

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
(повна назва)

Кафедра Інформаційних управляючих систем
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Пояснювальна записка

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Розробка модуля «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків»
інформаційної системи «Олімпіадний та турнірний рух»

(тема)

Виконала:

здобувачка 4 року навчання,
групи ІТУ-21-3

Євгенія ЛЕМЕНТОВА

(власне ім'я, прізвище)

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Інформаційні технології
управління

(повна назва освітньої програми)

Керівник: професор кафедри ІУС

Ірина ПАНФЬОРОВА

(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту

Зав. кафедри ІУС



(підпис)

Костянтин ПЕТРОВ


(власне ім'я, прізвище)


2025 р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Опис організації «Олімпіадний та турнірний рух» та огляд існуючого бізнес-процесу «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків»	19.05.2025 – 22.05.2025	Виконано
2	Огляд та дослідження сучасних інформаційних систем автоматизації бізнес-процесу	23.05.2025 – 24.05.2025	Виконано
3	Формулювання завдання розробки модуля «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків»	25.05.2025 – 26.05.2025	Виконано
4	Опис архітектури модуля «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків» на функціональному рівні	27.05.2025 – 30.05.2025	Виконано
5	Розробка й обґрунтування складових інформаційного забезпечення модуля	31.05.2025 – 01.06.2025	Виконано
6	Обґрунтування вибору методів реалізації аналізу	02.06.2025 – 04.06.2025	Виконано
7	Проектування й опис програмної складової модуля	05.06.2025 – 06.06.2025	Виконано
8	Проектування й опис технічної складової модуля	07.06.2025 – 08.06.2025	Виконано
9	Розробка графічного інтерфейсу користувача	09.06.2025 – 11.06.2025	Виконано
10	Оформлення пояснювальної записки	12.06.2025	Виконано
11	Здача роботи для перевірки на нормоконтроль	13.06.2025	Виконано
12	Підготовка презентації	14.06.2024	Виконано
13	Попередній захист	17.06.2024	Виконано

Дата видачі завдання 19 травня 2025 р.

Здобувач 
(підпис)

Керівник роботи 
(підпис) професор кафедри ІУС Ірина ПАНФЬОРОВА
(посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи: 88 с., 14 табл., 55 рис., 1 дод., 18 джерел.

АНАЛІЗ КОМАНДНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ, БІЗНЕС-ПРОЦЕС, ВІТРИНА ДАНИХ, ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, КЛАСИФІКАЦІЯ, МОДУЛЬ, ТУРНІР ЮНИХ ХІМІКІВ.

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи є процес «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків», який виконується в організації «Олімпіадний та турнірний рух».

Метою кваліфікаційної роботи є розробка модуля «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків» інформаційної системи «Олімпіадний та турнірний рух». Модуль автоматизує аналіз результатів турнірів, забезпечуючи класифікацію завдань за рівнем складності та виявлення можливих упереджень в оцінюванні.

У межах кваліфікаційної роботи в результаті вивчення організації побудована схема організаційної структури. Функціональна частина бізнес-процесу описана за допомогою схеми функціональної структури, створеної на основі методології Integrated Definition for Function Modeling. Визначена функціональна структури модуля із застосуванням Data Flow Diagram. Розроблена вітрина даних як складова інформаційного забезпечення модуля. Для реалізації аналітичної частини обрано метод міжквартильного розмаху. Здійснено проектування програмної складової модуля шляхом побудови діаграм класів і діаграм діяльності, а також створено графічний інтерфейс користувача.

Для впровадження модуля використовується існуюча інфраструктура інформаційної системи «Олімпіадний та турнірний рух».

ABSTRACT

The qualification paper consists of 88 pages, 14 tables, 55 figures, 1 appendices, 18 sources.

ANALYSIS OF TEAM RESULTS, BUSINESS PROCESS, CLASSIFICATION, DATA MART, INFORMATION SYSTEM, MODULE, TOURNAMENT OF YOUNG CHEMISTS.

The object of the qualification thesis is the "Analysis of Team Results of the Young Chemists' Tournament" performed in the organization "Olympic and Tournament Movement".

The qualification thesis aims to develop the module "Analysis of team results of the Tournament of Young Chemists" of the information system "Olympic and Tournament Movement". The module automates the analysis of tournament results, ensuring the classification of tasks by level of complexity and the identification of possible biases in the assessment.

In the qualification thesis, an organizational chart is created as a result of studying the organization. The functional part of the business process is described using a functional structure diagram created based on the Integrated Definition of Function Modeling methodology. The functional structure of the module is determined using the Data Flow Diagram. A data mart is developed as a module's component. The interquartile range method is chosen to implement the analytical part. The software component of the module is designed by building class and activity diagrams, and a graphical user interface is also created.

The information system "Olympic and Tournament Movement" infrastructure is used to implement the module.

ЗМІСТ

	С.
Скорочення та умовні позначки	8
Вступ.....	9
1 Опис організації «Олімпіадний та турнірний рух» та огляд існуючого бізнес-процесу «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків»	10
1.1 Опис організації «Олімпіадний та турнірний рух»	10
1.2 Опис проведення турніру юних хіміків	13
1.3 Опис існуючого бізнес-процесу «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків».....	17
2 Огляд та дослідження сучасних інформаційних систем автоматизації бізнес-процесу «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків»	21
3 Формулювання завдання розробки модуля «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків»	24
3.1 Мета та основне завдання розробки.....	24
3.2 Опис функціональних та нефункціональних вимог	24
3.3 Переваги та аналітичні можливості модуля «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків»	25
4 Опис архітектури модуля «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків» на функціональному рівні	27
5 Розробка й обґрунтування складових інформаційного забезпечення модуля.....	31
5.1 Проєктування вітрини даних	31
5.2 Схема вітрини даних та її опис	32
6 Обґрунтування вибору методів реалізації аналізу командних результатів турніру юних хіміків.....	42
7 Проєктування й опис програмної складової модуля	46
8 Проєктування й опис технічної складової модуля	52

	7
9 Розробка графічного інтерфейсу користувача	53
Висновки	65
Перелік джерел посилання	66
Додаток А Графічний матеріал кваліфікаційної роботи.....	68

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

БД – база даних

СУБД – система управління базами даних

ІС – інформаційна система

DFD – Data Flow Diagram

ETL – Extract, Transform, Load

IDEF0 – Integrated Definition for Function Modeling

ВСТУП

У сучасних умовах турніри з хімії – це інструмент розвитку інтелектуального потенціалу молоді, який сприяє формуванню дослідницьких навичок, критичного мислення та вміння працювати в команді. Проте процес організації таких змагань, зокрема турніру юних хіміків, супроводжується низкою проблем, що залишаються недостатньо розв’язаними в існуючих інформаційних системах (ІС).

Зокрема, на сьогодні практично відсутні інструменти, що дозволяють класифікувати завдання турніру за рівнем складності на основі фактичних результатів команд, або виявляти можливі тенденції упередженого оцінювання з боку журі. Це вказує на дефіцит аналітичних інструментів у турнірному процесі.

У світовій практиці дедалі більшого поширення набувають цифрові платформи, що інтегрують аналіз освітніх результатів із застосуванням методів статистичного моделювання.

Актуальність цієї роботи зумовлена потребою вдосконалення процесу організації турніру юних хіміків, зокрема через впровадження аналітичних інструментів, які дозволяють підвищити обґрунтованість у формуванні завдань та забезпечити об’єктивність оцінювання.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка модуля «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків» ІС «Олімпіадний та турнірний рух». Модуль автоматизує обробку даних турнірів, дозволяючи класифікувати завдання за рівнем складності та виявляти потенційні відхилення в оцінюванні.

Галуззю застосування модуля є організація «Олімпіадний та турнірний рух».

1 ОПИС ОРГАНІЗАЦІЇ «ОЛІМПІАДНИЙ ТА ТУРНІРНИЙ РУХ» ТА ОГЛЯД ІСНУЮЧОГО БІЗНЕС-ПРОЦЕСУ «АНАЛІЗ КОМАНДНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ТУРНІРУ ЮНИХ ХІМІКІВ»

1.1 Опис організації «Олімпіадний та турнірний рух»

Організація «Олімпіадний та турнірний рух» об'єднує науковців, викладачів і школярів з метою створення умов для розвитку інтелектуального потенціалу учнівської молоді та стимулювання її до навчальної й науково-дослідницької діяльності. Основною діяльністю організації «Олімпіадний та турнірний рух» є проведення олімпіад та турнірів серед школярів [1].

Олімпіада – форма інтелектуального змагання, метою є стимулювання до навчання та виявлення учнів, що мають високий рівень знань з певного навчального предмета, і результати якої визначають в особистій першості.

Організація «Олімпіадний та турнірний рух» проводить олімпіади з таких предметів як українська мова та література, іноземні мови (англійська, іспанська, французька, німецька), правознавство, історія, економіка, математика, біологія, географія, астрономія, фізика, хімія, екологія, інформатика, технологія, мови та літератури національних меншин (болгарська, молдавська, новогрецька, іврит) [1].

Турнір – форма інтелектуального змагання, в якому беруть участь окремі збірні команди адміністративно-територіальних одиниць, установ, організацій, закладів освіти тощо, за результатами яких визначають командну першість.

Для школярів організовуються такі турніри як, турніри юних математиків, фізиків, хіміків, біологів, правознавців, географів, економістів, істориків, журналістів, інформатиків, винахідників та раціоналізаторів, філософів та релігієзнавців [1].

Організація «Олімпіадний та турнірний рух» складається з таких відділів:

- оргкомітет;
- науково-методична комісія;
- відділ проведення олімпіад і турнірів;
- фінансовий відділ;
- відділ технічної підтримки.

Оргкомітет здійснює загальне управління підготовкою та проведенням олімпіад і турнірів. Він приймає ключові організаційні рішення, координує взаємодію між відділами, затверджує склад учасників та затверджує регламенти.

До складу оргкомітету входять:

- голова оргкомітету, який відповідає за планування та загальне керівництво діяльністю організації;
- заступник голови оргкомітету, який замінює голову оргкомітету за потребою;
- координатор по роботі з учасниками, який забезпечує комунікацію з командами, реєстрацію, підтримку та інформаційний супровід учасників.

Науково-методична комісія відповідає за змістовне наповнення турнірів та олімпіад: створення, рецензування та аналіз завдань, а також формування рейтингів і підбиття підсумків. Комісія забезпечує академічну якість матеріалів.

До складу науково-методичної комісії входять:

- голова науково-методичної комісії;
- заступник голови комісії;
- науковий консультант, який розробляє завдання;
- технічний секретар, який відповідає за обробку результатів та розрахунок балів.

Відділ проведення олімпіад і турнірів відповідає за безпосередню організацію та проведення цих заходів. Забезпечує дотримання таймінгу та регламенту під час проведення заходів.

До складу відділу проведення олімпіад і турнірів входять:

- координатор проведення, який планує програму та керує всіма процесами в межах заходу;
- головний ведучий, який координує перебіг заходів;
- ведучий, який веде заходи;
- голова журі, який організовує роботу членів журі;
- член журі, який оцінює роботу учасників.

Фінансовий відділ забезпечує бюджетне планування, облік витрат, обробку фінансової документації.

Відділ технічної підтримки відповідає за технічне й цифрове забезпечення заходів.

Схема організаційної структури організації «Олімпіадний та турнірний рух» представлена на рисунку 1.1.

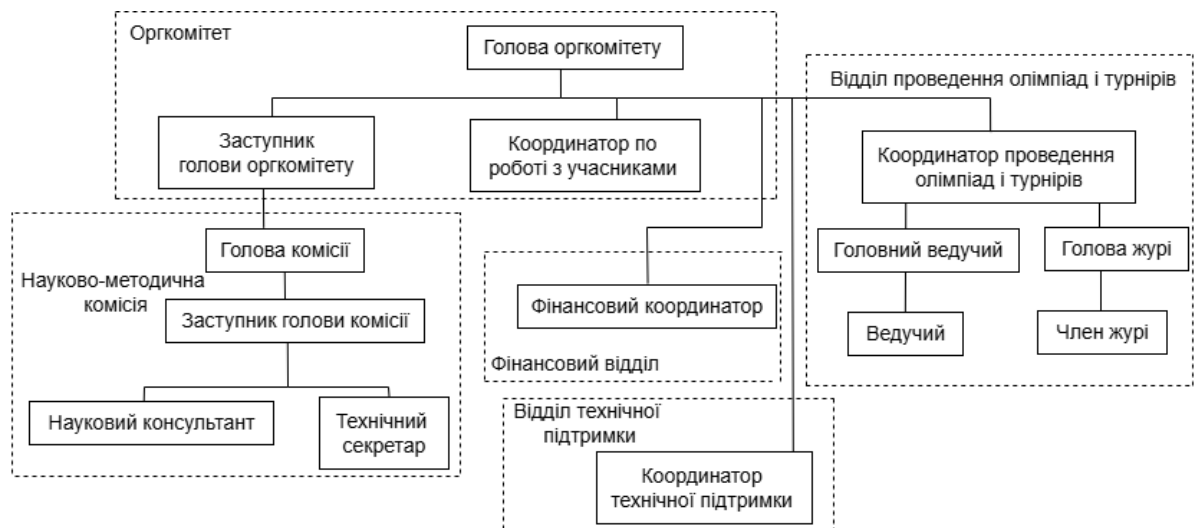


Рисунок 1.1 – Схема організаційної структури організації «Олімпіадний та турнірний рух»

1.2 Опис проведення турніру юних хіміків

Турнір юних хіміків – це командне змагання школярів, що перевіряє їхню здатність розв’язувати проблемні хімічні завдання, презентувати свої рішення та аргументовано їх захищати в науковій дискусії [2].

Турнір юних хіміків належить до науково-дослідницької галузі, за масштабами діяльності є національним заходом, оскільки його проводять по всій території України, а учасники представляють різні регіони країни.

Перед проведенням турніру науково-методична комісія затверджує завдання за тематиками. За 3 – 4 місяці до початку турніру завдання надаються майбутнім учасникам для їх підготовки.

На турнірі проходять такі види раундів як чвертьфінал, півфінал та фінал.

Один чвертьфінал включає чотири бої, у півфіналі відбувається один або два бої (залежно від рішення оргкомітету турніру), а фінал передбачає один бій.

Максимальна кількість команд, які можуть брати участь у турнірі дорівнює 24, а мінімальна – 9. У кожній команді може бути 3 – 5 учасників. Кількість членів журі дорівнює в середньому 35.

Перед проведенням чвертьфінальних боїв проводиться жеребкування. За його результатами команди об’єднуються в групи, для яких характерні номери, які демонструють між якими командами відбудеться бій. Розподіл груп відбувається згідно таблиці, яка залежить від кількості учасників. Приклад таблиці розподілу груп за участю 9 команд наведений у таблиці 1.1 [2].

Таблиця 1.1 – Розподіл груп за участю 9 команд

I бій			II бій			III бій			IV бій		
Група			Група			Група			Група		
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	2	3	1	4	7	1	2	3	3	1	2
4	5	6	2	5	8	6	5	4	5	6	4
7	8	9	3	6	9	9	7	8	7	8	9

У півфінальних боях команди-півфіналісти розподіляються по групам за тим самим принципом, як у чвертьфіналі. У фінальному бою існує тільки одна група.

Перед початком бою команди повідомляють про вічні та стратегічні відмови, якщо вони можливі. Вічна відмова означає, що команда не буде доповідати вибрану задачу протягом усіх боїв чвертьфіналу. Задачі, які вибрані як стратегічні відмови, дозволяють команді не доповідати в даному бою, а також під час всіх наступних боїв даної серії. Команди можуть оголосити 1 стратегічну та 1 вічну відмови у рамках чвертьфіналу. У півфіналі доступна тільки 1 стратегічна відмова. У фіналі можлива тільки одна відмова.

У залежності від кількості команд за один бій може відбутися від двох до чотирьох дій. Якщо в одному бою беруть участь тільки 2 команди, то команди по черзі виступають у ролі Доповідача та Опонента (проходять 2 дії). Якщо в бою беруть участь 3 команди, то кожна послідовно може виступати в ролі Доповідача, Опонента та Рецензента (проходять 3 дії). Якщо 4 команди, то з'являється ще роль Спостерігача (проходять 4 дії). Приклад розподілу ролей у діях, коли у бою беруть участь три команди, представлено у таблиці 1.2 [2]. У таблиці введені такі скорочення, як Д – Доповідач, О – Опонент, Р – Рецензент.

При проведенні дії команда Доповідача може відмовитися від задачі, яку задала команда Опонента. Це буде вважатися як тактична відмова

Таблиця 1.2 – Розподіл ролей у діях у три командному бою

Команда	Дія		
	1	2	3
1	Д	Р	О
2	О	Д	Р
3	Р	О	Д

. У чвертьфіналі можна оголосити 2 тактичних відмови, у півфіналі – 1. Команди мають можливість оголосити більше відмов ніж зазначено вище, але тоді сума балів за дію Доповідачеві зменшується шляхом помноження на коефіцієнт відмови згідно з таблицею 1.3 [2].

Таблиця 1.3 – Значення коефіцієнтів відмов в залежності від їх кількості у різних типах раундах

Тип раунду	Кількість відмов							
	1	2	3	4	5	6	7	>7
1/4 фінал	1	1	1	0.93	0.86	0.79	0.72	0.65
1/2 фінал	1	1	0.93	0.86	0.79	0.72	0.65	0.65
Фінал	1	0.93	0.86	0.79	0.72	0.65	0.65	0.65

Після дії члени журі у групі виставляють оцінки від 3- до 5+ .Для розрахунку результатів за дію використовуються переведені оцінки у бали. Таблиця співвідношення оцінок та балів наведена у таблиці 1.4 [2].

Таблиця 1.4 – Співвідношення оцінок та балів

Оцінка	5+	5	5-	4+	4	4-	3+	3	3-
Бал	60	50	42	33	25	18	12	8	5

Доповідача оцінюють за трьома категоріями: «Науковість», «Полеміка», «Культура виступу». Опонента та Рецензента за двома: «Полеміка» та «Культура виступу». Роль Спостерігача не оцінюється.

Роль команди у дії впливає на коефіцієнти за категорії, які використовуються при розрахунку бала за дію. Значення коефіцієнтів категорій в залежності від ролі представлено у таблиці 1.5 [2].

Таблиця 1.5 – Значення коефіцієнтів категорій в залежності від ролі

Категорія	Коефіцієнт		
	Доповідач	Опонент	Рецензент
Науковість	1.5	0	0
Полеміка	0.8	1.2	0.6
Культура виступу	0.7	0.8	0.4

Для розрахунку бала, який отримала команда за дію, технічний секретар:

- переводить оцінки членів журі у бали згідно табл. 1.4;
- визначає коефіцієнт відмови згідно таблиці 1.3;
- визначає коефіцієнт категорії у ролі за табл. 1.5.

Після визначення даних застосовується математична формула для розрахунку бала за дію S :

$$S = (Q_{AR} \times \sum_{i=0}^n a_i + Q_{PR} \times \sum_{i=0}^n p_i + Q_{VR} \times \sum_{i=0}^n v_i) \times D_{BW},$$

де A – назва категорії «Науковість»;

R – назва ролі команди у дії;

Q_{AR} – значення коефіцієнта за категорію A у ролі R ;

i – порядковий номер члена журі в групі;

n – кількість членів журі, які оцінювали команду у дії;

a_i – бал від члена журі i за категорію A ;

P – назва категорії «Полеміка»;

Q_{PR} – значення коефіцієнта за категорію P у ролі R ;

p_i – бал від члена журі i за категорію P ;

V – назва категорії «Культура виступу»;

Q_{VR} – значення коефіцієнта за категорію V у ролі R ;

v_i – бал від члена журі i за категорію V ;

D_{BW} – коефіцієнт відмов, який відповідає типу раунду B , у якому проходила дія; та кількості відмов W , які зробила команда у дії.

Підсумковий бал команди за бій – це сума балів за всі дії в бою. Загальний бал за раунд обчислюється як сума балів за всі бої в раунді.

1.3 Опис існуючого бізнес-процесу «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків»

Після проведення турніру та під час планування наступного проводиться аналіз командних результатів попередніх турнірів.

Технічний секретар, використовуючи ІС, здійснює підготовку даних для подальшого аналізу. На основі цих підготовлених матеріалів науковий консультант формує аналітичні звіти:

- про результати оцінювання;
- про результати виступів;
- про відмови.

Для візуалізації функціонування бізнес-процесу «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків» вирішено використати методологію Integrated Definition for Function Modeling (IDEF0).

На рисунку 1.2 представлена схема функціональної структури бізнес-процесу «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків» (контекстна діаграма).



Рисунок 1.2 – Схема функціональної структури бізнес-процесу «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків» (контекстна діаграма)

На рисунку 1.3 представлена схема функціональної структури бізнес-процесу «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків» (діаграма декомпозиції першого рівня).

Аналітичний звіт про результати оцінювання формується для кожної команди. Для його створення науковий консультант використовує відомість, яка містить бали за категорії у ролі, отримані командою під час усього турніру. Теоретично, ця відомість дозволяє виявляти можливі випадки упередженого оцінювання – ситуації, коли певний член журі систематично ставить вищі або нижчі бали порівняно з колегами.

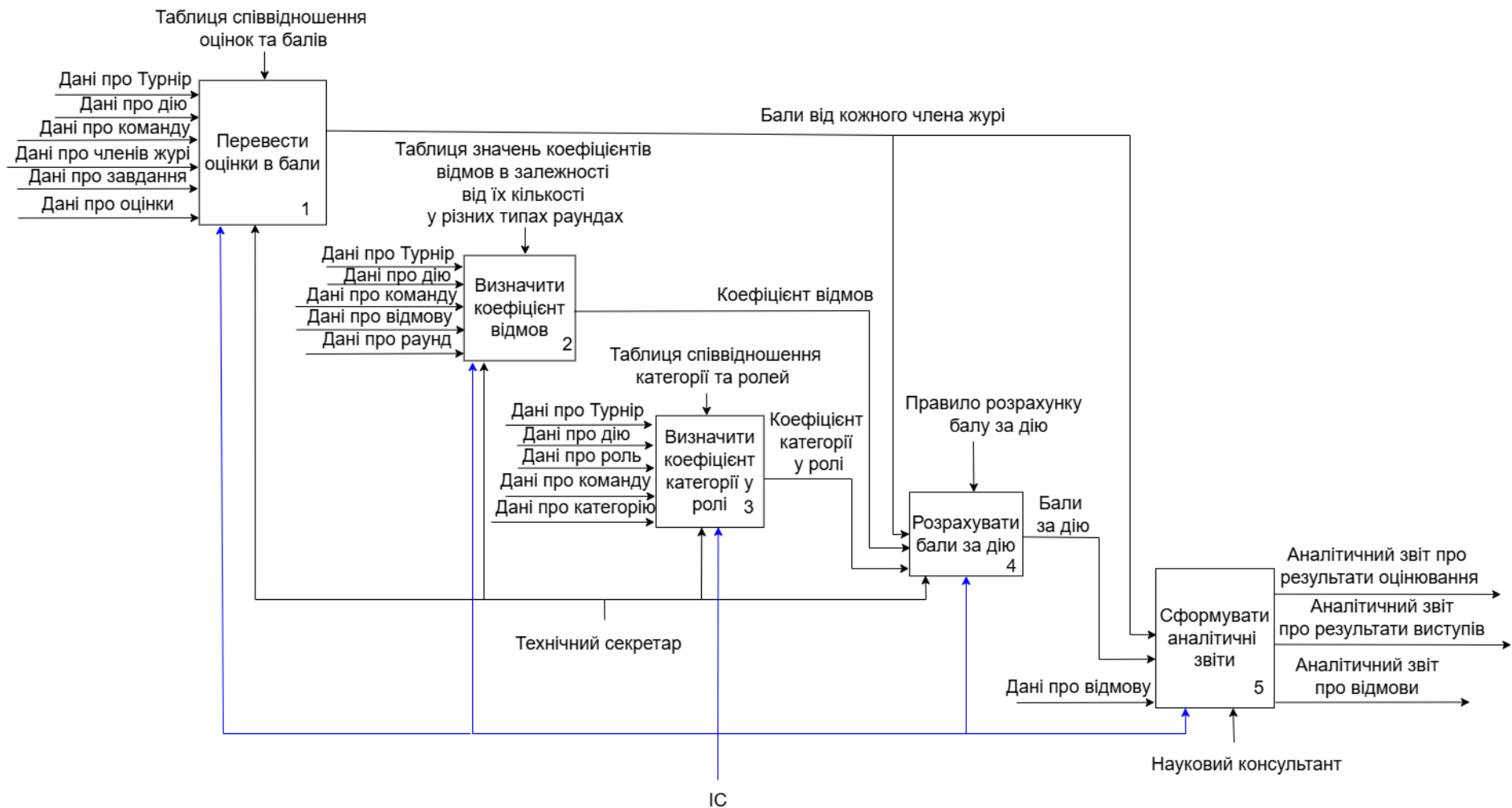


Рисунок 1.3 – Схема функціональної структури бізнес-процесу «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків»
(діаграма декомпозиції першого рівня)

Проте основний недолік аналітичного звіту про результати оцінювання є в тому, що бали надаються без відповідної класифікації, наприклад, «заниження» або «завищення». Таке представлення інформації значно ускладнює процес виявлення систематичних відхилень в оцінках і може призводити до неточних або недостатньо обґрунтованих висновків щодо наявності упередженості.

Аналітичний звіт про результати виступів створюється для кожної дії. Науковий консультант формує цей звіт на основі відомості, яка містить інформацію про раунд і бій, у межах яких відбувалася обрана дія; команди, які брали участь у цій дії; завдання, що розглядалося; та бали, які отримали команди. Науковий консультант може виявити як команди оцінювались у межах окремих дій, а також дає змогу проаналізувати рівень успішності команд у розв'язанні конкретних завдань.

Аналітичний звіт про відмови формується для кожного бою. Науковий консультант використовує для цього відомість, яка містить дані про раунд, вибраний бій, номер дії, назву команди, яка відмовилась від завдання, а також інформацію про завдання. Цей звіт дозволяє побачити факт відмови команди від певного завдання в межах конкретного бою.

Недоліком аналітичних звітів про результати виступів та про відмови є відсутність класифікації тематик завдань за складністю. Через це ускладнюється виявлення тематичних напрямків, які були надто складними або, навпаки, надто простими для учасників.

Хоча описані аналітичні звіти дозволяють виявляти можливу упередженість оцінювання з боку журі та оцінити рівень складності тематик, але для підвищення якості аналітики та кращої підготовки майбутніх турнірів доцільно автоматизувати бізнес-процес «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків». Це дасть змогу впровадити автоматизовану класифікацію завдань за складністю та упередженості з боку членів журі.

2 ОГЛЯД ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ БІЗНЕС-ПРОЦЕСУ «АНАЛІЗ КОМАНДНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ТУРНІРУ ЮНИХ ХІМІКІВ»

Для побудови модуля аналізу важливо дослідити сучасні ІС , які частково або повністю автоматизують подібні бізнес-процеси. Для дослідження було обрано такі ІС як Looker Studio [3], Microsoft Power BI [4], Tableau [5]. Порівняння ІС для автоматизації бізнес-процесу «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків» наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Порівняння ІС для автоматизації бізнес-процесу «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків»

Інформаційна система	Критерій порівняння	Характеристика
1	2	3
Looker Studio	Опис	Є безкоштовним інструментом від Google для створення інтерактивних звітів і дашбордів, який може підключатися до різних джерел даних (Google Sheets, SQL-бази тощо). Система дозволяє створювати графіки, діаграми та таблиці з можливістю фільтрації [3].
	Переваги	Надає просте підключення до баз даних. Дозволяє зробити інтерактивні візуалізації. Є безкоштовним [3].
	Недоліки	Обмежений доступ до можливостей обробки даних. Не підтримує локальне зберігання звітів [3].

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
Microsoft Power BI	Опис	Аналітична платформа від Microsoft, яка використовується в корпоративному секторі для побудови бізнес-звітності. Платформа підтримує різноманітні джерела даних, трансформації, а також розширену візуалізацію [4].
	Переваги	Наявність великої кількості шаблонів звітів. Можливість написання DAX-виразів для складних обчислень. Підтримка інтеграції з Excel, SQL Server [4].
	Недоліки	Високий поріг входу для користувачів без технічної підготовки. Необхідність придбання ліцензійної версії для реалізації потреб модуля. Складність інтеграції з існуючою ІС без адаптації [4].
Tableau	Опис	Платформа для візуалізації та аналітики даних, яка дозволяє створювати інтерактивні дашборди, будувати графіки, а також інтегруватися з джерелами даних [5].
	Переваги	Висока якість і гнучкість візуалізації даних. Підтримка фільтрації, сортування та деталізації даних. Можливість інтерактивної роботи користувачів з дашбордами [5].

Кінець таблиці 2.1

1	2	3
Tableau	Недоліки	Потреба в придбанні комерційної ліцензії для повноцінного використання. Відсутність прямої інтеграції з існуючою ІС «Олімпіадний та турнірний рух» без додаткових розробок [5].

Проведений аналіз сучасних інструментів аналітики даних – Looker Studio, Microsoft Power BI та Tableau – продемонстрував, що попри широкий функціонал, жодна з розглянутих ІС не задовольняє повною мірою вимог до модуля «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків».

Основними недоліками є:

- складність інтеграції з існуючою ІС «Олімпіадний та турнірний рух», оскільки для повноцінної взаємодії з базою даних (БД) та бізнес-логікою ІС потрібно проводити додаткову адаптацію або розробку окремих програмних рішень;

- високі вимоги до технічної підготовки користувачів, оскільки для налаштування, створення звітів і роботи з обчисленнями потрібні спеціальні знання в галузі Business Intelligence.

У зв'язку з цим виникає необхідність розробки спеціалізованого модуля, який буде інтегрований до існуючої ІС «Олімпіадний та турнірний рух», забезпечить автоматизовану обробку даних, буде мати доступний інтерфейс для наукового консультанта та врахує специфіку предметного середовища.

3 ФОРМУЛЮВАННЯ ЗАВДАННЯ РОЗРОБКИ МОДУЛЯ «АНАЛІЗ КОМАНДНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ТУРНІРУ ЮНИХ ХІМІКІВ»

3.1 Мета та основне завдання розробки

Метою є розробка модуля «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків» ІС «Олімпіадний та турнірний рух».

Користувачем модуля є науковий консультант.

Основне завдання модуля – це надати користувачам засіб для автоматизованого аналізу командних результатів, що сприятиме покращенню якості майбутніх турнірів.

3.2 Опис функціональних та нефункціональних вимог

До модулю «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків» виносяться функціональні вимоги:

– надання користувачеві можливості обирати тип аналізу: аналіз тематик завдань за балами, аналіз тематик завдань за відмовами, аналіз упередженого оцінювання;

– надання користувачеві можливості налаштувати параметри аналізу, зокрема обрати турніри та тематики завдань;

– формування аналітичних звітів: «Аналітичний звіт щодо тематик завдань і балів», «Аналітичний звіт щодо тематик завдань і відмов», «Аналітичний звіт щодо упередженого оцінювання»;

– формування графічних представлень: «Графічне представлення результатів аналізу за тематиками завдань і балами», «Графічне представлення результатів аналізу за тематиками завдань і відмовами», «Графічне представлення результатів аналізу упередженого оцінювання»;

– надання можливості попереднього перегляду результатів аналізу, а також завантаження архівного файлу у форматі .zip, що містить PDF-документ (звіт) та Excel-файл (у форматі .xlsx) із відповідними діаграмами та таблицями.

До модуля «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків» виносяться нефункціональні вимоги:

- модуль має бути інтуїтивно зрозумілим користувачеві;
- модуль повинен підтримуватися спеціальною командою розробників і персоналом технічної підтримки;
- у модулі повинен бути реалізований захист даних від втрат у разі аварійного завершення роботи за допомогою механізмів резервного копіювання та відновлення.

3.3 Переваги та аналітичні можливості модуля «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків»

Модуль «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків» забезпечує комплексне опрацювання результатів змагань, що сприяє підвищенню якості організації та прозорості оцінювання.

Переваги модуля «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків»:

- автоматизація процесу аналізу, оскільки модуль дозволяє значно скоротити час, необхідний для збору та обробки результатів, виключаючи ручну обробку даних та мінімізуючи ризик помилок;
- підвищення об'єктивності, оскільки алгоритмічний підхід до аналізу даних зменшує вплив людського фактора;

– прозорість оцінювання, оскільки завдяки аналітичним звітам і графічним візуалізаціям стає можливим виявлення відхилень у виставленні балів;

– гнучкість аналізу, оскільки користувач може задавати параметри фільтрації та вибору даних, що дозволяє адаптувати результати аналізу під конкретні запити;

– зручність для користувача, оскільки інтерфейс модуля орієнтований на потреби наукового консультанта, що забезпечує простоту використання без потреби у спеціальних технічних знаннях.

Аналіз тематик завдань за балами і аналіз тематик завдань за відмовами дозволяють визначити складність тематик завдань для команд («Складний», «Середній», «Легкий»). Це сприяє подальшому коригуванню рівня складності тематик при створенні завдань.

Аналіз упередженого оцінювання дозволяє виявити можливу упередженість окремих членів журі щодо конкретних команд. При цьому встановлюється характер упередження – «Завищення» або «Заниження» балів. У разі виявлення підозрілих випадків здійснюється додаткова перевірка, зокрема перегляд відеозаписів виступів відповідних команд. Якщо факт упередженого оцінювання підтверджується, відповідного члена журі може бути усунено від участі в наступних турнірах.

4 ОПИС АРХІТЕКТУРИ МОДУЛЯ «АНАЛІЗ КОМАНДНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ТУРНІРУ ЮНИХ ХІМІКІВ» НА ФУНКЦІОНАЛЬНОМУ РІВНІ

Для графічного представлення архітектури модуля «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків» на функціональному рівню було обрано Data Flow Diagram (DFD).

DFD відображає потік даних у системі або процесі. DFD також надає розуміння щодо входів і виходів кожної сутності та самого процесу. DFD не має керуючого потоку, а також не містить циклів чи правил прийняття рішень [6].

Існують різні рівні деталізації DFD: від контекстних діаграм, що показують загальну взаємодію системи із зовнішніми сутностями, до діаграм декомпозицій першого, другого і вище рівнів, які розкривають внутрішні процеси та потоки даних [6].

Вхідні дані для основного процесу «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків» надходять з двох джерел. Перше – це наявна база даних інформаційної системи, яка використовується для проведення розрахунків. Друге джерело – науковий консультант, який надає дані, необхідні для фільтрації інформації перед аналізом.

Вихідними документами є звіти та графічне представлення результатів аналізу. Одержувачем вихідних даних є науковий консультант.

На рисунку 4.1 наведено схему функціональної структури модуля «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків» (контекстна діаграма).



Рисунок 4.1 – Схема функціональної структури модуля «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків»
(контекстна діаграма)

На початковому етапі дані завантажуються з транзакційної БД до вітрини даних для подальшого використання в аналізі.

Передбачається аналіз тематик за отриманими балами та за відмовами, а також аналіз упередженого оцінювання.

Для аналізу тематик за балами розраховуються бали за дії та записуються у вітрину даних.

Результати аналізів використовуються для формування аналітичних звітів та графічних представлень.

На рисунку 4.2 наведено схему функціональної структури модуля «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків» (діаграма декомпозиції першого рівня).

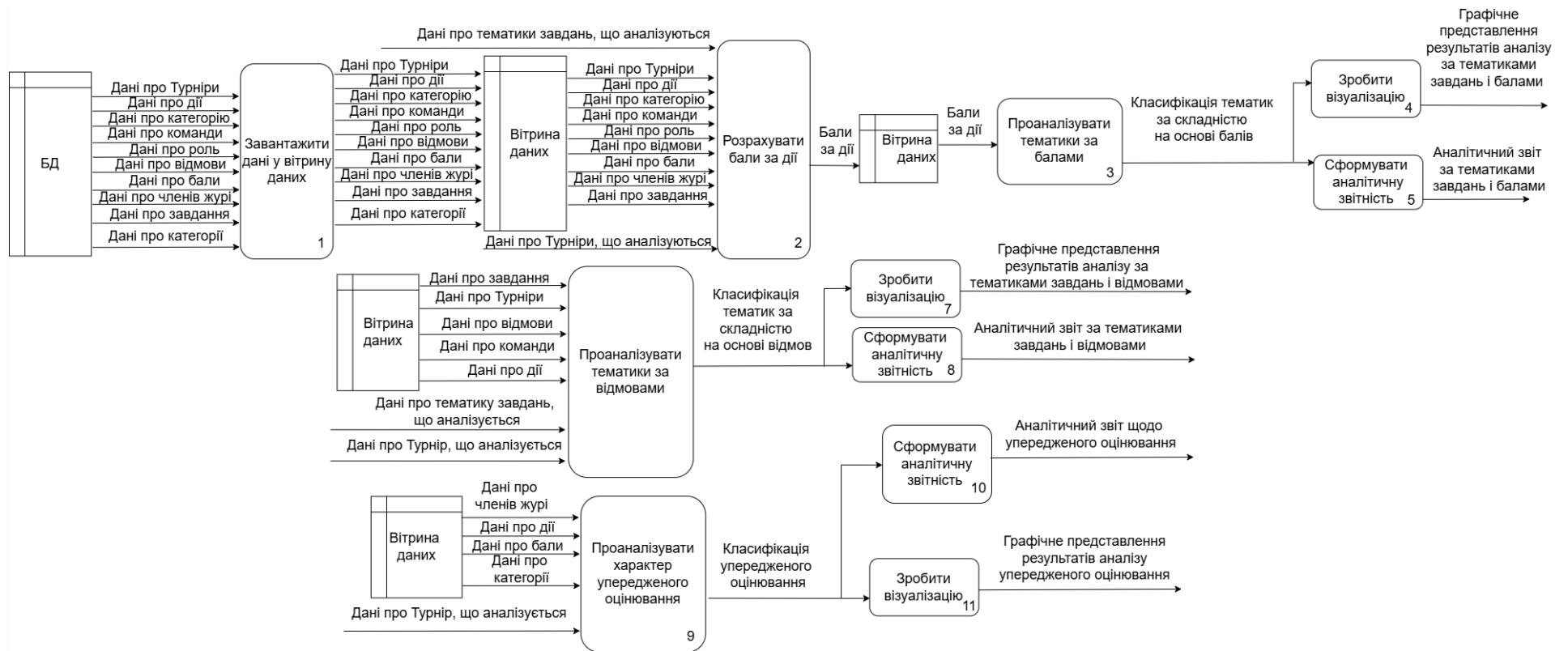


Рисунок 4.2 – Схема функціональної структури модуля «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків» (діаграма декомпозиції першого рівня)

5 РОЗРОБКА Й ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДОВИХ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОДУЛЯ

5.1 Проектування вітрини даних

Вітрина даних – це тематичний набір даних, що є підмножиною сховища даних і призначений для конкретного відділу або групи користувачів для швидкого доступу до необхідної інформації [7].

Перевагами вітрини даних є те, що вона підвищує продуктивність запитів, спрощує аналіз даних для окремих бізнес-завдань та полегшує доступ до конкретних даних без потреби обробляти всю базу [7].

Залежно від джерела даних вітрини даних поділяють на залежні, незалежні та гібридні [7].

Залежна вітрина даних – це вітрина, які створюються шляхом отримання даних з централізованого сховища даних [7].

Незалежна вітрина даних – це автономна система, створена безпосередньо з операційних систем або зовнішніх джерел даних без залежності від центрального сховища даних [7].

Гібридна вітрина даних поєднує дані, отримані з центрального сховища даних, з даними, зібраними з інших операційних систем або зовнішніх джерел [7].

Побудова та впровадження вітрин даних може здійснюватися за допомогою різноманітних методологій. Один з підходів передбачає фізичне переміщення даних з вихідних систем в незалежні структури вітрин даних. Альтернативний підхід використовує віртуальні вітрини даних. У цьому випадку дані фізично не переміщуються і не дублюються; натомість доступ до них забезпечується через віртуальні таблиці, що надають контрольовані представлення даних, які зберігаються у центральному сховищі [8].

Для розробки модуля «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків» було вибрано використати незалежну, фізичну вітрину даних.

Для перенесення даних з транзакційних систем у вітрину даних використовуються процеси Extract, Transform, Load (ETL) [7].

На етапі Extract дані витягуються з транзакційної системи за допомогою SQL-запитів. Для цього обираються лише релевантні дані, щоб мінімізувати навантаження на джерело [7].

На етапі Transform витягнуті дані очищуються, стандартизуються та перетворюються відповідно до структури вітрини даних. Для цього використовуються SQL-скрипти [7].

На етапі Load оброблені дані завантажуються до вітрини даних. Завантаження може відбуватися з певною періодичністю, яка визначається потребами бізнесу [7].

Визначено, що дані будуть завантажуватися з транзакційних систем у вітрину даних після закінчення проведення кожного Турніру.

Системою управління базами даних (СУБД), що використовується в існуючій ІС, є Oracle. Oracle підтримує масштабування системи у разі збільшення обсягів даних, що дозволяє адаптувати рішення до зростання кількості Турнірів, які підлягають аналізу. Oracle забезпечує доступ до широкого спектру вбудованих аналітичних функцій [9], що надає можливість здійснювати аналіз результатів згідно вимог.

5.2 Схеми вітрини даних та її опис

Схеми вітрини даних модуля «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків» у вигляді «зірки» представлена на рисунку 5.1.

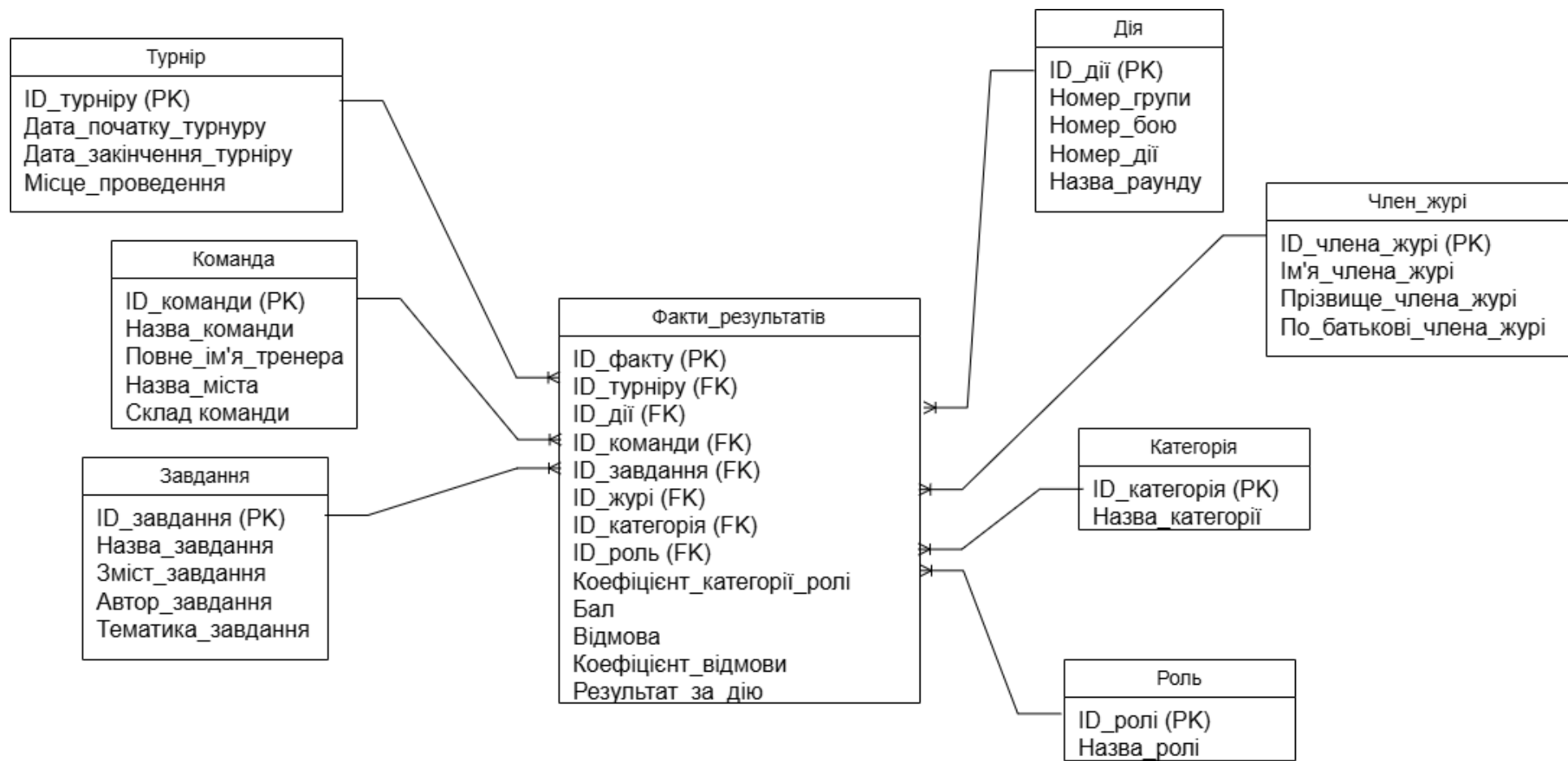


Рисунок 5.1 – Схема вітрини даних модуля «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків»

У таблиці 5.1 наведено опис атрибутів таблиці фактів «Факти_результатів».

Таблиця 5.1 – Відомості про атрибути таблиці «Факти_результатів»

Тип сутності	Атрибут	Опис	Тип даних, довжина	Обмеження	Припустимість Null
1	2	3	4	5	6
Факти_результатів	ID_факту	Ідентифікатор таблиці «Факти_результатів»	Числовий, до 20 цифр	Первинний ключ	Ні
	ID_турніру	Ідентифікатор таблиці «Турнір»	Числовий, до 20 цифр	Зовнішній ключ	Ні
	ID_дії	Ідентифікатор таблиці «Дія»	Числовий, до 20 цифр	Зовнішній ключ	Ні
	ID_команди	Ідентифікатор таблиці «Команда»	Числовий, до 20 цифр	Зовнішній ключ	Ні
	ID_завдання	Ідентифікатор таблиці «Завдання»	Числовий, до 20 цифр	Зовнішній ключ	Ні
	ID_журі	Ідентифікатор таблиці «Член_журі»	Числовий, до 20 цифр	Зовнішній ключ	Ні
	ID_категорія	Ідентифікатор таблиці «Категорія»	Числовий, до 20 цифр	Зовнішній ключ	Ні

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6
Факти_результатів	ID_роль	Ідентифікатор таблиці «Роль»	Числовий, до 20 цифр	Зовнішній ключ	Ні
	Коефіцієнт_категорії_ролі	Коефіцієнт для розрахунку бала за дію для команди у відповідній ролі за категорію	Числовий, до 2 цифр	Від 0 до 1.5	Ні
	Бал	Бал від члена журі за категорію для команди	Числовий до 2 цифр	Приймають значення від 5 до 60	Ні
	Відмова	Наявність відмови по питанню (1– є відмова, 0– відмови немає)	Числовий, 1 цифр	Може приймати тільки 0 або 1	Ні
	Коефіцієнт_відмови	Коефіцієнт для розрахунку бала за дію, що враховує кількість відмов команди	Числовий, 3 цифри	Приймає значення від 0.65 до 1	Ні

Кінець таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6
Факти_результатів	Результат за дію	Розрахований бал, який отримала команда від журі за дію	Числовий, до 20 цифр		Ні

У таблицях 5.2 – 5.8 наведено опис атрибутів таблиць вимірювань.

Таблиця 5.2 – Відомість про атрибути таблиці «Турнір»

Тип сутності	Атрибут	Опис	Тип даних, довжина	Обмеження	Припустимість Null
Турнір	ID_турніру	Ідентифікатор таблиці «Турнір»	Числовий, до 20 цифр	Первинний ключ	Ні
	Дата_початку_турніру	Дата початку проведення турніру	Дата		Ні
	Дата_закінчення_турніру	Дата закінчення проведення турніру	Дата		Ні
	Місце_проведення	Адреса проведення турніру	Символьний, до 25 символів		Ні

Таблиця 5.3 – Відомість про атрибути таблиці «Дія»

Тип сутності	Атрибут	Опис	Тип даних, довжина	Обмеження	Припустимість Null
Дія	ID_дія	Ідентифікатор таблиці «Дія»	Числовий, до 20 цифр	Первинний ключ	Ні
	Номер_групи	Номер групи, що вказує об'єднання команд для бою	Числовий, 1 цифр	Від 1 до 9	Ні
	Номер_бою	Номер бою всередині групи	Числовий, 1 цифр	Від 1 до 9	Ні
	Номер_дії	Порядковий номер дії у межах одного бою	Числовий, 1 цифр	Від 1 до 9	Ні
	Назва_раунду	Назва раунду, в якому відбувається дія	Символьний, до 15 символів	Можуть приймати значення: «чвертьфінал», «півфінал» або «фінал»	Ні

Таблиця 5.4 – Відомість про атрибути таблиці «Команда»

Тип сутності	Атрибут	Опис	Тип даних, довжина	Обмеження	Припустимість Null
Команда	ID_команди	Ідентифікатор таблиці «Команда»	Числовий, до 20 цифр	Первинний ключ	Ні
	Назва_команди	Повна назва команди	Символьний, до 20 символів		Ні
	Повне_ім'я_тренера	Повна ім'я тренера команди	Символьний, до 50 символів		Ні
	Назва_міста	Назва міста, з якого походить команда	Символьний, до 25 символів		Ні
	Склад_команди	Повне ім'я членів команди	Вкладена таблиця, яка містить елементи з символьним типом		Ні

Таблиця 5.5 – Відомість про атрибути таблиці «Член_журі»

Тип сутності	Атрибут	Опис	Тип даних, довжина	Обмеження	Припустимість Null
Член_журі	ID_члена_журі	Ідентифікатор таблиці «Член_журі»	Числовий, до 20 цифр	Первинний ключ	Ні
	Ім'я_члена_журі	Ім'я члена журі	Символьний, до 15 символів		Ні
	Прізвище_члена_журі	Прізвище члена журі	Символьний, до 15 символів		Ні
	По_батькові_члена_журі	По батькові члена журі	Символьний, до 20 символів		Ні

Таблиця 5.6 – Відомість про атрибути таблиці «Завдання»

Тип сутності	Атрибут	Опис	Тип даних, довжина	Обмеження	Припустимість Null
1	2	3	4	5	6
Завдання	ID_завдання	Ідентифікатор таблиці «Завдання»	Числовий, до 20 цифр	Первинний ключ	Ні
	Назва_завдання	Назва завдання	Символьний, до 20 символів		Ні

Кінець таблиці 5.6

1	2	3	4	5	6
Завдання	Зміст_завдання	Повний опис завдання	Символьний, до 100 символів		Ні
	Автор_завдання	Повне ім'я автора, який створив завдання	Символьний, до 50 символів		Ні
	Тематика_завдання	Тематика, до якої належить завдання	Символьний, до 30 символів		Ні

Таблиця 5.7 – Відомість про атрибути таблиці «Категорія»

Тип сутності	Атрибут	Опис	Тип даних, довжина	Обмеження	Припустимість Null
Категорія	ID_категорія	Ідентифікатор таблиці «Категорія»	Числовий, до 20 цифр	Первинний ключ	Ні
	Назва_категорії	Назва категорії	Символьний, до 30 символів	Допустимі значення: «Науковість», «Полеміка», «Культура виступу»	Ні

Таблиця 5.8 – Відомість про атрибути таблиці «Роль»

Тип сутності	Атрибут	Опис	Тип даних, довжина	Обмеження	Припустимість Null
Роль	ID_ролі	Ідентифікатор таблиці «Роль»	Числовий, до 20 цифр	Первинний ключ	Ні
	Назва_ролі	Назва ролі	Символьний, до 10 символів	Можуть приймати значення: «Доповідач», «Опонент» або «Рецензент»	Ні

6 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДІВ РЕАЛІЗАЦІЇ АНАЛІЗУ КОМАНДНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ТУРНІРУ ЮНИХ ХІМІКІВ

Для аналізу тематик на основі балів спочатку дані групуються за тематиками завдань. Для кожної тематики обираються завдання, що до неї належать. Бали за дії, які команди отримали за виконання цих завдань, агрегуються за допомогою формули знаходження медіанного значення [10]:

$$\tilde{x} = \begin{cases} x_{(\frac{n+1}{2})}, & \text{якщо } n \text{ не парне} \\ \frac{1}{2} \times \left(x_{(\frac{n}{2})} + x_{(\frac{n}{2}+1)} \right), & \text{якщо } n \text{ парне} \end{cases}, \quad (6.1)$$

де \tilde{x} – медіанне значення;

x – значення з вибірки;

n – кількість значень у вибірці.

У цьому контексті вибіркою є набір балів за дії, які були отримані за завдання обраної тематики.

Пропонується агрегувати бали за дії саме за медіанним значенням, оскільки медіана є стійкою до викидів і дозволяє отримати більш репрезентативну оцінку центральної тенденції, особливо в разі наявності значних коливань у балах між командами.

Після отримання медіанних балів за обраними тематиками завдань застосовується метод міжквартильного розмаху для класифікації тематик завдань за складністю: «Складний», «Середній», «Легкий».

Метод міжквартильного розмаху використовується для виявлення рівня варіативності даних і потенційних викидів [11]. У цьому методі використовується значення першого ($Q1$) і третього квартилей ($Q3$).

Якщо проміжок $[j, t]$ відповідає проміжку індексів вибірки елементів, які впорядковані за зростанням (j – індекс найменшого елементу, t – індекс

найбільшого елементу), то $Q1$ є медіанним значенням у підвибірці, що належить проміжку $[j, m]$, де m – індекс медіанного значення вибірки. Тоді $Q3$ є медіанним значенням у підвибірці, що належить проміжку $[m+1, t]$.

Тобто $Q1$ відповідає значенню, нижче якого знаходиться 25% даних у вибірці, а $Q3$ – значенню, нижче якого знаходиться 75% даних.

Для розрахунку міжквартильного розмаху (IQR), що відображає розмах 50% даних, застосовується формула [11]:

$$IQR = Q3 - Q1. \quad (6.2)$$

На основі значення IQR визначаються межі для подальшої класифікації тематик завдань за рівнем складності.

Значення медіанних балів, які відповідають тематикам зі складністю «Складний», будуть меншими, ніж нижнє порогове значення (L), розраховане за формулою [11]:

$$L = Q1 - 1.5 \times IQR \quad (6.3)$$

Нижнє порогове значення визначає межу, нижче якої значення вважаються потенційними викидами знизу – тобто істотно нижчими за типовий діапазон у вибірці. Якщо медіанні бали за тематиками опиняються нижче цієї межі, це свідчить про те, що в середньому команди набирали значно менше балів саме за ці тематики.

Значення медіанних балів, які відповідають тематикам зі складністю «Легкий», будуть більшими, ніж верхнє порогове значення (U), розраховане за формулою [11]:

$$U = Q3 + 1.5 \times IQR. \quad (6.4)$$

Верхнє порогове значення визначає межу, вище якої значення вважаються потенційними викидами згори, тобто істотно вищими за типовий діапазон у вибірці. Якщо медіанні бали певних тематик перевищують цю межу, це свідчить про те, що команди в середньому демонстрували значно кращі результати в цих тематиках.

Усі тематики, медіанні бали яких потрапляють у межі між $Q1$ та $Q3$, класифікуються як тематики зі складністю «Середній».

Для аналізу тематик на основі відмов спочатку дані групуються за тематиками завдань. Обчислюється кількість відмов для кожного завдання. В рамках кожної тематики кількості відмов агрегуються за допомогою знаходження медіанного значення згідно з формулою (6.1). У цьому контексті вибіркою є набір кількостей відмов за завдання обраної тематики.

Після того як отримано медіанні значення кількостей відмов для вибраних тематик завдань, здійснюється класифікація цих тематик за рівнем складності. Для цього використовується метод міжквартильного розмаху. Його застосовують аналогічно до того, як це робиться при класифікації за складністю з урахуванням балів за дії. Для обчислень використовуються формули (6.2) – (6.4).

Під час аналізу упередженого оцінювання визначається, чи має певний член журі упереджене ставлення до конкретної команди, а також встановлюється характер цього упередження – «Завищення», «Заниження».

Для цього дані групуються за парами «член журі – команда». Окремо розраховується частота виставлення найвищих та найнижчих балів кожним членом журі для кожної команди.

Для розрахунку частоти найвищих балів використовується формула для розрахунку частоти екстремальних балів:

$$K = \frac{E \times 100\%}{D},$$

де K – частота екстремальних значень;

E – кількість разів, коли член журі виставив екстремальний бал конкретній команді, у порівняння з іншими членами журі у дії;

D – загальна кількість балів, виставлених цим членом журі цій команді.

У контексті розрахунку частоти завищених балів екстремальними вважаються найвищі бали. Для виявлення членів журі, які мають тенденцію завищувати бали відповідній команді, застосовується метод міжквартильного розмаху за формулою (6.2). Такими вважаються ті члени журі, для яких частота найвищих оцінок перевищує верхню межу згідно з формулою (6.4).

Аналогічно, для аналізу занижених оцінок екстремальними вважаються найнижчі бали. Для виявлення журі, які занижують оцінки, також застосовується метод міжквартильного розмаху за формулою (6.2). У цьому випадку розглядаються ті члени журі, для яких частота найнижчих оцінок є нижчою за нижню межу згідно з формулою (6.3).

7 ПРОЄКТУВАННЯ Й ОПИС ПРОГРАМНОЇ СКЛАДОВОЇ МОДУЛЯ

Для проєктування програмної складової модуля використовують діаграму класів. Діаграма класів ілюструє ключові компоненти та взаємозв'язки між ними [12]. Діаграма відображає об'єкти предметної області, такі як турніри, команди, дії, завдання, оцінки, відмови, а також сутності для виконання аналітики. Взаємозв'язки між класами визначають логіку модуля.

Клас «Турнір» містить інформацію про номер турніру, дати його проведення та місце. Турнір включає в себе кілька дій, кожна з яких має номер групи, номер бою, номер дії та назву раунду.

Участь у дії описується класом «Участь у дії», який пов'язує турнір, дію, команду, члена журі, завдання, категорію оцінювання та можливу відмову. Для кожної участі зберігається бал, виставлений за певною категорією, а також реалізується метод розрахунку загального бала за дію.

Команда представлена атрибутами назви, імені тренера, міста та списком учасників. Член журі має персональні дані (ім'я, прізвище, по батькові) і може виставляти бали за категоріями. Завдання включає назву, зміст і тематику.

Модуль враховує відмови від виконання завдань. Клас «Відмова» містить кількість відмов, а клас «Коефіцієнт відмови» дозволяє визначити відповідний коефіцієнт. Клас «Коефіцієнт категорія-роль» визначає вагу балів залежно від ролі та категорії оцінювання.

Однією з основних функціональностей модуля є аналіз за тематиками. Клас «Аналіз складності тематики за балами» дозволяє агрегувати бали за діями відповідно до тематики завдань, класифікувати ці тематики за рівнем складності, формувати відповідні звіти та візуалізувати результати.

Клас «Аналіз складності тематики за відмовами», який дозволяє аналізувати кількість відмов від виконання завдань у контексті тематики,

визначати рівень складності на основі відмов, формувати та візуалізувати аналітичні звіти.

Результати аналізу зберігаються у вигляді аналітичних звітів: «Аналітичний звіт за тематиками і балами» та «Аналітичний звіт за тематиками і відмовами», які містять відповідну тематику та її рівень складності. Також передбачено можливість завантаження цих звітів у вигляді файлів.

Модуль також аналізує упереджене оцінювання, використовуючи клас «Аналіз упередженого оцінювання». Цей клас дозволяє визначити частоту виставлення найвищих і найнижчих балів членами журі, що може свідчити про упередженість. На основі цього формується «Аналітичний звіт щодо упередженого оцінювання», який також доступний для завантаження.

Всі основні аналітичні процеси можуть запускатися користувачем модуля. Клас «Користувач» зберігає електронну адресу та пароль, дозволяє входити й виходити із системи, а також запитувати результати аналізів.

Схема структури даних елементів програмної складової модуля представлена на рисунку 7.1.

Діаграма діяльності розроблена з метою ілюстрації логіки взаємодії користувача з модулем «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків».

Процес починається з авторизації користувача. Після введення облікових даних модуль здійснює валідацію. У разі успішної перевірки користувач отримує доступ до функціоналу модуля. Якщо валідація неуспішна, подальші дії блокуються.

Далі користувач може обрати один із трьох типів аналізу:

- аналіз тематик завдань за балами;
- аналіз тематик завдань за відмовами;
- аналіз упередженого оцінювання.

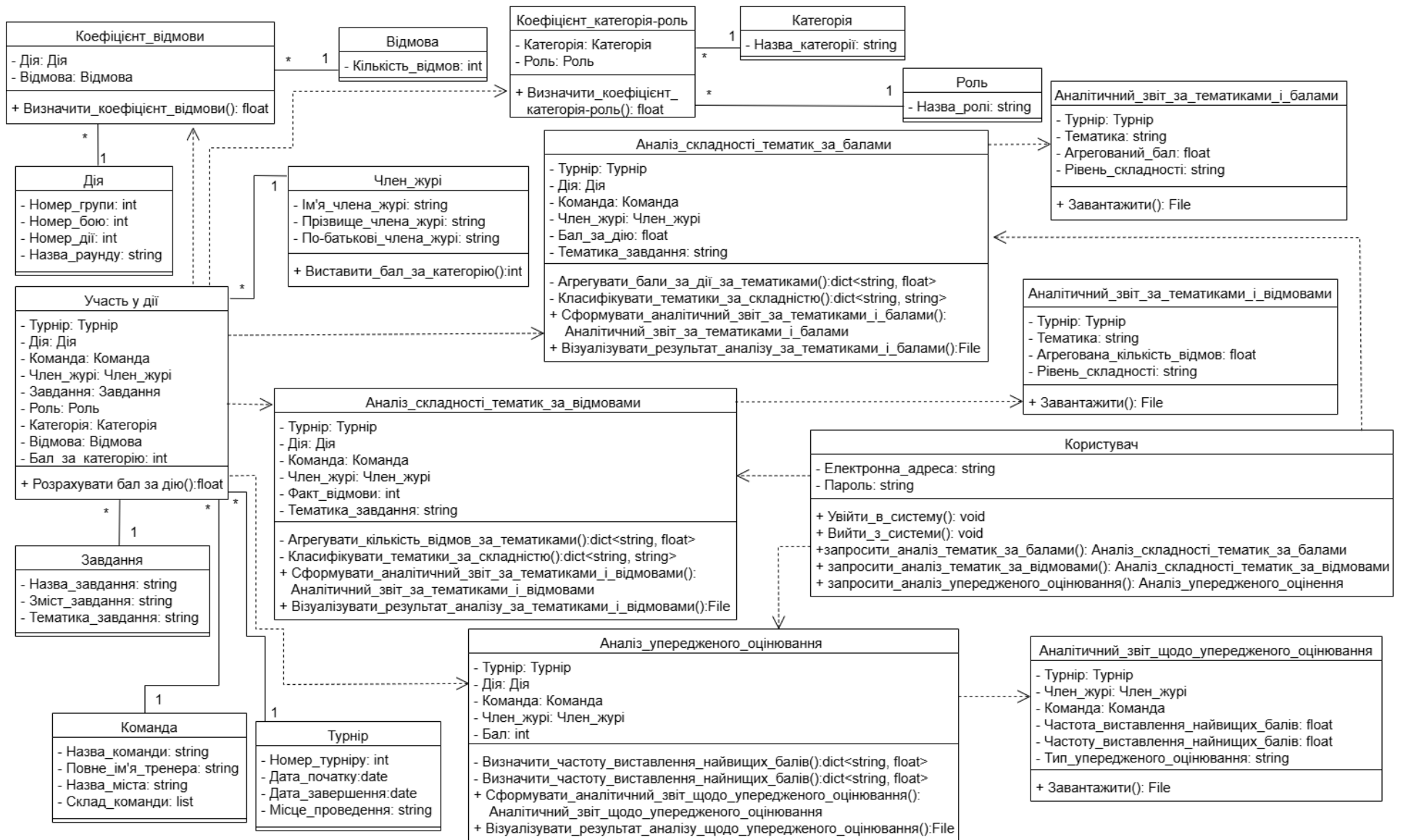


Рисунок 7.1 – Схема структури даних елементів програмної складової модуля

Коли користувач обирає аналіз тематик завдань за балами модуль формує список доступних турнірів. Після вибору турніру користувачу пропонується перелік тематик завдань. Обравши тематику, користувач надсилає запит на проведення аналітичної обробки. Модуль виконує обчислення, формує аналітичний звіт за обраними параметрами та генерує графічне представлення результатів для подальшої візуалізації.

Коли користувач обирає аналіз тематик завдань за відмовами алгоритм дій аналогічний попередньому: користувач послідовно обирає тип аналізу, турнір і тематику завдань. Далі надсилається запит на аналітичну обробку тематик за кількістю відмов. Модуль виконує обробку даних, створює відповідний аналітичний звіт і візуалізує результати.

Коли користувач обирає аналіз упередженого оцінювання модуль формує список доступних турнірів. Після вибору турніру користувач ініціює запит на проведення аналізу упередженого оцінювання. Модуль формує аналітичний звіт щодо упередженості та створює графічне подання результатів.

Схема роботи елементів програмної складової модуля представлена на рисунку 7.2.

Клієнтська частина модуля реалізована з використанням фреймворку React.js, який є інструментом для створення вебінтерфейсів. React.js дає змогу розробляти компоненти, які повторно використовуються, масштабуються та забезпечують високу продуктивність користувацького інтерфейсу [13].

Серверну частину реалізовано з використанням платформи Node.js. Вітрина даних, як частина розробленого модуля, забезпечує зберігання й доступ до агрегованої інформації про результати турніру. Обрана технологія Node.js дозволяє швидко обробляти запити до цієї вітрини завдяки підтримці асинхронної взаємодії [14].

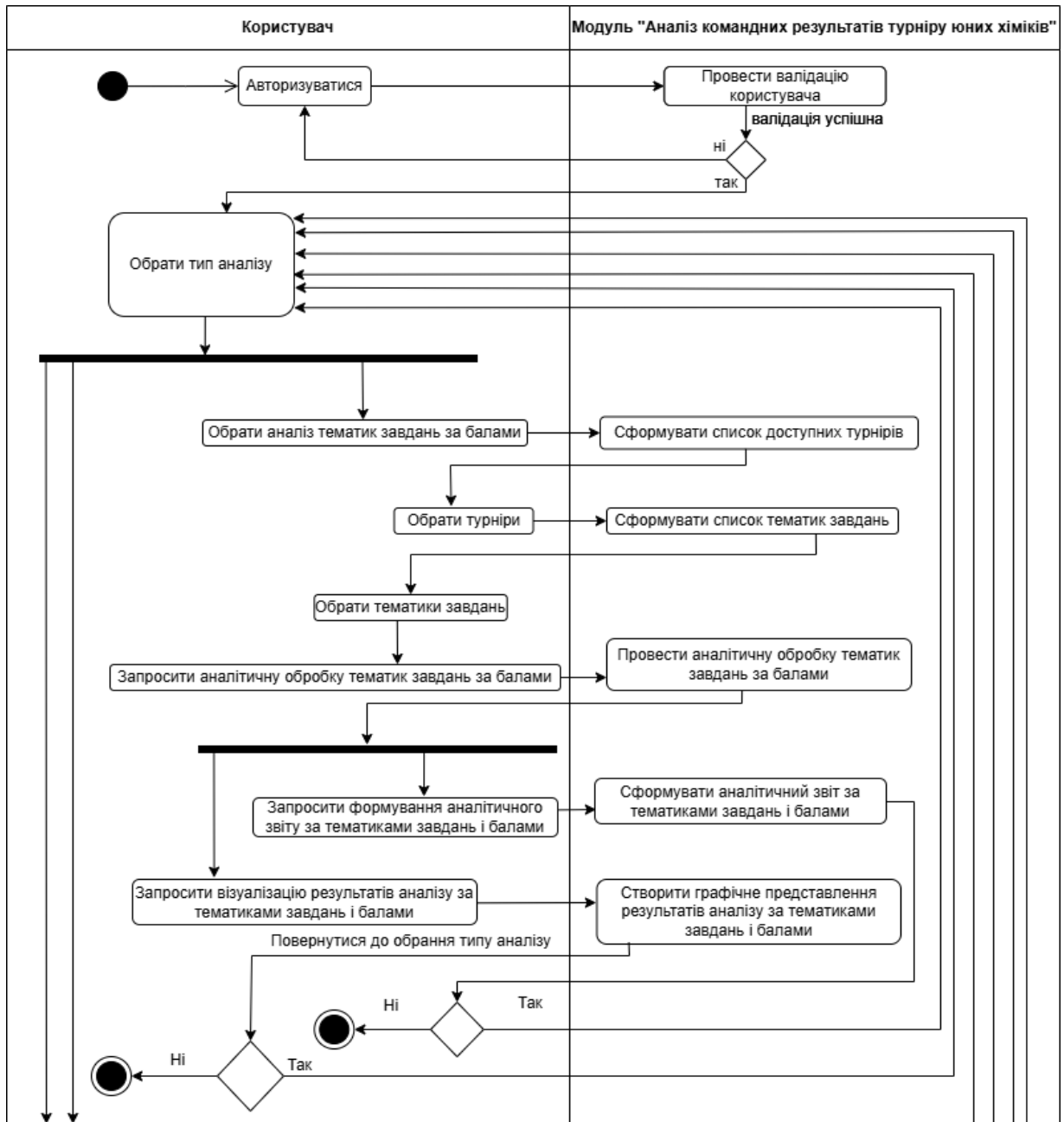


Рисунок 7.2 – Схема роботи елементів програмної складової модуля

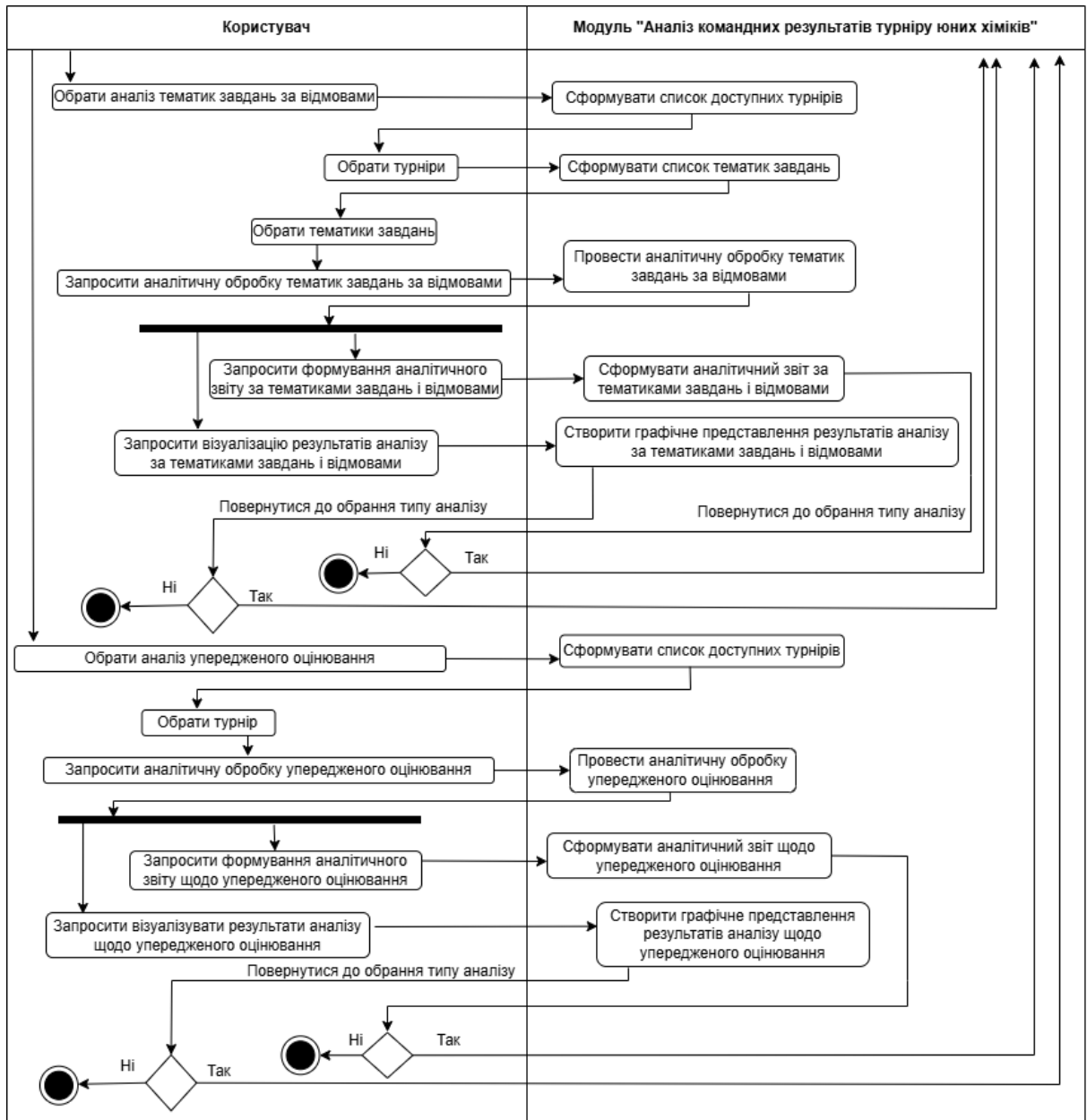


Рисунок 7.2, аркуш 2

8 ПРОЄКТУВАННЯ Й ОПИС ТЕХНІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ МОДУЛЯ

Модуль не потребує спеціалізованого обладнання та функціонує на базі наявних ресурсів ІС. Основне навантаження виконує сервер, інтегрований у локальну мережу, без потреби в окремій фізичній машині.

Основним пристроєм для взаємодії з модулем з боку користувача є персональна робоча станція, яка повинна відповідати таким технічним параметрам:

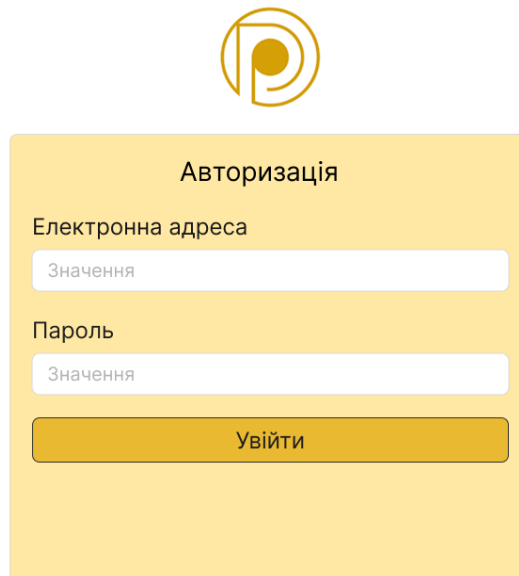
- процесор із 8–10 ядрами та частотою не менше 3.0 ГГц;
- оперативна пам'ять не менше 16 ГБ;
- SSD ємністю від 512 ГБ;
- монітор з діагоналлю не менше 22 дюймів і роздільною здатністю Full HD (1920×1080);
- базові пристрої введення – клавіатура та миша;
- мережеве з'єднання з доступом до локального сервера та Інтернету;
- принтер з підтримкою кольорового лазерного друку.

Крім апаратних характеристик, модуль також потребує відповідного програмного середовища. Для функціонування серверної частини необхідне встановлене середовище Node.js версії не нижче 18.x, яке забезпечує виконання серверного коду та обробку запитів. Для взаємодії з клієнтською частиною користувачеві потрібен веб-браузер із підтримкою JavaScript стандарту ES6+. Найкращу сумісність і стабільну роботу модуля забезпечують браузери Google Chrome, Mozilla Firefox або Microsoft Edge версій не нижче 100.

Для запобігання втратам даних у разі аварійного завершення роботи модуля в ІС передбачено механізми автоматичного резервного копіювання й відновлення, які реалізовані на базі вже наявних технічних ресурсів. Резервні копії даних зберігаються у внутрішній інфраструктурі системи відповідно до встановленого графіка.

9 РОЗРОБКА ГРАФІЧНОГО ІНТЕРФЕЙСУ КОРИСТУВАЧА

На початку роботи з модулем «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків» користувачу необхідно ввести свої облікові дані, як зазначено на рисунку 9.1.



Авторизація

Електронна адреса

Значення

Пароль

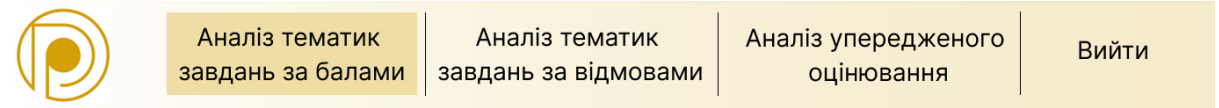
Значення

Увійти

Рисунок 9.1 – Екранна форма сторінки входу

Після успішної авторизації користувач має змогу обрати тип аналізу, результат якого він бажає отримати.

У разі вибору пункту у головному меню «Аналіз тематик завдань за балами» відображається форма для вибору даних – «Турнір» та «Тематика». Поле «Тематика» недоступна для користувача, поки він не заповнить поле «Турнір». Відповідні екранні форми представлені на рисунках 9.2 – 9.3.



Аналіз тематик завдань за балами

Турнір

Оберіть один або декілька турнірів

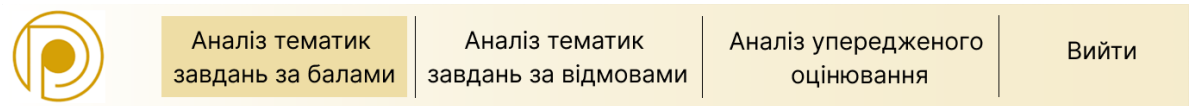
- Турнір 2015
- Турнір 2016
- Турнір 2017
- Турнір 2020

Тематика

Оберіть одну або декілька тематик

Виконати

Рисунок 9.2 – Екранна форма сторінки «Аналіз тематик завдань за балами» (заповнення поля «Турнір»)



Аналіз тематик завдань за балами

Турнір

Турнір 2022, Турнір 2023, Турнір 2024

Тематика

Оберіть одну або декілька тематик

- Окиснення і відновлення
- Солі
- Розчини
- Хімічні елементи

Виконати

Рисунок 9.3 – Екранна форма сторінки «Аналіз тематик завдань за балами» (заповнення поля «Тематика»)

Після заповнення форми та натиснення «Виконати» користувач отримує повідомлення про статус аналітичної обробки. У разі успішного проведення аналізу користувач бачить екранну форму, яка представлена на рисунку 9.4.

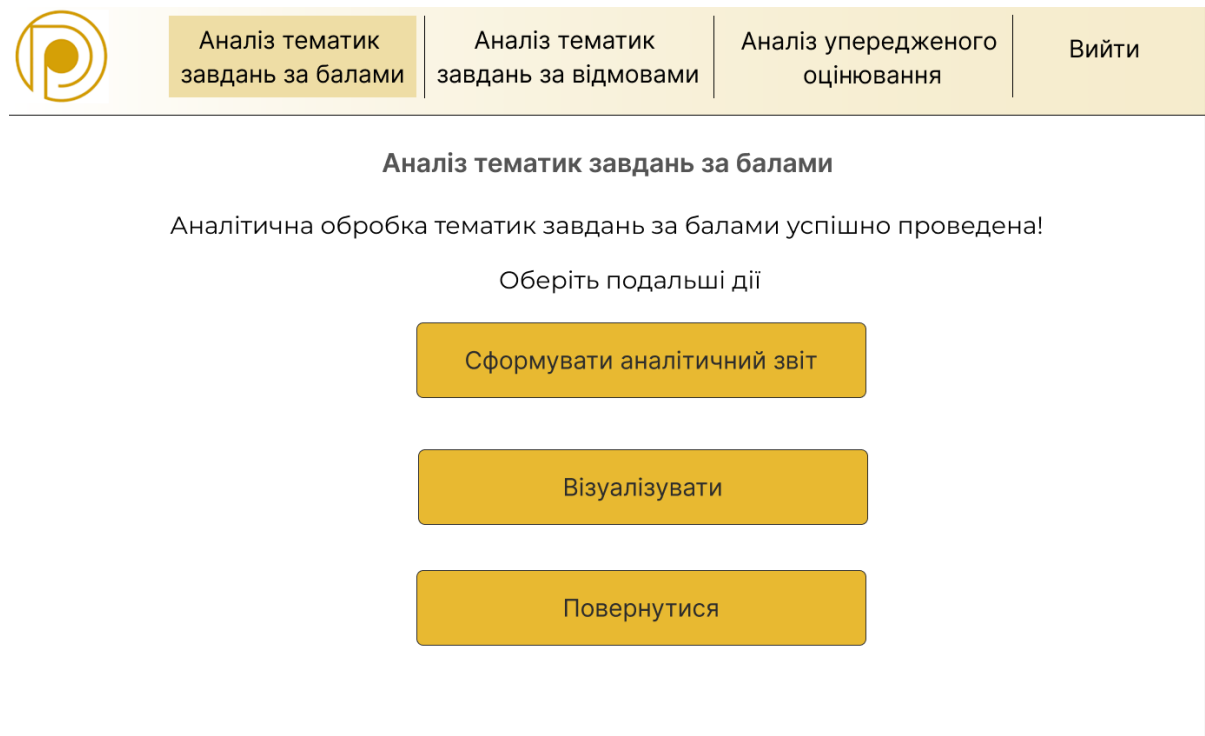


Рисунок 9.4 – Екранна форма сторінки «Аналіз тематик завдань за балами» (повідомлення про успішне проведення аналітичної обробки)

Користувач обирає подальшу дію – «Сформувати аналітичний звіт» або «Візуалізувати».

У разі вибору «Сформувати аналітичний звіт» відображається попередній перегляд сформованого звіту (рисунок 9.5). Користувач також має змогу завантажити архівний файл у форматі .zip, який містить два документи:

- PDF-файл із повним текстом звіту;
- Excel-файл, що містить таблиці, включені до звіту (рисунок 9.6).



Аналіз тематик завдань за балами

Аналіз тематик завдань за відмовами

Аналіз упередженого оцінювання

Вийти

Аналіз тематик завдань за балами

АНАЛІТИЧНИЙ ЗВІТ ЩОДО ТЕМАТИК ЗАВДАНЬ І БАЛІВ

Вступ

У межах аналізу було розглянуто результати таких турнірів, як «Турнір 2022», «Турнір 2023» та «Турнір 2024». Проаналізовано такі тематики завдань: «Окиснення і відновлення», «Солі», «Розчини», «Хімічні елементи», «Кольори і пігменти», «Кристали і мінерали», «Хімічні реакції»

Метою аналізу було визначення рівня складності кожної тематики («Складний», «Середній», «Легкий») на основі значень балів.

Деталі аналізу

Тематика	Рівень складності
Окиснення і відновлення	Середній
Солі	Середній
Розчини	Середній
Хімічні елементи	Середній
Кольори і пігменти	Середній
Кристали і мінерали	Складний
Хімічні реакції	Середній

Повернутися

Завантажити

Рисунок 9.5 – Екранна форма сторінки «Аналіз тематик завдань за балами» (результат вибору «Сформувати аналітичний звіт»)

	A	B	C	D	E
1			Тематика	Рівень складності	
2			Окиснення і відновлення	Середній	
3			Солі	Середній	
4			Розчини	Середній	
5			Хімічні елементи	Середній	
6			Кольори і пігменти	Середній	
7			Кристали і мінерали	Складний	
8			Хімічні реакції	Середній	
9					
10					
11					
12					

Рисунок 9.6 – Табличне представлення в Excel-файлі «Аналіз тематик завдань за балами»

У разі вибору «Візуалізувати» на екрані відображається попередній перегляд графічних представлень (рисунок 9.7). Користувач також має змогу завантажити PDF-файл, що містить графічні представлення у вигляді зображень.



Аналіз тематик
завдань за балами

Аналіз тематик
завдань за відмовами

Аналіз упередженого
оцінювання

Вийти

Аналіз тематик завдань за балами

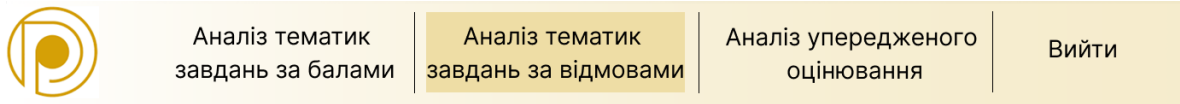


Повернутися

Завантажити

Рисунок 9.7 – Екранна форма сторінки «Аналіз тематик завдань за балами» (результат вибору «Візуалізувати результати аналізу»)

У разі вибору пункту в головному меню «Аналіз тематик завдань за відмовами» відображається форма для вибору даних – «Турнір» та «Тематика». Поле «Тематика» недоступна для користувача, поки він не заповнить поле «Турнір». Екранні форми представлені на рисунках 9.8 – 9.9.



Аналіз тематик завдань за відмовами

Турнір

Оберіть один або декілька турнірів ▼

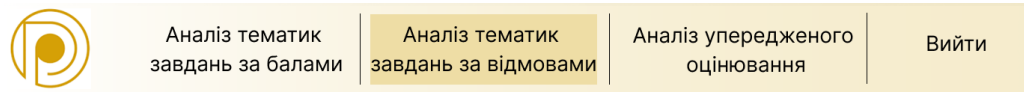
- Турнір 2015
- Турнір 2016
- Турнір 2017
- Турнір 2020

Тематика

Оберіть одну або декілька тематик ▼

Виконати

Рисунок 9.8 – Екранна форма сторінки «Аналіз тематик завдань за відмовами» (заповнення поля «Турнір»)



Аналіз тематик завдань за відмовами

Турнір

Турнір 2022, Турнір 2023, Турнір 2024 ▼

Тематика

Оберіть одну або декілька тематик ▼

- Окиснення і відновлення
- Солі
- Розчини
- Хімічні елементи

Виконати

Рисунок 9.9 – Екранна форма сторінки «Аналіз тематик завдань за відмовами» (заповнення поля «Тематика»)

Після заповнення форми та натиснення «Виконати» користувач отримує повідомлення про статус аналітичної обробки. У разі успішного

проведення аналізу користувач бачить екранну форму, яка представлена на рисунку 9.10.

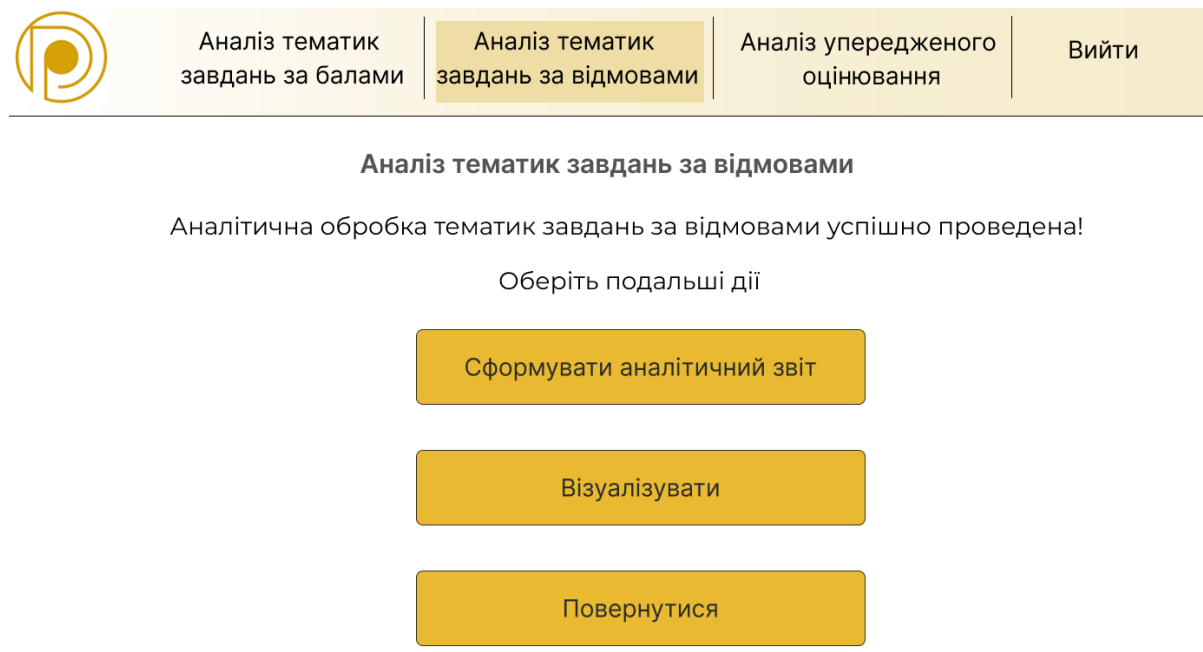


Рисунок 9.10 – Екранна форма сторінки «Аналіз тематик завдань за відмовами» (повідомлення про успішне проведення аналітичної обробки)

Функціональність цієї сторінки аналогічна описаній раніше для аналізу за балами: користувач може обрати одну з дій – «Сформувати аналітичний звіт» або «Візуалізувати». Механізм попереднього перегляду та завантаження результатів також ідентичний. Екранні форми після вибору «Сформувати аналітичний звіт» та «Візуалізувати» представлені на рисунках 9.11 – 9.13.



Аналіз тематик
завдань за балами

Аналіз тематик
завдань за відмовами

Аналіз упередженого
оцінювання

Вийти

Аналіз тематик завдань за відмовами

АНАЛІТИЧНИЙ ЗВІТ ЩОДО ТЕМАТИК ЗАВДАНЬ І ВІДМОВ

Вступ

У межах аналізу було розглянуто результати таких турнірів, як «Турнір 2022», «Турнір 2023» та «Турнір 2024». Проаналізовано такі тематики завдань: «Окиснення і відновлення», «Солі», «Розчини», «Хімічні елементи», «Кольори і пігменти», «Кристали і мінерали», «Хімічні реакції», «Органічні речовини»

Метою аналізу було визначення рівня складності кожної тематики («Складний», «Середній», «Легкий») на основі значень відмов.

Деталі аналізу

Тематика	Рівень складності
Окиснення і відновлення	Середній
Солі	Середній
Розчини	Середній
Хімічні елементи	Середній
Кольори і пігменти	Середній
Кристали і мінерали	Складний
Хімічні реакції	Середній
Органічні речовини	Складний

Повернутися

Завантажити

Рисунок 9.11 – Екранна форма сторінки «Аналіз тематик завдань за відмовами» (результат вибору «Сформувати аналітичний звіт»)

	A	B	C	D	E
1					
2			Тематика	Рівень складності	
3			Окиснення і відновлення	Середній	
4			Солі	Середній	
5			Розчини	Середній	
6			Хімічні елементи	Середній	
7			Кольори і пігменти	Середній	
8			Кристали і мінерали	Складний	
9			Хімічні реакції	Середній	
10			Органічні речовини	Складний	
11					
12					

Рисунок 9.12 – Табличне представлення в Excel-файлі: «Аналіз тематик завдань за відмовами»



Аналіз тематик
завдань за балами

Аналіз тематик
завдань за відмовами

Аналіз упередженого
оцінювання

Вийти

Аналіз тематик завдань за відмовами



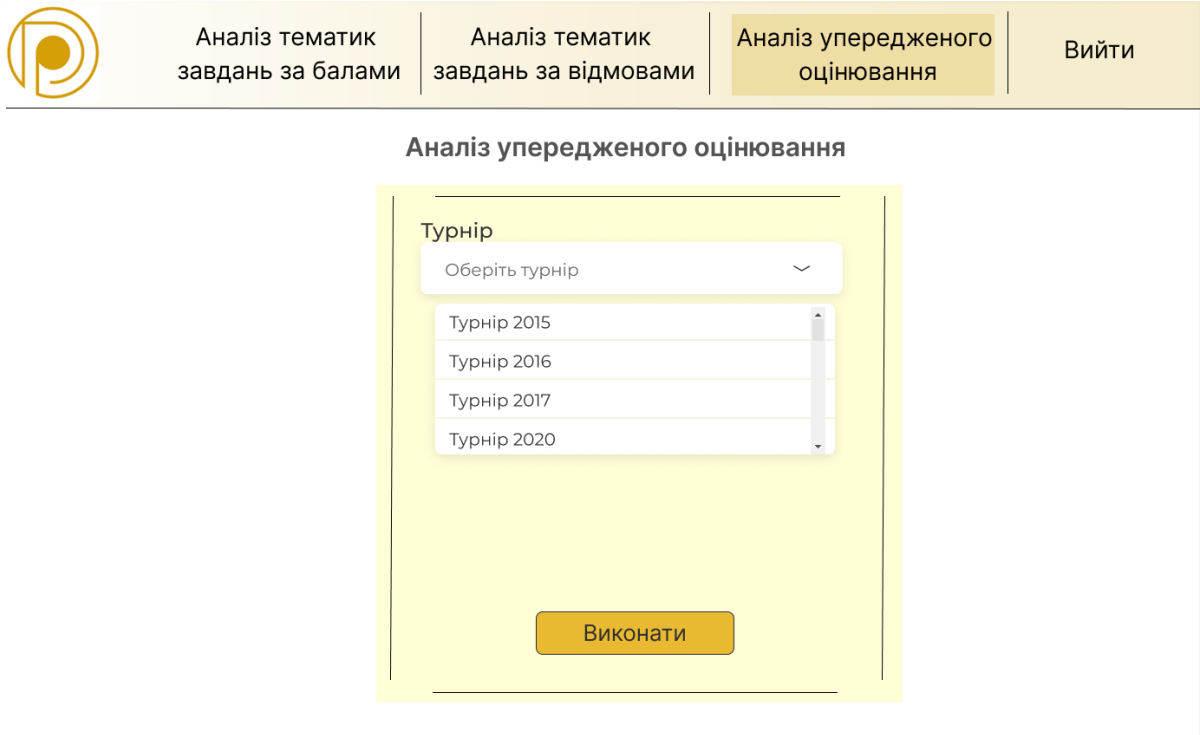
Повернутися

Завантажити

Рисунок 9.13 – Екранна форма сторінки «Аналіз тематик завдань за відмовами» (результат вибору «Візуалізувати результати аналізу»)

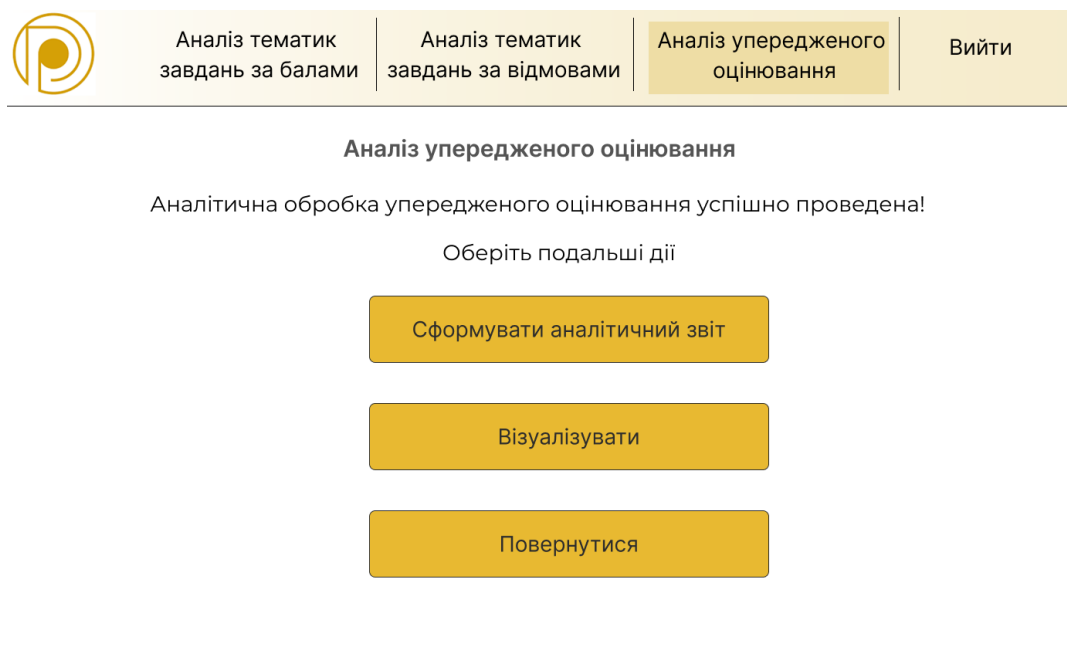
У разі вибору пункту у головному меню «Аналіз упередженого оцінювання» відображається форма для вибору даних (рисунок 9.14).

Після заповнення форми та натиснення «Виконати» користувач отримує повідомлення про статус аналітичної обробки. У разі успішного проведення аналізу користувач бачить екранну форму, яка представлена на рисунку 9.15.



The screenshot shows a navigation bar at the top with four items: a logo, 'Аналіз тематик завдань за балами', 'Аналіз тематик завдань за відмовами', 'Аналіз упередженого оцінювання' (highlighted), and 'Вийти'. Below the navigation bar is the title 'Аналіз упередженого оцінювання'. The main content area is a light yellow box containing a dropdown menu labeled 'Турнір' with the text 'Оберіть турнір'. The dropdown is open, showing options: 'Турнір 2015', 'Турнір 2016', 'Турнір 2017', and 'Турнір 2020'. At the bottom of the box is a yellow button labeled 'Виконати'.

Рисунок 9.14 – Екранна форма сторінки «Аналіз упередженого оцінювання» (заповнення поля «Турнір»)



The screenshot shows the same navigation bar as Figure 9.14. Below the navigation bar is the title 'Аналіз упередженого оцінювання'. The main content area is a light yellow box containing the text 'Аналітична обробка упередженого оцінювання успішно проведена!' followed by 'Оберіть подальші дії'. Below this text are three yellow buttons: 'Сформувати аналітичний звіт', 'Візуалізувати', and 'Повернутися'.

Рисунок 9.15 – Екранна форма сторінки «Аналіз упередженого оцінювання» (повідомлення про успішне проведення аналітичної обробки)

Функціональність цієї сторінки повністю аналогічна попереднім подібним: користувач має можливість сформувати аналітичний звіт або

візуалізувати результати аналізу з подальшим переглядом і завантаженням. Відповідні екранні форми наведено на рисунках 9.16–9.18.

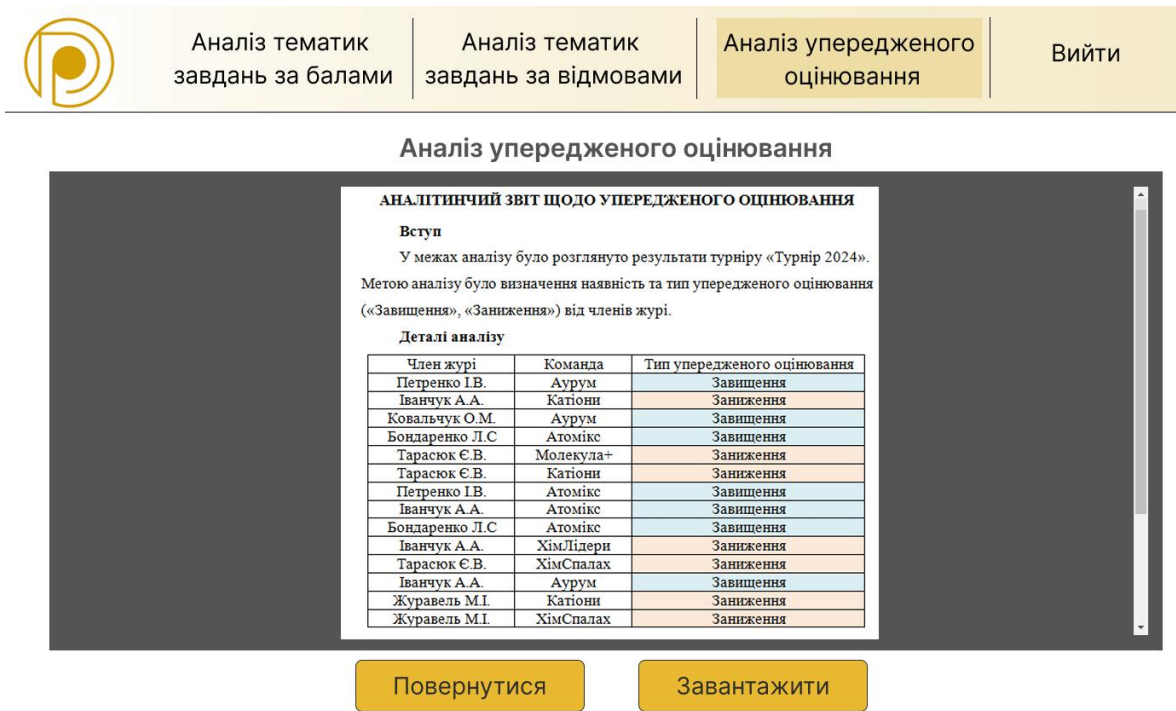


Рисунок 9.16 – Екранна форма сторінки «Аналіз упередженого оцінювання» (результат вибору «Сформувати аналітичний звіт»)

	Е	Ф	Г
1	Член журі	Команда	Тип упередженого оцінення
2	Петренко І.В.	Аурум	завищення
3	Іванчук А.А.	Катіони	заниження
4	Ковальчук О.М.	Аурум	завищення
5	Бондаренко Л.С.	Атомікс	завищення
6	Тарасюк Є.В.	Молекула+	заниження
7	Тарасюк Є.В.	Катіони	заниження
8	Петренко І.В.	Атомікс	завищення
9	Іванчук А.А.	Атомікс	завищення
10	Бондаренко Л.С.	Атомікс	завищення
11	Іванчук А.А.	ХімЛідери	заниження
12	Тарасюк Є.В.	ХімСпалах	заниження
13	Іванчук А.А.	Аурум	завищення
14	Журавель М.І.	Катіони	заниження
15	Журавель М.І.	ХімСпалах	заниження

Рисунок 9.17 – Табличне представлення в Excel-файлі «Аналіз упередженого оцінювання»



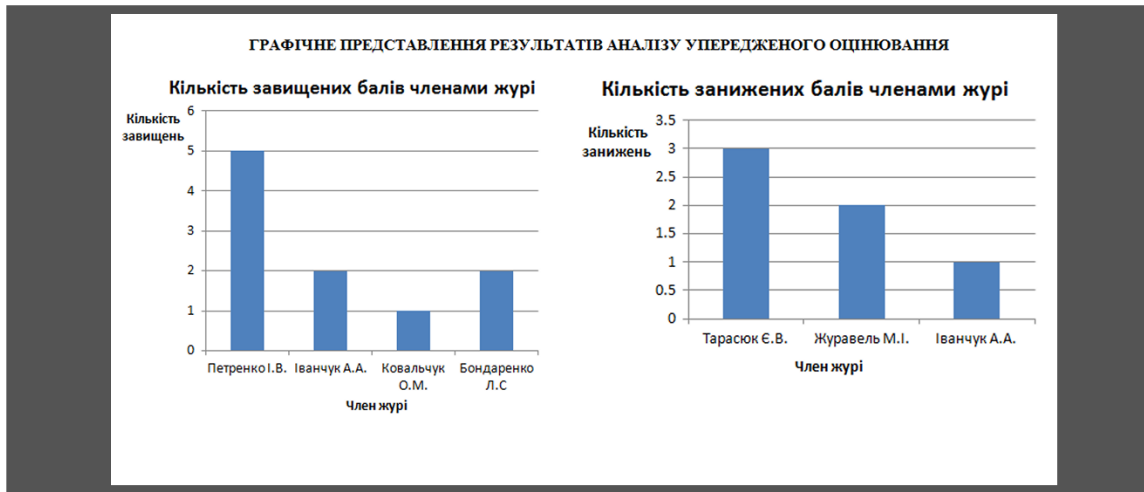
Аналіз тематик
завдань за балами

Аналіз тематик
завдань за відмовами

Аналіз упередженого
оцінювання

Вийти

Аналіз упередженого оцінювання



Повернутися

Завантажити

Рисунок 9.18 – Екранна форма сторінки «Аналіз упередженого оцінювання»
(результат вибору «Візуалізувати результати аналізу»)

ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи розроблено модуль «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків» ІС «Олімпіадний та турнірний рух».

Під час виконання кваліфікаційної роботи був проведений аналіз функціонування організації «Олімпіадний та турнірний рух» та розглянутий бізнес-процес «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків». Сучасні ІС автоматизації бізнес-процесу «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків» досліджені і визначені їхні переваги та недоліки. Обґрунтовано доцільність розробки модуля «Аналіз командних результатів турніру юних хіміків».

На основі проведеного дослідження сформоване завдання розробки модуля з визначенням мети розробки, функціональних та нефункціональних вимог.

У кваліфікаційній роботі визначена функціональна структура модуля за допомогою DFD. У межах інформаційного забезпечення модуля розроблено вітрину даних. Методом реалізації аналізу обрано метод міжквартильного розмаху. Для проектування програмної складової модуля побудовані діаграми класів та діяльності. Описана технічна складова модуля. Проведено розробку графічного інтерфейсу користувача.

Результати кваліфікаційної роботи представлені на 29 Міжнародному молодіжному форумі «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті» [15].

Робота виконана згідно з вимогами методичних вказівок до організації виконання та захисту кваліфікаційної роботи [16] та державних стандартів [17, 18].

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Верховна рада України. Наказ Міністерство освіти і науки України № 1820 від 30 грудня 2024 р. «Про затвердження Положення про учнівський олімпіадний та турнірний рух». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0187-25#Text> (дата звернення 19.05.2025).
2. Правила турніру юних хіміків. URL: https://tys.com.ua/wp-content/uploads/2019/01/Rules_TYS_2019_u.pdf (дата звернення 20.05.2025).
3. Looker Studio. URL: <https://lookerstudio.google.com/navigation/reporting> (дата звернення 23.05.2025).
4. Microsoft Power BI. URL: <https://www.microsoft.com/en-us/power-platform/products/power-bi> (дата звернення 23.05.2025).
5. Tableau. URL: <https://www.tableau.com/> (дата звернення 23.05.2025).
6. IBM. What is a data flow diagram (DFD)? URL: <https://www.ibm.com/think/topics/data-flow-diagram> (дата звернення 27.05.2025).
7. Oracle Data Warehousing Guide. 20 Data Marts. URL: https://docs.oracle.com/cd/A81042_01/DOC/server.816/a76994/marts.htm (дата звернення 31.05.2025).
8. InsightSoftware. Data Mart. URL: <https://insightsoftware.com/encyclopedia/data-mart/> (дата звернення 31.05.2025).
9. Oracle database. URL: <https://www.oracle.com/database/> (дата звернення 31.05.2025).
10. Geeksforgeeks. Median in Statistics. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/median/> (дата звернення 02.06.2025).
11. Geeksforgeeks. Interquartile Range to Detect Outliers in Data. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/interquartile-range-to-detect-outliers-in-data/> (дата звернення 02.06.2025).

12. IBM. Class diagrams URL: <https://www.ibm.com/docs/en/rsm/7.5.0?topic=structure-class-diagrams> (дата звернення 05.06.2025).
13. React. Component. URL: <https://react.dev/reference/react/Component> (дата звернення 06.06.2025).
14. Nodejs. JavaScript Asynchronous Programming and Callbacks. URL: <https://nodejs.org/en/learn/asynchronous-work/javascript-asynchronous-programming-and-callbacks> (дата звернення 06.06.2025).
15. Лементова Є.О., Панфьорова І.Ю. Визначення показників аналізу командних результатів всеукраїнського етапу турніру юних хіміків. 29-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті», Т. 6. Харків: ХНУРЕ, 2025. С.155-156.
16. Методичні вказівки до організації виконання та захисту кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти спеціальності 122 – Комп'ютерні науки за освітньою програмою «Інформаційні технології управління» для студентів усіх форм навчання / Упоряд.: К.Е. Петров, А.В. Міхнова, М.С. Кудрявцева, М.В. Євланов, Т.І. Борисенко. Електронне видання, Харків: ХНУРЕ, 2023. 68 с.
17. ДСТУ 3008:2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. Чинний від 2017-07-01, Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 31 с.
18. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Чинний від 2016-07-01, Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2016. 16 с.