розвинутий інтелект, що дозволяє їй не повторювати безглуздих дій має	51,7	34,3
_____ має досить розвинутий інтелект, що дозволяє їй не повторювати безглуздих дій	59,92	45,5
Запит - це процес звертання користувача до БД із метою введення, одержання або зміни інформації в БД	21,1	30,7
Запит - це досить розвинутий інтелект, що дозволяє їй не повторювати безглуздих дій	20,76	27,3
Скбд - це процес звертання користувача до БД	44,88	38,5

Параметри тестового завдання

Тип завдання: Логічний

Текст ТЗ: Запит - це досить розвинутий інтелект, що дозволяє їй не повторювати безглуздих дій

Варіанти відповідей: 1. Ні
2. Так

Кількість символів в тестовому завданні: 83

Кількість символів в відповіді до ТЗ: 5

Кількість об'єктів в тестовому завданні: 0

Кількість об'єктів в відповіді до ТЗ: 0

Основний термін: запит

Оцінка терміну: 1.37782670785116

Зберегти тест

Рисунок В.3 – Приклад використання інформаційної системи для обрахунку параметрів для тесту по темі (заголовку) «Робота з СКБД»

Параметри тесту

Складність		Тривалість	
Загальна складність тесту: 226,68		Загальна тривалість тесту: 291,6 с	
Максимальна складність ТЗ: 38,2		Максимальна тривалість ТЗ: 46,1 с	
Середня складність ТЗ: 25,209		Середня тривалість ТЗ: 32,4 с	
Мінімальна складність ТЗ: 17,48		Мінімальна тривалість ТЗ: 24,2 с	

Тестове завдання	Складність	Тривалість
Скбд забезпечують можливість створення персональних БД і недорогих додатків, що працюють з ними	25	30,1
Скбд забезпечують відношення до БД і якою мірою вони зв'язані з базами даних	24,62	26,3
Програм забезпечують можливість створення персональних БД і недорогих додатків, що працюють з ними	25,06	30,7
Скбд забезпечують	31,04	45,5
Можливість створення персональних БД і недорогих додатків, що працюють з ними забезпечують	30,02	35,3
_____ забезпечують можливість створення персональних БД і недорогих додатків, що працюють з ними	38,2	46,1
Програм мають відношення до БД і якою мірою вони зв'язані з базами даних	17,54	24,8
Програм мають можливість створення персональних БД і недорогих додатків, що працюють з ними	17,92	28,6

Параметри тестового завдання

Тип завдання: Однечного вибору

Текст ТЗ: Можливість створення персональних БД і недорогих додатків, що працюють з ними забезпечують

Варіанти відповідей: 1. Програм
2. Скбд

Кількість символів в тестовому завданні: 90

Кількість символів в відповіді до ТЗ: 11

Кількість об'єктів в тестовому завданні: 0

Кількість об'єктів в відповіді до ТЗ: 0

Основний термін: скбд

Оцінка терміну: 1.45936336449059

Зберегти тест

Рисунок В.4 – Приклад використання інформаційної системи для обрахунку параметрів для тесту по темі (заголовку) «Класифікація СКБД»

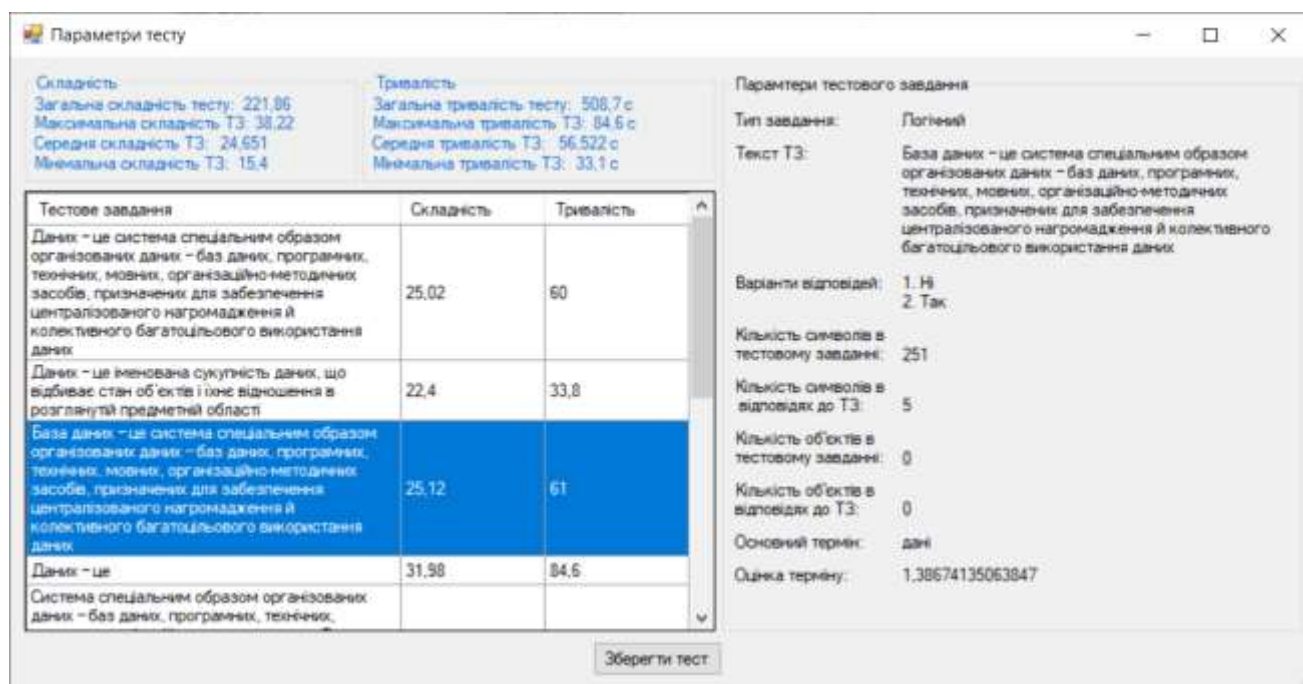


Рисунок В.5 – Приклад використання інформаційної системи для обрахунку параметрів для тесту по темі (заголовку) «Основні поняття і визначення»

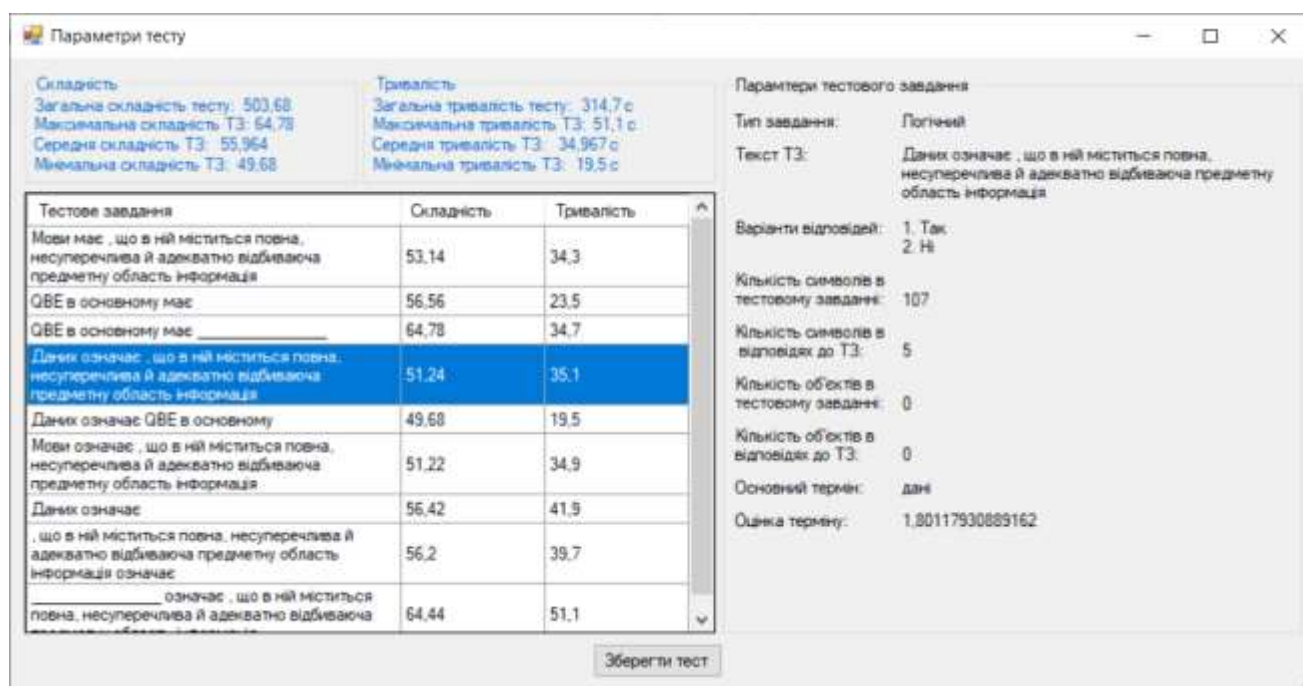


Рисунок В.6 – Приклад використання інформаційної системи для обрахунку параметрів для тесту по темі (заголовку) «Функції СКБД»

Додаток Г
Ксерокопії наукових публікацій, виконаних при роботі над
дипломною роботою магістра

(ксерокопії титульної сторінки, сторінки змісту та всіх сторінок із публікацією)

Перелік наукових публікацій:

1. Придачук Ю. Р. Параметри моделі тестового завдання при автоматизованому формуванні тестів / Ю. Р. Придачук, О. О. Залуцька, Я. О. Кравчук // Збірник наукових праць за матеріалами XII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2020». Хмельницький – 2020 – с. 229-231.

УДК 004.37:001.62

Збірник наукових праць за матеріалами XII всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2020». Хмельницький – 2020. – 365с.

У збірнику наукових праць подані перспективні практичні розробки аспірантів, студентів та здобувачів в області сучасних інформаційних технологій. Розглянуто актуальні проблеми комп'ютерних наук, комп'ютерної інженерії, прикладної математики й інженерії програмного забезпечення, приведено ряд робіт по впровадженню інформаційних технологій у виробництво та управління. Висвітлено перспективні розробки сучасних систем пошуку, обробки й захисту інформації, медійних та комунікаційних систем.

УДК 004.37:001.62

Матеріали конференції відтворені з авторських оригіналів. Оргкомітет конференції висловлює подяку учасникам конференції та сподівається на подальшу співпрацю.

З питань проведення конференції та подальшого обміну інформацією звертатись на e-mail конференції: apkn.khmi@gmail.com



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

за матеріалами XII всеукраїнської науково-практичної конференції
«Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2020»

9-10 листопада 2020

<i>Гордійчук Б. Г., Матзюк Е. А., Скрипник Т. К.</i> Виявлення аномалій в даних.....	72
<i>Городишні М. С., Тітова В. Ю.</i> Розробка архітектури додатку на основі технологій «розумний будинок» та «інтернет речей».....	75
<i>Гребінчук А. Д., Поліщук В. Ю., Форкун І. В.</i> Модель багаторівневої автоматизованої системи керування будівельним виробництвом.....	78
<i>Гришиська Н. В., Дяблов Б. В.</i> Автоматизована система планування рекламної кампанії для малого та середнього бізнесу.....	82
<i>Гришиська Н. В., Коломієць О. В.</i> Автоматизована система виявлення та класифікації твердих побутових відходів на зображеннях.....	86
<i>Демчук Б. Р.</i> Динамічна модель перебігу вірусного захворювання.....	91
<i>Долгополов С. Ю., Цюцюра М. І.</i> Інноваційність використання технологій глибокого навчання у контрольно-виміральному приладі будівельного спрямування «Builder of the Future».....	97
<i>Драгавий О. В., Драч І. В.</i> Методи мережевого моделювання. Сучасні напрями.....	102
<i>Євдокімов О. В., Татарецька О. Г., Рабельчук Г. І.</i> Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології моніторингу сонячних панелей у реальному масштабі часу.....	113
<i>Живога В. В., Шевченко Д. О.</i> Інтегрована Internet of Things система на основі одношарпного комп'ютеру.....	115
<i>Жовнір М. Ю., Кисіль Т. М.</i> Неформальне пояснення ДСМ-методу автоматичного порадження гіпотез в задачах адаптивної поведінки ІС.....	120
<i>Злотаренчук О. І., Кучерук О. Я.</i> Сучасні підходи до організації маршрутів комплектації замовлень на складі.....	123
<i>Казлаускайте А. С., Шенюрик С. О.</i> Інформаційна технологія визначення впливу погодних умов на продуктивність альтернативних джерел енергії.....	127

ЗМІСТ

<i>Алексеєво В. О.</i> Фейкві новини як феномен сучасності.....	11
<i>Антонюк В. Ю., Драч І. В.</i> Статистичне моделювання деяких характеристик функціонування сто за умов подвійної випадковості.....	15
<i>Артюхова Д. І., Ряба А. О.</i> Різнорідні методи дисперсійного оцінювання для пошуку ключових слів у текстах.....	21
<i>Березнюк А. Л., Кучерук О. Я.</i> Ієрархічна модель однієї співробітниць компанії.....	26
<i>Безяков Н. А., Кучерук О. Я.</i> Застосування технології OLAP для аналізу давніх споживчого повітря.....	29
<i>Білоус Г. А., Мазурець О. В.</i> Інформаційна технологія адаптивного тестування рівня знань.....	33
<i>Бортнік В. В., Ларіонов І. В., Форкун Ю. В.</i> Автоматизація процесу регулювання концентрації іонів водню.....	42
<i>Буров А. Ю.</i> Організація збуту за системою мобільних продажів.....	47
<i>Васкал С. М., Потембенко А. Ю.</i> Інформаційна технологія прогнозування якості діяльності в e-learning.....	53
<i>Варшата В. Ю.</i> Застосування кластерного аналізу для визначення факторів ризику інфекційних захворювань COVID-19.....	57
<i>Гатєєв І. А., Петровський С. С.</i> Інформаційна технологія створення інтернет ресурсів загальноосвітніх навчальних закладів.....	60
<i>Гладишчук Д. В.</i> Застосування математичного моделювання у галузі медичної фармації.....	62
<i>Говоруценко Т. О., Лебіга М. М.</i> Неформальний підхід до оцінювання якості програмного забезпечення.....	69

<i>Ліщук Д. В., Грибнишук В. І., Кисіль Т. М.</i> Багатоцільове перероззначення віртуальної машини для великих центрів обробки даних	183
<i>Марчеська О. Р., Мельник К. В., Басинок Н. В.</i> Методи попередньої обробки даних для задачі розпізнавання рукописного тексту	186
<i>Муляр І. В., Мурах Б. Р.</i> Підвищення пертинентності результатів пошуку за рахунок модифікації алгоритму ранжування Google	188
<i>Муляр І. В., Ришун В. В.</i> Метод оцінки ефективності функціонування вузла зв'язку корпоративної мережі з врахуванням інформаційної безпеки	193
<i>Нестерук М. П., Сліва А. А., Кльоц Ю. П.</i> Застосування теорії фільтрації коливань у сенсорних людино-машинних інтерфейсах	198
<i>Овсьяк О. В., Медвятий Д. М.</i> Розподілена система моделювання мурашного алгоритму в корпоративних комп'ютерних мережах	201
<i>Овчарук О. М., Махурець О. В.</i> Метод фасеткового дорозглядового перетворення зображень для нейромержевого розпізнавання	203
<i>Островський Д. О.</i> Сучасні аспекти моделювання виробничо-логістичних систем в ланцюгах постачань	209
<i>Павлова О. О., Боднар М. А.</i> Аналіз коректності структури специфікацій вимог до програмного забезпечення	214
<i>Паслова О. О., Лопатинко І. Ю.</i> Інтелектуальний агент верифікації врахування інформації предметної галузі в процесі розроблення програмних систем	217
<i>Панчук В. А., Скрипник Т. К.</i> Дослідження впливу короткострокової аренди на стан індустрії на базі аналітичного підходу	221
<i>Пасічник О. А., Скрипник Т. К., Білик П. Р.</i> Перспективи використання Дискретного Фур'є-продовження в прогнозуванні економічних часових рядів	223

<i>Кавуровський Я. О., Петровський С. С.</i> Інформаційна система рекомендацій	128
<i>Киричук В. О., Сидорук М. В.</i> Використання MS Access в грошктуванні бази даних банку	133
<i>Ковальчук О. В., Махурець О. В.</i> Метод генерації тестових завдань до навчальних матеріалів на основі продукційних правил	137
<i>Ковора В. Ю.</i> Автоматизована система сегментації цифрових зображень на основі дискретних структур	143
<i>Коцюбинський В. Ю., Ткачик Д. А.</i> Нейронні мережі в системах підтримки прийняття рішень	147
<i>Красовський М. В.</i> Структурна схема крокуючої роботизованої платформи типу Quadriged	150
<i>Крептовий Д. Ю., Кучерук О. Я.</i> Модельовання рекламної кампанії освітніх послуг	153
<i>Кузьмівський М. С., Матвіюк Е. А.</i> Система прогнозування продажів сервісних послуг в системах обслуговування ..	157
<i>Кутуков Є. І., Конлярьська В. В., Кашишальня А. С.</i> Комп'ютерні технології автоматизації теплофізичного конструювання радіоелектронного модуля касетного типу з мікросхемами для забезпечення заданого теплового режиму	159
<i>Ланде Д. В., Коцуба О. Ю., Рибак О. О.</i> Виявлення джерел деструктивного інформаційного впливу в мережі Інтернет	162
<i>Лещанова С. І., Петровський С. С.</i> Інформаційна технологія бізнес-процесів закладів харчування	166
<i>Лисенко С. М., Шука Р. В.</i> Модель повільних DDOS атак	169
<i>Ліхачов Д. С., Прядко А. О.</i> Особливості розробки програмного комплексу автоматизації закладів харчування HoReCa	174
<i>Ліхачов К. С., Іванов О. А.</i> Розробка додатку з доповненою реальністю для вибору меблів з можливістю керування об'єктами	179

Соєва О. Я., Дука О. В., Назаренко І. М. Методи автоматизованого розгортання та налаштування мережевої та серверної інфраструктури з контролем версій	278
Стайська І. В., Григорова А. А. Віртуальні асистенти в сфері HR-менеджменту	281
Старичук З. І., Табенський С. М. Багатокомп'ютерна система виявлення комп'ютерних атак на основі штучних імунних систем та нейронних мереж	285
Стецюк М. В., Стецюк В. М., Савенко О. С. Модель архітектури автоматизованих інформаційних систем супроводу фінансово-господарських процесів у корпоративних мережах в умовах впливу зловмисних дій	288
Табунюк А. А., Шевченко В. Л. Програме забезпечення для визначення координат за допомогою сенсорів смартфона без використання GPS	292
Тимоцький С. В., Пономаренко Р. М. Дослідження та розробка програмного забезпечення підтримки освітнього процесу у вищих навчальних закладах	295
Тиноров І. Д., Скрипник Т. К. Аналітична система рекомендацій закладів харчування на основі відгуків та рейтингів	300
Ткачук С. А., Барій Р. О., Скрипник Т. К. Методи оптимізації доставки замовлень	303
Ткачук О. С., Барій Р. О., Скрипник Т. К. Інформаційна система онлайн-комунікації для дистанційного навчання	307
Тришуб І. С., Гайчук С. В. Особливості розробки корпоративного порталу для міжнародного туроператора на базі CRM-системи	311
Тузенко О. О., Кулішова К. О. Інформаційна система оцінки екологічної стійкості транспортних систем	316
Федорова А. В., Ніколяченко В. В., Лавров С. А. Метод побудови адаптивної інформаційної системи	320

Пирогов П. А., Чумаченко Д. І. Визначення ймовірності захворювання хворобами серця на основі методів Data Mining	225
Плацідін В. В., Міхалевський В. Ц. Рекомендаційна система пошуку житла та співмешканців в бюджетному сегменті	227
Прищук Ю. Р., Залуцька О. О., Краєвчук Я. О. Параметри моделі тестового завдання при автоматизованому формуванні тестів	229
Прокопов Р. І., Матюк Е. А., Скрипник Т. К. Інформаційна система для визначення подібності документів	232
Протокоєвський А. О., Форкун Ю. В. Методологія розрахунку рекомендацій в рекомендаційних системах	237
Дупченко О. О., Цололо С. О. Пересування колісного транспорту із використанням слайдів в ігрових додатках на Unreal Engine	242
Рибчицький Б. О., Добролюбовський В. В., Медведчук В. Ю. Протизування завантаженості ресторану з використанням штучного інтелекту	247
Римар П. В., Волошишів О. В. Розробка мобільного додатку «МуMoney»	249
Римар П. В., Наскальський Д. С. Веб-додаток для прослуховування радіостанцій	253
Савенко Б. О., Капитальян А. С. Модель антивірусних інтелектуальних приманок в комп'ютерній мережі	257
Савіньський В. В. Social Platform for Making Labeled Audio Datasets for Speech Synthesis of Human Voice	261
Сафроник А. П., Мицайчук М. М. Оптимізація маршруту MESH мережі засобами штучної нейронної моделі	265
Слободзян В. О., Матуриць О. В. Аналіз результатів автоматизованого пошуку ключових термінів у навчальних матеріалах	269
Смірнов О. П., Омельчук Р. В., Кисіль Т. М. Моніторинг у реальному часі за допомогою інтелектуальних агентів	275

УДК 004.9

Дзмицький національний університет

Пращаук Ю. Р., Залушка О. О., Кравчук Я. О.

ПАРАМЕТРИ МОДЕЛІ ТЕСТОВОГО ЗАВДАННЯ ПРИ АВТОМАТИЗОВАНОМУ ФОРМУВАННІ ТЕСТІВ

Запропоновано модель можливих тестових завдань, що використовуються для автоматизованого формування наборів тестових завдань. Висловлено значення наведених параметрів елементів можливих тестових завдань при формуванні збалансованих вибірок тестів дозволять досягти високої якості автоматизованого формування репрезентативних наборів тестових завдань. Як допомогою також конструювати тесту можна забезпечити відповідний рівень репрезентативності й дискримінативності наборів тестових завдань, що формуються в системах тестування сучасних навчальних середовищ.

The representation of test tasks set used for automated formation of sets of test tasks is offered. Taking into account the values of the above parameters of the elements of the set of test tasks in the formation of balanced samples of tests will achieve high quality automated formation of representative sets of test tasks. By means of such construction of the set it is possible to provide the corresponding level of representativeness and discriminativity of sets of test tasks which are formed in systems of testing of modern educational environments.

Контроль знань є важливою частиною процесу навчання і дозволяє отримати об'єктивну оцінку рівня знань студентів. Одним з форм контролю знань, що добре себе зарекомендувала, є тестування. Тестові технології, які застосовуються в системі вищої професійної освіти, покляні забезпечувати отримання оперативної та достовірної інформації про якість навчальних досягнень студентів. Тестова перевірка включає в себе набір тестових завдань із різними параметрами, що робить результати тестування більш об'єктивним.

Інформаційні технології на сучасному етапі широко використовуються для забезпечення комп'ютерного тестування рівня знань. Зокрема, функції тестування реалізована в відомих системах дистанційного навчання: ATutor, Claroline LMS, Dokeos, eFront, ILIAS, Moodle, OLAT, Open Elns, OpenACS, Sakai, TrainingWare Class, WebTutor тощо. Найбільш широко на сучасному етапі використовується середовище Moodle – безкоштовна, відкрита система управління навчанням, що реалізує взаємодію між викладачами та учнями через мережу Internet.

В рамках розробки інформаційної технології гнучкого тестування рівня знань [1], яка забезпечує формування репрезентативних наборів тестових завдань та адаптивно обирає тестові завдання в процесі тестування, вирішується проблема

Хома Д. М., Цюркіна Ю. С., Медзанин Д. М. Дослідження метрологічних характеристик технічного автоматизованого засобу інформаційно-вимірювальної системи вологості паперу	323
Хомик Б. В., Дрег І. В. Розрахунок параметрів рідких автобалансувальних пристроїв	328
Цимбал О. В., Корнієв В. П. Електронний блок аналізу для металолука	333
Чухай О. М., Шпичко А. В., Мазурець О. В. Інформаційна модель кіберспортивної команди для автоматизованого формування складу команди	339
Шалін В. Ю., Ковальчук Д. В., Кашицельян А. С. Централізована розподілена система виявлення атак в корпоративних комп'ютерних мережах на основі мультифрактального аналізу	345
Штановалова А. С., Райко Г. О. Застосування інформаційних технологій у сфері страхування	348
Шевцов О. О., Савенко О. С. Розподілена система виявлення зловмисного програмного забезпечення в локальних мережах на основі Бассовської мережі	351
Шецова А. В., Кисіль Т. М. Бассовська мережа і система виявлення зловмисного програмного забезпечення на основі дослідження аномалій	354
Шевченко А. О., Михалевський В. П. Застосування штучного інтелекту для класифікації продуктів харчування	357
Шевчук О. О. Мобільний додаток для вибору кольору ниток для вишивання хрестиком	359
Шпак О. О., Богданов А. Р., Сова О. Я. Модель системи логування подій у мережевій інфраструктурі на основі стеку ETK+КАГКА	362

навчального курсу дисципліни й використовується для автоматизованого формування наборів тестових завдань [4].

Враховуючи значення наведених параметрів елементів множини тестових завдань M_{Test} при формуванні збалансованих вибірок тестів дозволять досягти високої якості автоматизованого формування репрезентативних наборів тестових завдань. За допомогою такого конструювання тесту можна забезпечити відповідний рівень репрезентативності й дискримінативності наборів тестових завдань, що формуються в системах тестування сучасних навчальних середовищ.

Перелік посилань

1. Бармак О. В. Застосування інформаційної технології гнучкого тестування рівня знань у середовищі Moodle / О. В. Бармак, О. В. Мазурець, А. О. Матвишук // Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету» серія: Технічні науки. Хмельницький, 2017. №3. – С.103-115.
2. Мазурець О. В. Інформаційна технологія автоматизованого визначення семантичних термінів в елементах навчальних матеріалів / О. В. Мазурець // Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету» серія: Технічні науки. Хмельницький, 2018. №3. – С.223-230.
3. Бармак О. В. Інформаційна модель семантичної структури навчального курсу / О. В. Бармак, О. В. Мазурець // Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету» серія: Технічні науки. Хмельницький, 2018. №6. Т.1. – С.92-97.
4. Мазурець О. В., Придчук Ю. Р. Множина параметрів моделі тестового завдання при автоматизованому формуванні тестів / О. В. Мазурець, Ю. Р. Придчук // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні технології та інноваційні методи навчання: досвід, тенденції, перспективи». Тернопіль – 2019. – С.134-135.

рівномірною використанню тестових завдань в кожній окремій вибірці тесту за рядом параметрів. При вирішенні цієї проблеми є актуальною задача визначення параметрів тестів, значення яких слід автоматизовано враховувати при формуванні збалансованих вибірок тестів.

Частину актуальних для задачі параметрів тестів визначає безпосередньо середовище Moodle. До них належать: тип питання, бал за замотуванням і кількість правильних відповідей.

Тип питання у середовищі Moodle є первинним класифікатором тестових завдань. Передбачено питання множинного вибору, логічного вибору (Так/Ні), відповідності, короткої відповіді, числової відповіді, есе та збудованої відповіді. Параметр типу питання впливає на логічну однорідність структури тесту.

Бал за замотуванням є оцінкою за питання у разі правильної відповіді й штрафним балом при неправильній відповіді, параметр істотно впливає на результуючу оцінку й як правило визначає складність тестового завдання.

Кількість правильних відповідей може варіюватися в залежності від типу завдання й випадає одна або кілька правильних відповідей. Цей параметр впливає на логічну однорідність структури тесту та складність тестового завдання.

Іншу частину актуальних для задачі параметрів тестів визначає його семантичне ядро. Семантичне ядро тесту пропорційно якості тесту в максимальному можливій мірі відповідає семантичному ядру навчальних матеріалів, по яких проводиться тестування. До параметрів тестового завдання, що стосуються семантичного ядра тесту, належать важливість терміна та кількість використаних термінів.

Важливість терміна, засвоєння сенсу якого пріоритетно перевіряється – визначається шляхом ручного чи автоматизованого семантичного аналізу контенту відповідних навчальних матеріалів [2].

Кількість термінів, засвоєння яких перевіряється – визначається кількістю термінів із числа ключових для відповідних навчальних матеріалів, що використані при композиції тестового завдання.

Виходячи з наведеного, якщо до множини тестових завдань M_{Test} належать всі тестові завдання визначеного тесту, то кожен елемент цієї множини тестових завдань M_{Test} є короткем наступного вигляду:

$$M_{Test} = (Type, Answer, Points, Model, Key, NumTests),$$

де *Type* – тип питання, *Answer* – кількість правильних відповідей ($Answer \in Z$), *Points* – бал за замотуванням, *Model* – модель, за якою сформоване тестове завдання, *Key* – важливість ключового терміна, *NumTests* – кількість використаних у тестовому завданні термінів.

Отже, сформована множина тестових завдань M_{Test} є складовою інформаційної моделі семантичної структури навчального курсу [3], яка є формальним поданням інформаційного та тестового навчальних матеріалів

Додаток Д
Презентаційний матеріал

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРА
ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ
ОБРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ
МНОЖИН ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ

Виконала:
Ю. Р. Придачук

Керівник:
О. В. Мазурець

Актуальність теми

Метод тестових завдань спрямований на те, щоб розвинути активне самостійне мислення студентів, вдосконалити їхнє сприймання та довготривалу пам'ять, навчити не просто механічно запам'ятовувати, а й активно потім відтворювати ці знання на практиці.

На шляху до контролю та підвищення якості тестів постає задача коректного оцінювання кожного з наявних тестових завдань у тестовій вибірці. Результатом такої оцінки є визначення для кожного з тестових завдань множини параметрів, за якими можна робити висновки як щодо якості даного тестового завдання, так і щодо рекомендацій з його використання.

На сучасному етапі множини тестових завдань створюються автоматизовано, тому й задача є визначення параметрів для кожного з тестових завдань також підлягає автоматизації, що й формує актуальність обраного напрямку досліджень.

Постановка задачі

Мета роботи полягає у розробці інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань, зокрема загальний часу відповіді на тест і оцінку сукупної складності тесту.

Для цього необхідно розв'язати наступні задачі:

- Провести аналіз відомих підходів до автоматизованого визначення параметрів до множин тестових завдань для підвищення якості використання тестів.
- Вдосконалити інформаційну модель тесту як множини тестових завдань.
- Розробити метод обрахунку складності та часу відповіді на тестове завдання.
- Розробити інформаційну технологію обрахунку параметрів множин тестових завдань.
- Розробити інформаційну систему обрахунку параметрів множин тестових завдань за створеною інформаційною технологією.
- Провести прикладне дослідження ефективності інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань.

Положення новизни та інновації

- ✓ **Вдосконалено інформаційну модель тесту**, яка відрізняється тим, що містить параметри складності та часу відповіді на тестові завдання, а також фактори, які впливають на ці параметри, з метою підвищення ефективності використання множин тестових завдань для контролю рівня знань.
- ✓ **Розроблено новий метод обрахунку складності та часу відповіді на тестове завдання**, що дозволяє за наявними в інформаційній моделі тесту параметрами автоматизовано обраховувати умовну оцінку складності та рекомендований час відповіді на кожне тестове завдання.
- ✓ **Розроблено нову інформаційну технологію обрахунку параметрів множин тестових завдань**, що дозволяє з використанням створених моделі та методу за вхідними даними у вигляді множини асоційованих з семантичною структурою навчального матеріалу тестових завдань одержувати вихідні дані у вигляді загального часу відповіді на тест та оцінки сукупної складності тесту, а також значення показників потрібного для відповіді на кожне тестове завдання часу та оцінки його складності.
- ✓ **Розроблено нову інформаційну систему обрахунку параметрів множин тестових завдань**, що дозволяє за створеною інформаційною технологією проводити для кожного тестового завдання з множини обрахунок значень потрібного для відповіді часу й оцінки складності, за якими визначати загальний час відповіді на тест і оцінку сукупної складності тесту.

Аналіз факторів, які впливають на час відповіді й складність тестового завдання

- тип тестового завдання – через необхідність виконання дій різного ступеню складності для тестових завдань різних типів;
- кількість слів (символів) у тестовому завданні (в запитанні і всіх відповідях) – через необхідність сприйняти великий обсяг інформації для спроможності відповідати на тестове завдання;
- наявність вкладених об'єктів (рисуноків, формул, таблиць тощо) у тестовому завданні (в запитанні, всіх відповідях і дистракторах) – через необхідність переключення уваги з текстового контенту та сприйняття відповідного обсягу інформації з об'єкту для спроможності відповідати на тестове завдання;
- рівень складності ключового терміна, який перевіряється тестовим завданням – безпосередньо вимагає відповідного рівня заглиблення в одержані знання й розуміння первісних термінів;
- ступінь дисперсії використаного контенту – через необхідність одночасного засвоєння і відтворення кількох відповідних окремих фрагментів інформації для спроможності відповідати на тестове завдання;
- кількість складових тестового завдання – через необхідність одночасної оцінки й співставлення кількох окремих семантичних композицій для спроможності відповідати на тестове завдання.

Інформаційна модель тесту

Тест T подається наступним чином:

$$T = \langle N, TZ, C, S \rangle$$

де N – назва чи ідентифікатор тесту для визначення рубрики перевірки, $TZ = \{t_z\}_{z=1}^{n_{TZ}}$ – множина з n_{TZ} тестових завдань, $C = \{c_i\}_{i=1}^4$ – множина з 4 параметрів часу відповіді на тест та його складові, $S = \{s_i\}_{i=1}^4$ – множина з 4 параметрів складності тесту та його складових.

Множину параметрів часу відповіді на тест та його складові C формують наступні параметри:

$$C = \{c_1, c_2, c_3, c_4\},$$

де c_1 – потрібний для відповіді на весь тест час, c_2 – максимальний час для відповіді на одне тестове завдання з тесту, c_3 – середній час для відповіді на одне тестове завдання в тесті, c_4 – мінімальний час для відповіді на одне тестове завдання з тесту.

Інформаційна модель тесту

Множину параметрів складності тесту та його складових S формують наступні параметри:

$$S = \{s_1, s_2, s_3, s_4\},$$

де s_1 – сукупна складність множини тестових завдань, s_2 – максимальна складність тестового завдання з тесту, s_3 – середня складність тестового завдання в тесті, s_4 – мінімальна складність тестового завдання з тесту.

Кожне тестове завдання з множини із n_{TZ} тестових завдань є підмножиною TZ , елементи якої формують наступне її подання:

$$TZ = \langle P, A, CT, ST, Q \rangle,$$

де P – питання тестового завдання, $A = \{a_i\}_{i=1}^k$ – множина з k відповідей на тестове завдання, CT – параметр часу відповіді на тестове завдання, ST – параметр складності тестового завдання, Q – тип тестового завдання.

Інформаційна модель тесту

Тип тестового завдання Q може приймати значення $Q = 1$ для логічного типу тестового завдання (Так/Ні), $Q = 2$ для тестового завдання одиночного вибору, $Q = 3$ для тестового завдання множинного вибору, $Q = 4$ для тестового завдання на доповнення (введення тексту).

Множину параметрів питання тестового завдання P формують наступні параметри:

$$P = \{pc, po, pr, PT\},$$

де pc – символічний контент питання тестового завдання, po – кількість об'єктів (рисуноків, формул, таблиць тощо) що входять до контенту питання тестового завдання, pr – використане для створення контенту питання тестового завдання речення чи фрагмент з контенту інформаційного навчального матеріалу, PT – множина ключових термінів, що використані в питанні тестового завдання.

Інформаційна модель тесту

Кожна відповідь з множини із k відповідей на тестове завдання tz є підмножиною A , і цю множину параметрів кожної відповіді A тестового завдання формують наступні параметри:

$$A = \{ac, ao, ar, AT, ad\},$$

де ac – символічний контент відповіді тестового завдання, ao – кількість об'єктів (формул, рисунків, таблиць тощо) що входять до контенту відповіді тестового завдання, ar – використане для створення контенту відповіді тестового завдання речення чи фрагмент з контенту інформаційного навчального матеріалу, AT – множина ключових термінів, що використані у відповіді тестового завдання, ad – тип відповіді тестового завдання.

Тип відповіді тестового завдання ad може приймати значення $ad = 1$ для правильного типу відповіді тестового завдання та $ad = 2$ для неправильного типу відповіді тестового завдання (дистрактора).

Загальна складність тестового завдання

Загальна складність тестового завдання $RSTZ$ обраховується у наступний спосіб:

$$RSTZ = k_{Type} + k_{Words} \cdot Q_{Words} + k_{Obj} \cdot Q_{Obj} + k_{Diff} + k_{Disp} \cdot Q_{Disp} + k_{Numb} \cdot Q_{Numb},$$

де k_{Type} – значення впливу на складність типу тестового завдання, k_{Words} – ваговий коефіцієнт впливу на складність загальної кількості символів у словах в тестовому завданні, k_{Obj} – ваговий коефіцієнт впливу на складність наявності вкладеного об'єкта в тестовому завданні, k_{Diff} – значення впливу на складність тестового завдання рівня складності ключових термінів що перевіряються, k_{Disp} – ваговий коефіцієнт впливу на складність ступеню дисперсії використаного для створення тестового завдання контенту, k_{Numb} – ваговий коефіцієнт впливу на складність кількості складових тестового завдання, Q_{Words} – параметр кількості символів у словах в тестовому завданні, Q_{Obj} – параметр кількості вкладених об'єктів в тестовому завданні, Q_{Disp} – параметр ступеню дисперсії використаного для створення тестового завдання контенту, Q_{Numb} – параметр кількості складових тестового завдання.

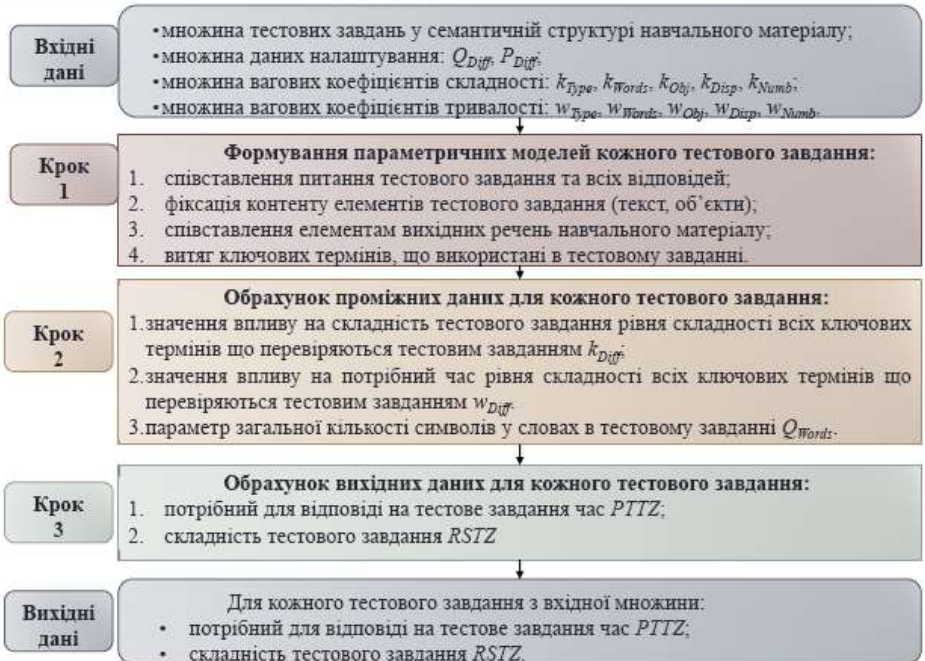
Потрібний для відповіді на тестове завдання час

Потрібний для відповіді на тестове завдання загальний час обраховується у наступний спосіб:

$$PTTZ = w_{Type} + w_{Words} \cdot Q_{Words} + w_{Obj} \cdot Q_{Obj} + w_{Diff} + w_{Disp} \cdot Q_{Disp} + w_{Numb} \cdot Q_{Numb},$$

де w_{Type} – значення впливу на потрібний час типу тестового завдання, w_{Words} – ваговий коефіцієнт впливу на потрібний час загальної кількості символів у словах в тестовому завданні, w_{Obj} – ваговий коефіцієнт впливу на потрібний час наявності вкладеного об'єкта в тестовому завданні, w_{Diff} – значення впливу на потрібний час рівня складності ключових термінів що перевіряються, w_{Disp} – ваговий коефіцієнт впливу на потрібний час ступеню дисперсії використаного для створення тестового завдання контенту, w_{Numb} – ваговий коефіцієнт впливу на потрібний час кількості складових тестового завдання.

Метод обрахунку складності та часу відповіді на тестове завдання



Інформаційна технологія обрахунку параметрів множин тестових завдань

Вхідні дані інформаційної технології:

- семантична структура навчального матеріалу (заголовки, ключові терміни, зв'язки тощо);
- тестові завдання та їх елементи (запитання, відповіді) у семантичній структурі навчального матеріалу (зв'язки із заголовками, реченнями, ключовими термінами тощо);
- множина даних налаштування до вагових коефіцієнтів;
- множина вагових коефіцієнтів для обрахунку складності та тривалості.

Крок 1 – Робота з формуванням множини тестових завдань:

1. Робота з семантичною структурою та тестовими завданнями (коригування, перегляд).
2. Вибір рубрики (заголовку) для перевірки рівня його знань тестуванням.
3. Включення тестових завдань рубрики до тесту.

Крок 2 – Обрахунок даних часу та складності для кожного тестового завдання:

1. Обрахунок проміжних даних для кожного тестового завдання.
2. Обчислення потрібного для відповіді на кожне тестове завдання часу та складності тестового завдання методом обрахунку складності та часу відповіді на тестове завдання.

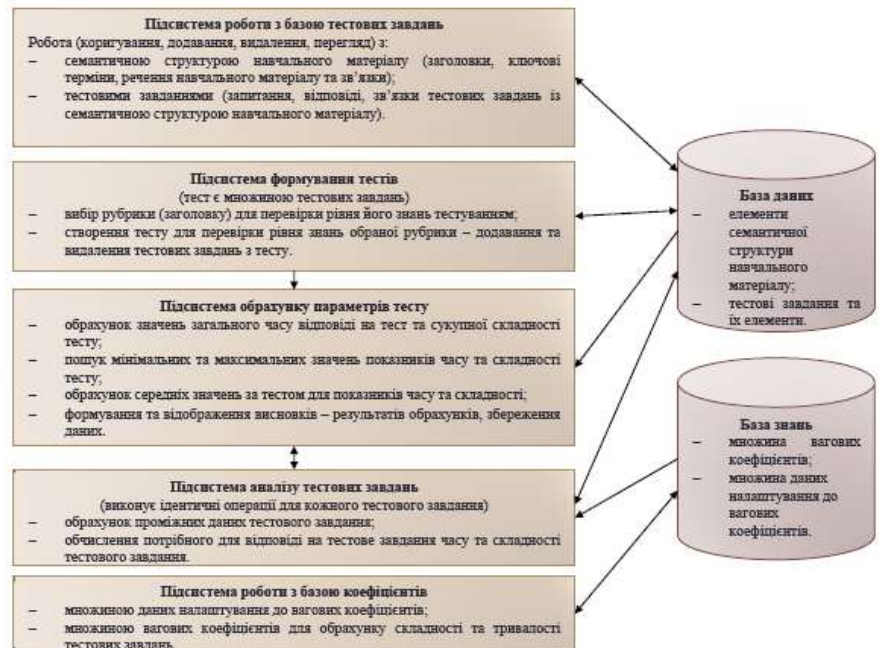
Крок 3 – Обробка даних часу та складності для тесту:

1. Обрахунок значень загального часу відповіді на тест та сукупної складності тесту.
2. Пошук мінімальних та максимальних значень показників потрібних для відповіді на кожне тестове завдання часу та складності тестових завдань у тесті.
3. Обрахунок середніх значень за тестом для показників потрібного для відповіді на тестове завдання часу та складності тестового завдання.

Вихідні дані інформаційної технології:

- Для кожного тестового завдання з вхідної множини:
- потрібний для відповіді на тестове завдання час;
 - числові значення оцінки складності тестового завдання.
- Для тесту загалом:
- загальний час відповіді на тест та оцінка сукупної складності тесту;
 - мінімальні, максимальні та середні значення показників потрібного для відповіді на тестове завдання часу та їх складності за тестом.

Інформаційна система обрахунку параметрів множин тестових завдань



Інформаційна система обрахунку параметрів множин тестових завдань

The screenshot shows the 'Test generator' application with several windows open:

- Test generator (Main):** Shows 'Вибір файлу' (File selection) with 'DB_Organizatiion' selected. Under 'Вибір заголовку' (Header selection), '3. Робота з СКБД' (Working with DB) is selected. The 'Робота з завданнями' (Working with tasks) section contains several checkboxes for task types.
- Додавання завдань...** (Adding tasks...): A dialog box with 'Текст завдання' (Task text) containing 'Банк даних - це програма або людина, що звертається до БД новою метаданих (ММД)'. 'Класові терміни' (Class terms) is set to '2'. 'Речення' (Sentence) is 'Сучасні автори часто вживають терміни іба'. 'Тип завдання' (Task type) is 'Логічний' (Logical).
- Редагування завдання** (Editing task): A smaller dialog box with the same text as the previous one.
- Параметри тестового завдання** (Test task parameters): A summary window showing:
 - Тип завдання: Логічний
 - Текст ТЗ: Банк - це система спеціальним образом організованих даних - баз даних, програмних, теоретич, мовних, організаційно-методичних засобів, призначених для забезпечення централізованого нагромадження й колективного багатоваріантного використання даних.
 - Варіанти відповідей: 1. Так, 2. Ні
 - Кількість символів в відповідях до ТЗ: 246
 - Кількість символів в завданні до ТЗ: 5
 - Кількість об'єктів в тестовому завданні: 0
 - Кількість об'єктів в відповідях до ТЗ: 0
 - Основний термін: дані
 - Оцінка терміну: 1,38674135063847

Інформаційна система обрахунку параметрів множин тестових завдань

The screenshot shows the 'Параметри тесту' (Test parameters) window with the following data:

Складність (Complexity):
 Загальна складність тесту: 1338.1
 Максимальна складність ТЗ: 89.22
 Середня складність ТЗ: 70.426
 Мінімальна складність ТЗ: 31.75

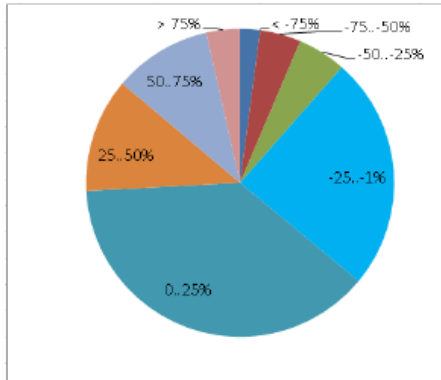
Тривалість (Duration):
 Загальна тривалість тесту: 883.7 с
 Максимальна тривалість ТЗ: 79.2 с
 Середня тривалість ТЗ: 46.511 с
 Мінімальна тривалість ТЗ: 31.4 с

Тестове завдання	Складність	Тривалість
Програма або людина, що звертається до БД новою метаданих (ММД) називається	84.18	43.9
... називається програма або людина, що звертається до БД новою метаданих (ММД)	88.02	49.3
Своє «бачення» даних має	79.06	32.3
... має своє «бачення» даних	82.52	37.9
... визначає точку зору на БД окремих додатків	79.28	41.1
База даних - це іменована сукупість даних, що відбиває стан об'єктів і їхні відношення в розглянутій предметній області	66.5	39.2
... це процес звертання користувача до БД із метою введення, одержання або зміни інформації в БД	76.3	50.9
Данік означає автоматизовану діяльність при виконанні своїх посадових обов'язків	57.82	31.6
Система спеціальним образом організованих даних - баз даних, програмних, теоретич, мовних, організаційно-методичних засобів, призначених для забезпечення централізованого нагромадження й колективного багатоваріантного використання даних - це		

Параметри тестового завдання (Test task parameters):
 Тип завдання: Одначеного вибору
 Текст ТЗ: Система спеціальним образом організованих даних - баз даних, програмних, теоретич, мовних, організаційно-методичних засобів, призначених для забезпечення централізованого нагромадження й колективного багатоваріантного використання даних - це
 Варіанти відповідей: 1. Мови, 2. Транзакції, 3. База даних, 4. Банк даних
 Кількість символів в тестовому завданні: 240
 Кількість символів в відповідях до ТЗ: 34
 Кількість об'єктів в тестовому завданні: 0
 Кількість об'єктів в відповідях до ТЗ: 0
 Основний термін: банк даних
 Оцінка терміну: 1,63003487822153

Дослідження ефективності інформаційної технології

Результат дослідження з визначення часу, потрібного для відповіді на тестове завдання

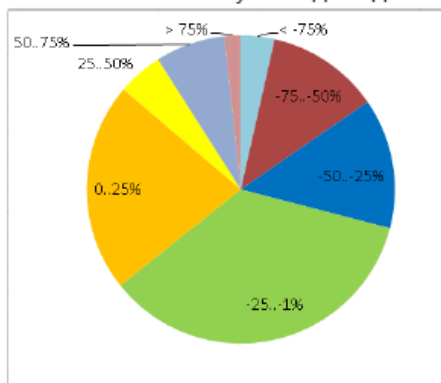


Результат дослідження з визначення часу, потрібного для відповіді на тестове завдання свідчить, що інформаційна система обранку параметрів множин тестових завдань в 63,29% випадків забезпечила одержання достатньо коректних даних, близьких до результату експертної оцінки (діапазон відхилень - 25..+25%).

Діапазон	< -75%	-75..-50%	-50..-25%	-25..-1%	0..25%	25..50%	50..75%	> 75%
Результат	2,11%	4,35%	5,15%	24,77%	38,52%	12,12%	10,41%	3,57%

Дослідження ефективності інформаційної технології

Результат дослідження з оцінки складності тестового завдання



Результат дослідження з оцінки складності тестового завдання свідчить, що інформаційна система обранку параметрів множин тестових завдань в 57,19% випадків забезпечила одержання достатньо коректних даних, близьких до результату експертної оцінки (діапазон відхилень -25..+25%).

Діапазон	< -75%	-75..-50%	-50..-25%	-25..-1%	0..25%	25..50%	50..75%	> 75%
Результат	3,54%	11,85%	13,66%	35,23%	21,96%	4,74%	7,31%	1,71%

Висновки дослідження

Дипломна робота магістра розв'язує науково-технічну задачу створення інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань, зокрема визначення потрібного для відповіді часу й оцінки складності тестових завдань.

В результаті виконання дипломної роботи були поставлені і вирішені наступні завдання:

- ✓ Проведено аналіз відомих підходів до автоматизованого визначення параметрів до множин тестових завдань для підвищення якості використання тестів.
- ✓ Вдосконалено інформаційну модель тесту як множини тестових завдань.
- ✓ Розроблено метод обрахунку складності і часу відповіді на тестове завдання.
- ✓ Розроблено інформаційну технологію обрахунку параметрів множин тестових завдань.
- ✓ Розроблено інформаційну систему обрахунку параметрів множин тестових завдань за створеною інформаційною технологією.
- ✓ Проведено прикладне дослідження ефективності інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань.

Практичне використання інформаційної технології

- Напрямами практичного використання розробленої інформаційної технології обрахунку параметрів множин тестових завдань є використання як в якості окремого засобу для роботи з тестовими завданнями, так і інтегровано в навчальні середовища, які мають підсистеми тестування рівня знань.
- За такого застосування, інформаційна технологія дозволяє виконувати для кожного тестового завдання з множини обрахунків значень потрібного для відповіді часу й оцінки складності, за якими визначати загальний час відповіді на тест і оцінку сукупної складності тесту.
- Також вихідними даними інформаційної технології є мінімальні, максимальні та середні значення показників потрібного для відповіді на тестове завдання часу та їх складності за тестом.

Тестове завдання	Складність	Часовий
Склади графік функції $f(x) = \sin(x)$ на інтервалі $[0, 2\pi]$	40,19	20,9
Склади графік функції $f(x) = \cos(x)$ на інтервалі $[0, 2\pi]$	41,86	22,9
Знайди значення функції $f(x) = \sin(x)$ при $x = \pi/2$	46,76	18,7
Знайди значення функції $f(x) = \cos(x)$ при $x = \pi/2$	51,28	19,1
Склади графік функції $f(x) = \sin(x)$ на інтервалі $[0, \pi]$	51,17	24,3
Склади графік функції $f(x) = \cos(x)$ на інтервалі $[0, \pi]$	58,52	18,9
Знайди значення функції $f(x) = \sin(x)$ при $x = \pi$	59,1	28,7
Знайди значення функції $f(x) = \cos(x)$ при $x = \pi$	62,19	17,9

Тестове завдання	Складність	Часовий
Склади графік функції $f(x) = \sin(x)$ на інтервалі $[0, 2\pi]$	29	20,9
Склади графік функції $f(x) = \cos(x)$ на інтервалі $[0, 2\pi]$	29,02	20,9
Знайди значення функції $f(x) = \sin(x)$ при $x = \pi/2$	29,38	18,7
Знайди значення функції $f(x) = \cos(x)$ при $x = \pi/2$	31,36	18,9
Склади графік функції $f(x) = \sin(x)$ на інтервалі $[0, \pi]$	40,0	18,1
Склади графік функції $f(x) = \cos(x)$ на інтервалі $[0, \pi]$	38,2	18,7
Знайди значення функції $f(x) = \sin(x)$ при $x = \pi$	11,94	24,9
Знайди значення функції $f(x) = \cos(x)$ при $x = \pi$	11,90	28,8

Положення новизни та інновації

- ✓ **Вдосконалено інформаційну модель тесту**, яка відрізняється тим, що містить параметри складності та часу відповіді на тестові завдання, а також фактори, які впливають на ці параметри, з метою підвищення ефективності використання множин тестових завдань для контролю рівня знань.
- ✓ **Розроблено новий метод обрахунку складності та часу відповіді на тестове завдання**, що дозволяє за наявними в інформаційній моделі тесту параметрами автоматизовано обраховувати умовну оцінку складності та рекомендований час відповіді на кожне тестове завдання.
- ✓ **Розроблено нову інформаційну технологію обрахунку параметрів множин тестових завдань**, що дозволяє з використанням створених моделі та методу за входними даними у вигляді множини асоційованих з семантичною структурою навчального матеріалу тестових завдань одержувати вихідні дані у вигляді загального часу відповіді на тест та оцінки сукупної складності тесту, а також значення показників потрібного для відповіді на кожне тестове завдання часу та оцінки його складності.
- ✓ **Розроблено нову інформаційну систему обрахунку параметрів множин тестових завдань**, що дозволяє за створеною інформаційною технологією проводити для кожного тестового завдання з множини обрахунок значень потрібного для відповіді часу й оцінки складності, за якими визначати загальний час відповіді на тест і оцінку сукупної складності тесту.

Апробація результатів дипломної роботи магістра та публікації

Основні наукові й практичні результати **доповідалися** в доповіді «Параметри моделі тестового завдання при автоматизованому формуванні тестів» на XII Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2020» (9-10 листопада 2020 р.)

Положення дипломної роботи магістра автором висвітлено в **науковій публікації** у матеріалах конференції:

Придачук Ю. Р. Параметри моделі тестового завдання при автоматизованому формуванні тестів / Ю. Р. Придачук, О. О. Залуцька, Я. О. Кравчук // Збірник наукових праць за матеріалами XII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2020». Хмельницький – 2020 – с. 229-231.

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 1.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. Помилко в документах: 6%

ID: 82583 Назва: Інформаційна технологія обрахунку параметрів множин тестових завдань Додано в БД: 2020-12-07 Автора: Придачук Юлія Русланівна Керівники: Мазурець О.В. Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	94656	645	2541 (3%)	35 (5%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

РІШЕННЯ КАФЕДРИ
КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Інформаційна технологія обрахунку параметрів множин тестових завдань

Автор: Придачук Юлія Русланівна

Спеціальність: 122 Комп'ютерні науки

Науковий керівник: ст. викладач Мазурець Олександр Вікторович

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	-
3	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	-
4	Інше:	-

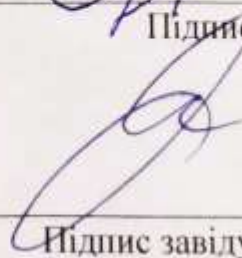
Підтвердження: Показник збігів є незначним і складає 4.88% (найбільша схожість 1.18% з одним джерелом). Виявлені в роботі запозичення є законними і не є плагіатом, оскільки стосуються огляду існуючих рішень, мають відповідні посилання на джерела у Переліку посилань і розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження. Випадки віднесення до плагіату елементів бібліографічного опису посилань у Переліку посилань є природними. Робота приймається до захисту.

07.12.2020

Дата



Підпис керівника



Підпис завідувача кафедри

ВІДГУК ОПОНЕНТА
на дипломну роботу магістра

Магістра гр. КНм-19-1 Придачук Юлії Русланівни

На тему: Інформаційна технологія обрахунку параметрів множин тестових завдань.

1. Актуальність і значення теми

Сучасні освітні тенденції та вимоги до навчального процесу спрямовані на втілення принципів відкритості та доступності навчання на протязі всього життя. Втілення цих принципів можливо тільки з застосуванням інформаційних технологій, що забезпечують гнучкість і динамічність організації навчального процесу. Суттєвою складовою систем дистанційного навчання є система тестових завдань для перевірки рівня знань людини, що навчається. Створення якісної тестової системи потребує від викладача значних зусиль і витрат часу. Тому будь-які спроби автоматизованого обрахунку параметрів множин тестових завдань є актуальним завданням, що полегшує роботу викладача.

2. Оцінка якості та достовірності проведених досліджень.

У роботі проведено ряд досліджень, які підтверджують достовірність одержаних результатів. Наведено порівняння обчислених за допомогою інформаційної технології параметрів із результатами, одержаними вручну, проте не наведено порівняння з аналогічними результатами, що обраховані іншими подібними системами, у зв'язку з відсутністю таких.

3. Оцінка запропонованих заходів та пропозицій, практичної цінності та ефективності.

Згідно проведених досліджень, запропонована інформаційна технологія та її компоненти забезпечують обрахунок параметрів множин тестових завдань співставної якості та значно швидше, ніж за їх ручного визначення. Заміна експертного визначення параметрів кожного тестового завдання на експертне визначення одної множини вагових коефіцієнтів та значень є прогресивним рішенням. Це доводить, що розроблену інформаційну технологію можна ефективно використовувати за призначенням.

4. Загальний висновок та оцінка

Всі поставлені у роботі завдання виконані. За своєю структурою, практичними цінностями та вирішеними завданнями робота відповідає вимогам вищої школи і вимогам, що пред'являються до освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр», а її автор Придачук Ю.Р. заслуговує присвоєння кваліфікації магістра з комп'ютерних наук.

Робота заслуговує на оцінку «задовільно».

Опонент Мельничук А.К., к.т.н., доцент кафедри
загальної інформатико-технологічної та
аграрної інформатики.