

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 результатів фітнес-змагань»
інформаційної системи «Українська федерація бодібілдингу та фітнесу»
(тема)

Виконала:

здобувачка 4 року навчання,
групи ІТУ-21-3

Мар'я ВАРАВА

(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: проф. каф. ІУС Ірина ПАНФЬОРОВА
(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту

Зав. кафедри ІУС



(підпис)

Костянтин ПЕТРОВ

(власне ім'я, прізвище)

2025 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наукКафедра Інформаційних управляючих системРівень вищої освіти перший (бакалаврський)Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
(код і повна назва)Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)Освітня програма Інформаційні технології управління
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри 
(підпис)

“19” травня 2025 р.


ЗАВДАННЯ**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**здобувачеві Вараві Мар'ї Сергіївні
(прізвище, ім'я, по батькові)


1. Тема роботи Розробка модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань» інформаційної системи «Українська федерація бодібілдингу та фітнесу»
затверджена наказом по університету від “19” травня 2025 р. № 370Ст
2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії “11” червня 2025 р.
3. Вихідні дані до роботи Правила Української федерації бодібілдингу та фітнесу, вимоги до категорій учасників, офіційні протоколи змагань.
4. Перелік питань, що потрібно опрацювати у роботі Опис фітнес-змагань Української федерації бодібілдингу та фітнесу, огляд та дослідження сучасних інформаційних систем для проведення фітнес-змагань, формулювання завдання розробки модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань», опис функціональної архітектури модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань», розробка та обґрунтування елементів математичної забезпечуючої системи модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань», розробка й обґрунтування елементів математичної забезпечуючої системи модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань», розробка й обґрунтування елементів програмної забезпечуючої системи модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань», розробка й обґрунтування елементів технічної забезпечуючої системи модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань».

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Опис фітнес-змагань Української федерації бодібілдингу та фітнесу	19.05.2025 - 20.05.2025	Виконано
2	Огляд та дослідження сучасних інформаційних систем для проведення фітнес-змагань	21.05.2025 - 22.05.2025	Виконано
3	Формулювання завдання розробки модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань»	23.05.2025 - 24.05.2025	Виконано
4	Опис функціональної архітектури модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань»	25.05.2025 - 26.05.2025	Виконано
5	Розробка й обґрунтування складових інформаційного забезпечення модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань»	27.05.2025 - 28.05.2025	Виконано
6	Розробка й обґрунтування елементів математичної забезпечуючої системи модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань»	29.05.2025 - 31.05.2025	Виконано
7	Розробка й обґрунтування елементів програмної забезпечуючої системи модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань»	01.06.2025 - 02.06.2025	Виконано
8	Розробка й обґрунтування елементів технічної забезпечуючої системи модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань»	03.06.2025	Виконано
9	Обґрунтування заходів для захисту даних у модулі «Аналіз результатів фітнес-змагань»	04.06.2025	Виконано
10	Оформлення пояснювальної записки	05.06.2025 - 08.06.2025	Виконано
11	Створення презентації	09.06.2025	Виконано
12	Попередній захист	12.06.2025	Виконано

Дата видачі завдання 19 травня 2025 р.

Здобувачка 
(підпис)

Керівник роботи 
(підпис)

проф. каф. ІУС Ірина ПАНФЬОРОВА
(посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 101 с., 56 рис., 1 табл., 2 дод., 14 джерел.

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ, БАЗА ДАНИХ, КАТЕГОРІЇ БОДІБІЛДИНГУ, ОЦІНКИ, ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ, СПОРТСМЕНИ, СУБД, ФІТНЕС-ЗМАГАННЯ.

Об'єктом дослідження є змагання, організовані Українською федерацією бодібілдингу та фітнесу, у які впроваджуються сучасні рішення для автоматизації процесу «Аналіз результатів фітнес-змагань».

Метою роботи є розробка модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань» інформаційної системи федерації бодібілдингу та фітнесу, вихідні дані якого можуть в подальшому бути використані для формування рекомендацій на майбутні змагання для організаторів змагань, покращення тренувальних програм спортсменів. Також модуль прогнозуватиме результати учасників.

Проведено дослідження об'єкта автоматизації та сформульована постановка задачі кваліфікаційної роботи на розробку модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань».

Для вирішення задачі було створено: схему функціональної структури бізнес-процесу "Аналіз результатів фітнес-змагань" у вигляді контекстної діаграми та діаграми декомпозиції першого рівня, схему функціональної структури модуля "Аналіз результатів фітнес-змагань" у вигляді контекстної діаграми та діаграми декомпозиції першого рівня, схему вітрини даних модуля, діаграму діяльності для візуалізації основних етапів роботи модуля. Було розроблено модуль «Аналіз результатів фітнес-змагань» інформаційної системи федерації бодібілдингу та фітнесу.

ABSTRACT

Explanatory note of the qualification work: 101 pages, 56 figures, 1 tables, 2 appendices, 14 sources.

ATHELETES, BODYBUILDING CATEGORIES, DATABASE, DBMS, FITNESS COMPETITIONS, RESULTS ANALYSIS, RESULTS FORECASTING, SCORES.

The object of the study is the competitions organized by the Ukrainian Federation of Bodybuilding and Fitness, which implement modern solutions for automating the process of analyzing fitness competition results.

This work aims to develop the "Fitness Competition Results Analysis" module of the information system «Ukrainian Federation of Bodybuilding and Fitness». The output data generated by this module can be used to provide recommendations for future competitions to event organizers, enhance training programs for athletes, and forecast the performance results of participants.

The automation object was thoroughly analyzed as part of the qualification work, and a problem statement for developing the module was formulated.

A functional structure of the business process "Analysis of Fitness Competition Results" was created using a context diagram and a first-level decomposition diagram to solve the task. Additionally, a functional structure of the module itself was developed using a context diagram and a first-level decomposition diagram. A data warehouse diagram was constructed to visualize the logical structure of the module, and an activity diagram was created to illustrate the main stages of the module's operation. As a result, the module "Analysis of Fitness Competition Results" was successfully developed and integrated into the Ukrainian Federation of Bodybuilding and Fitness information system.

ЗМІСТ

	С.
Скорочення та умовні позначки.....	8
Вступ.....	9
1 Опис фітнес-змагань Української федерації бодібілдингу та фітнесу.....	10
1.1 Загальна характеристика фітнес-змагань.....	10
1.2 Опис організаційної структури Української федерації бодібілдингу та фітнесу.....	11
1.3 Опис існуючої моделі бізнес-процесу «Аналіз результатів фітнес-змагань».....	14
2 Дослідження сучасних інформаційних систем для проведення фітнес-змагань.....	17
3 Формулювання завдання розробки модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань».....	22
3.1 Опис функціональних вимог.....	22
3.2 Опис нефункціональних вимог.....	23
3.3 Формування мети створення і критеріїв ефективності модуля.....	23
4 Опис функціональної архітектури модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань».....	25
5 Розробка й обґрунтування складових інформаційного забезпечення модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань».....	30
5.1 Проектування вітрини даних.....	30
5.2 Опис процесу ETL.....	31
6 Розробка й обґрунтування елементів математичної забезпечуючої системи модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань».....	34
6.1 Огляд застосованих методів аналізу результатів.....	34
6.2 Опис кореляційного аналізу.....	34
6.3 Опис SARIMA.....	36

7 Розробка й обґрунтування елементів програмної забезпечуючої системи модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань».....	40
7.1 Проектування елементів програмного забезпечення.....	40
7.2 Розробка графічного інтерфейсу користувача.....	45
8 Обґрунтування технічного забезпечення модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань».....	53
9 Обґрунтування заходів для захисту даних у модулі «Аналіз результатів фітнес-змагань».....	54
Висновки.....	56
Перелік джерел посилання.....	57
Додаток А Альбом документів.....	59
Додаток Б Графічний матеріал кваліфікаційної роботи.....	72

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

БД – база даних

ІС – інформаційна система

СУБД – система управління базами даних

УФБФ – Українська федерація бодібілдингу та фітнесу

ACF – Autocorrelation Function

AIC – Akaike Information Criterion

ARIMA – Autoregressive Integrated Moving Average

BIC – Bayesian Information Criterion

CRM – Customer Relationship Management

CSS – Conditional Sum of Squares

CPA – Canadian Physique Alliance

DFD – Data Flow Diagrams

ETL – Extract, Transform, Load

HTTP – Hypertext Transfer Protocol

HTTPS – Hypertext Transfer Protocol Secure

IDEF0 – Integrated Definition for Function Modeling

JWT – JSON Web Token

ML – Maximum Likelihood

MTBF – Mean Time Between Failures

MTTR – Mean Time To Repair

PACF – Partial Autocorrelation Function

REST – Representational State Transfer

SADT – Structured Analysis and Design Technique

SQL – Structured query language

SUS – System Usability Scale

USB – Universal Serial Bus

ВСТУП

Сучасний розвиток інформаційних технологій надає можливості для вдосконалення процесів у різних сферах, зокрема у галузі спорту. Одним із перспективних напрямів є автоматизація діяльності спортивних федерацій, які організують та проводять змагання. Особливу увагу привертає діяльність федерацій з фітнесу та бодібілдінгу, де аналітика дозволяє формувати різні стратегічні рішення.

На даному етапі розвитку більшість процесів в рамках організації фітнес-змагань уже автоматизовано. Це, зокрема, облік учасників фітнес-змагань та реєстрація учасників. Однак питання аналізу результатів змагань, у тому числі динаміка результатів виступів спортсменів, залишається відкритим. Наразі аналіз проводиться вручну або з використанням інструментів, які не пристосовані до специфіки фітнес-змагань.

Актуальність теми зумовлена потребою у створенні спеціалізованого аналітичного модуля, який дозволить проводити глибокий аналіз результатів фітнес-змагань для формування рекомендацій щодо покращення організації змагань, створення програм тренувань для спортсменів та прогнозування результатів змагань.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань» інформаційної системи (ІС) федерації бодібілдінгу та фітнесу, вихідні дані якого дозволять формувати рекомендації щодо покращення майбутніх змагань та тренувальних програм спортсменів, а також прогнозуватиме результати виступів учасників змагань.

Галуззю застосування кваліфікаційно роботи є фітнес-змагання Української федерації бодібілдінгу та фітнесу (УФБФ).

1 ОПИС ФІТНЕС-ЗМАГАНЬ УКРАЇНСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ БОДІБІЛДИНГУ ТА ФІТНЕСУ

1.1 Загальна характеристика фітнес-змагань

Об'єктом дослідження даної кваліфікаційної роботи є фітнес-змагання, організовані УФБФ. УФБФ є офіційною національною організацією, яка займається розвитком і популяризацією бодіблдингу та фітнесу в Україні. Федерація проводить національні чемпіонати, турніри та відбіркові змагання, надаючи можливість українським спортсменам брати участь у міжнародних заходах.

Фітнес-змагання УФБФ позиціонуються як формальні комерційні спортивні заходи, що проводяться у різних містах країни. Місія цих змагань полягає у популяризації здорового способу життя, розвитку фізичної культури та підтримці високих стандартів у сфері бодіблдингу та фітнесу [1].

Основні процеси, які виконуються для успішного проведення змагань:

- реєстрація учасників (збір заявок, перевірка документів, формування списків);
- організація та координація заходу (планування розкладу, координація виступів);
- технічне забезпечення змагань (монтаж сцени, налаштування звуку та освітлення);
- розробка та застосування маркетингових компаній (просування змагань, залучення аудиторії);
- забезпечення безпеки та медичного супроводу (охорона, надання першої медичної допомоги);
- фінансовий облік та звітність (бюджетування, облік витрат та доходів);

– постачання необхідних матеріалів (закупівля спортивного інвентарю, костюмів та продуктів харчування).

Зовнішнє середовище фітнес-змагань включає соціальні та економічні зв'язки у регіонах проведення, а також конкуренцію з боку інших спортивних заходів. Це вимагає від організаторів постійного аналізу ринку, адаптації до змін та інноваційного підходу до організації змагань.

1.2 Опис організаційної структури Української федерації бодібілдингу та фітнесу

УФБФ має чітку організаційну структуру, учасники якої спільно працюють для забезпечення успішного проведення кожного фітнес-змагання. До складу цієї структури входять президент та віце-президенти УФБФ, тренери, учасники змагань категорій бодібілдингу та фітнесу, директор змагань, звукорежисери, організатори виходів учасників, коментатори, продавці товарів, реєстратори учасників, гримери, голова суддівського комітету, головний секретар, судді змагань, персонал маркетингового, фінансового та технічного відділів, а також персонал відділу поставок.

Організаційна структура УФБФ наведена на рисунку 1.1.

УФБФ має дев'ять основних категорій бодібілдингу та фітнесу:

- Men's Bodybuilding;
- Men's Classic Physique;
- Men's Physique;
- Women's Physique;
- Women's Figure;
- Women's Wellness;
- Women's Bikini;

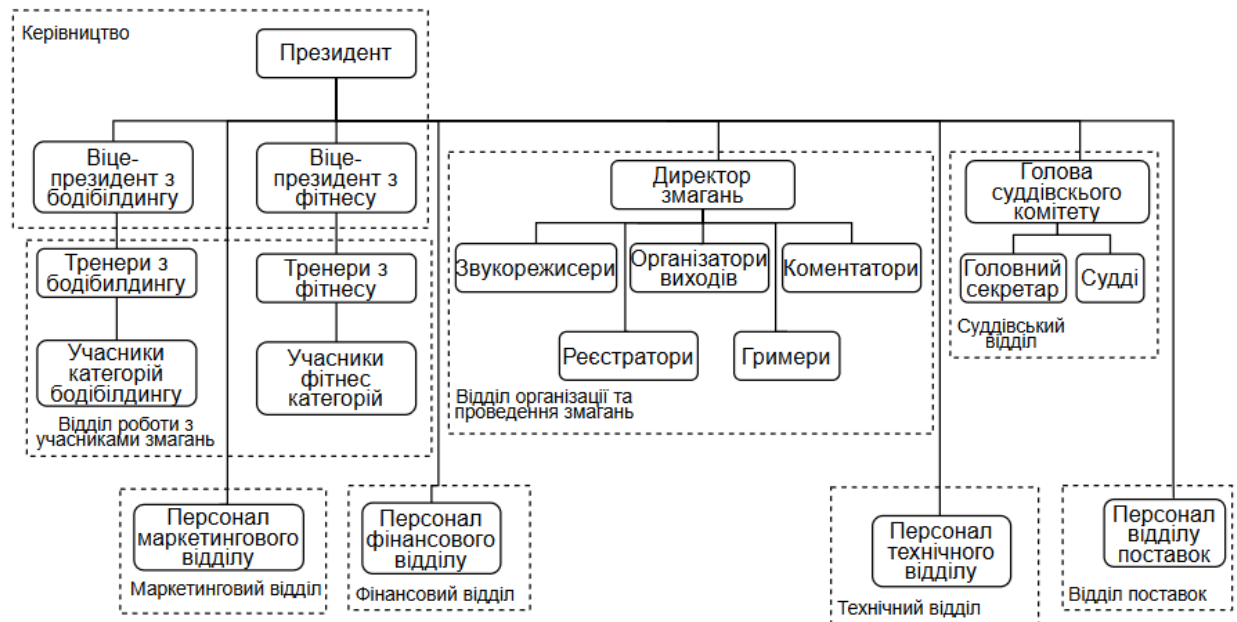


Рисунок 1.1 – Організаційна структура УФБФ

- Women’s Fit Model;
- Women’s Fit Angel.

Кожна категорія має специфічні вимоги до форми, костюму та аксесуарів спортсмена, а також розділяється на підкатегорії на основі віку та зросту. Це забезпечує рівні умови для учасників та сприяє об’єктивному оцінюванню їх фізичної підготовки.

З переможців усіх вікових, ростових та вагових підкатегорій формуються абсолютні категорії. У таких категоріях спортсмени змагаються між собою з метою визначити абсолютного чемпіона змагань. Це надає можливість оцінити загальний рівень підготовки, симетрію тіла, пропорційність та сценічну подачу незалежно від параметрів спортсмена [1].

У змаганнях беруть участь спортсмени, яких курують тренери. Вони відповідають за підготовку спортсменів та їх супровід під час заходу. Тренер може працювати з кількома сольними спортсменами, але зазвичай курує лише одного спортсмена через великий обсяг роботи, а саме формування

спеціальної програми тренувань, супровід у харчуванні та надання уроків з позування на сцені.

За проведенням змагань стежать працівники, що входять у відділ організації та проведення змагань. Кожен з них відповідно до обов'язків може обіймати такі посади:

- звукорежисер;
- організатор виходів учасників;
- коментатор змагання;
- реєстратор учасників;
- гример.

Суддівський відділ відповідає за оцінювання виступів спортсменів. Суддівська бригада складається з дев'яти осіб, які призначаються президентом УФБФ. На кожне змагання формується нова суддівська бригада. Судді мають різні кваліфікаційні категорії:

- перша категорія;
- національна категорія;
- міжнародна категорія.

Судді безпосередньо оцінюють виступи спортсменів згідно з встановленими критеріями та правилами. Судді забезпечують об'єктивне та неупереджене суддівство, дотримуючись етичних норм та стандартів федерації.

Головний секретар відповідає за адміністративну підтримку суддівського відділу, ведення документації, обробку даних, комунікацію з іншими відділами та аналіз результатів фітнес-змагань.

1.3 Опис існуючої моделі бізнес-процесу «Аналіз результатів фітнес-змагань»

У даній роботі досліджується аналіз результатів фітнес-змагань, які проводяться УФБФ. Для опису існуючого бізнес-процесу «Аналіз результатів фітнес-змагань» було побудовано його функціональну схему у вигляді контекстної діаграми Integrated Definition for Function Modeling (IDEF0) та діаграми декомпозиції першого рівня. Ця діаграма дає змогу описати функції та зв'язки між ними усередині бізнес-процесу. IDEF0 ґрунтується на методології функціонального моделювання Structured Analysis and Design Technique (SADT).

На рисунках 1.2 та 1.3 наведено неавтоматизований механізм функціонування процесу «Аналіз результатів фітнес-змагань» у вигляді контекстної діаграми та декомпозиції першого рівня відповідно.

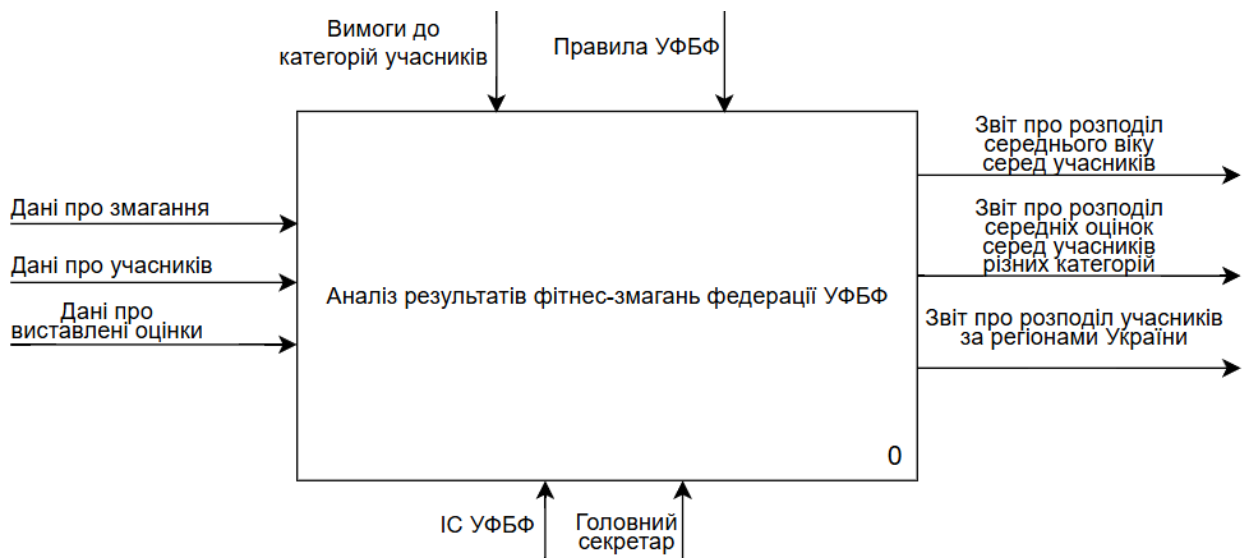


Рисунок 1.2 – Опис бізнес-процесу «Аналіз результатів фітнес-змагань»
(контекстна діаграма)

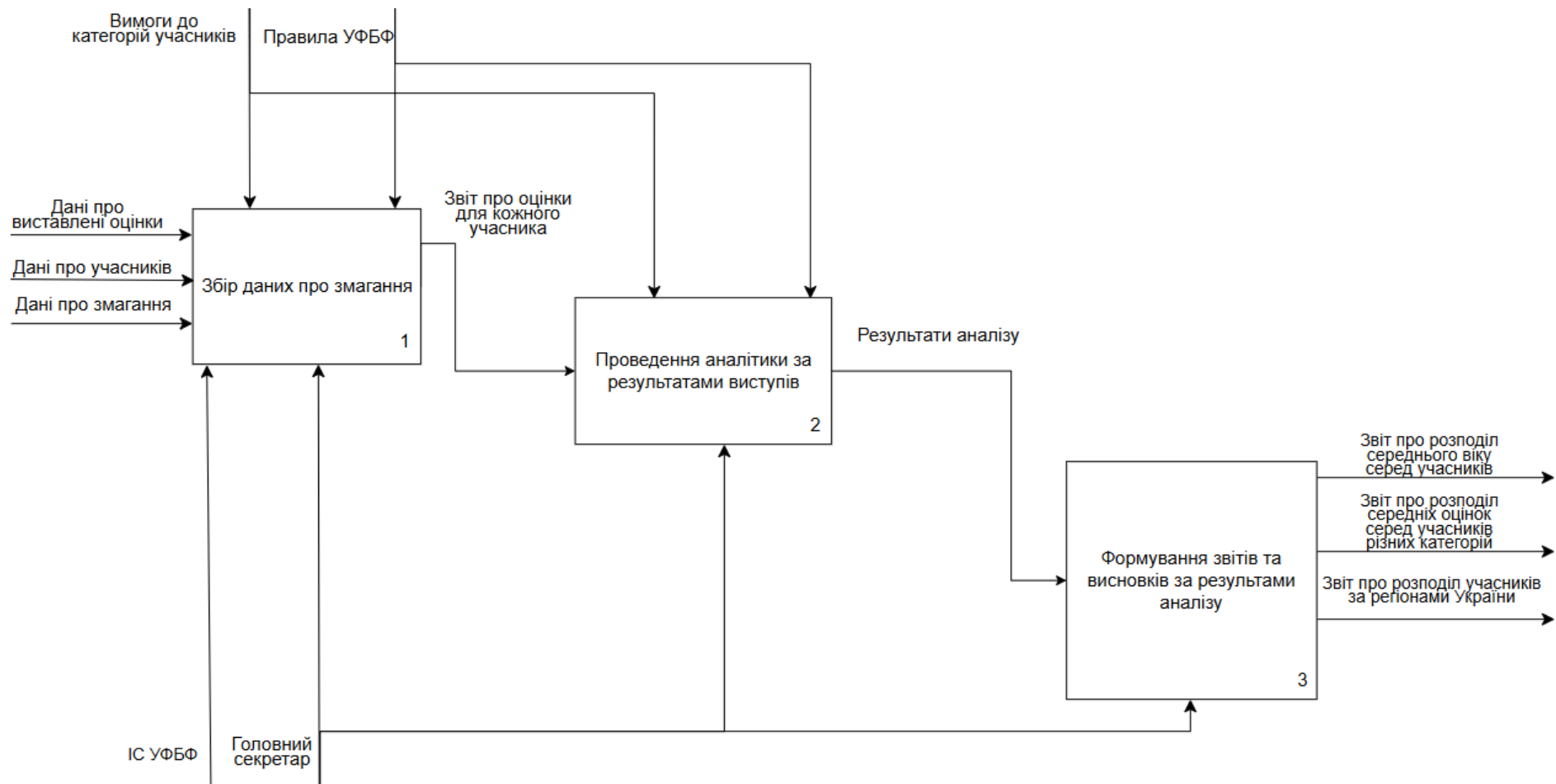


Рисунок 1.3 – Опис бізнес-процесу «Аналіз результатів фітнес-змагань» (діаграма декомпозиції першого рівня)

Головним процесом виступає аналіз результатів фітнес-змагань. Вхідними даними є «Дані про змагання», «Дані про учасників», «Дані про виставлені оцінки». Вхідні дані обробляються під час аналізу результатів, на основі чого формуються вихідні дані: «Звіт про розподіл середнього віку серед учасників», «Звіт про розподіл середніх оцінок серед учасників різних категорій» та «Звіт про розподіл учасників за регіонами України».

Стрілки механізму «ІС УФБФ» та «Головний секретар» описують ресурси, за допомогою яких проводиться аналіз результатів змагань.

Стрілки управління «Вимоги до категорій учасників» та «Правила УФБФ» описують елементи управління та нормативні документи, необхідні для виконання процесу «Аналіз результатів фітнес-змагань».

Створено декомпозицію контекстної діаграми для більш детального розгляду бізнес-процесу. Робота бізнес-процесу на першому рівні декомпозиції, який наведено на рисунку 1.3, складається з таких підпроцесів: «Зібрати дані про змагання», «Провести аналіз за результатами виступів» та «Сформувані звіти та висновки за результатами аналізу».

Процес аналізу починається з того, що головний секретар отримує з бази даних (БД) всю потрібну інформацію для подальшого аналізу, а саме дані про суддів, дані про виставлені оцінки, дані про учасників та їх тренерів, а також дані про змагання.

Коли всі дані зібрані, головний секретар розраховує середній бали та середній вік учасників у категоріях, кількість учасників з кожної області України та кількість спортсменів у кожній категорії. Це робиться за допомогою Excel, результати заносяться у таблиці Excel.

Після розрахунку всіх даних формуються відповідні звіти, представлені у формі таблиць Excel, графіків чи діаграм. На підставі отриманих даних формуються рекомендації щодо вдосконалення змагань. Зокрема, якщо певна область України має значно більше учасників, ніж інші регіони, доцільно розглянути проведення змагань в межах області.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ФІТНЕС-ЗМАГАНЬ

У сучасному світі фітнес-змагання все більше використовують автоматизовані системи для обробки, аналізу та підготовки результатів змагань. Перед розробкою модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань» необхідно розглянути вже існуючі рішення, які використовуються у сфері спортивних змагань. Ці системи можуть значно спрощувати процес збирання суддівських оцінок, підсумовування результатів та аналізу виступів учасників.

Для аналізу результатів фітнес-змагань було обрано три найпопулярніші ІС, а саме «Muscleware»[2], «EventConnect»[3] та «Competition Corner»[4].

Порівняльний аналіз перелічених систем наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Порівняльний аналіз існуючих ІС

Назва системи	Критерій порівняння	Характеристика
Muscleware	Опис системи	Спеціалізована система управління змаганнями для бодібілдингу та фітнесу від канадської компанії Muscleware Inc. Вона пропонує комплексні рішення для реєстрації учасників, складання розкладу змагань, обробки результатів, оцінювання виступів та генерації звітів. Система враховує специфічні вимоги та правила Канадського альянсу фізичної форми (CPA), забезпечуючи точність виконання процесів [2].
	Переваги	Можливість онлайн реєстрації.

Продовження таблиці 2.1

Назва системи	Критерій порівняння	Характеристика
Muscleware	Переваги	<p>Можливість порівняння результатів між змаганнями.</p> <p>Наявність української локалізації.</p> <p>Адаптивний дизайн, що надає можливість користуватися додатком на будь-якому пристрої [2].</p>
	Недоліки	<p>Система базується на правилах CРА, потребує адаптації під специфіку УФБФ.</p> <p>Немає прогнозування результатів.</p> <p>Висока вартість ліцензії.</p> <p>Вимагає стабільного інтернет-з'єднання.</p> <p>Необхідність навчання персоналу для використання [2].</p>
EventConnect	Опис системи	<p>Платформа для управління спортивними змаганнями від однойменної канадської компанії. Система надає інструменти для реєстрації учасників, складання розкладу та управління суддівством. Також забезпечує комунікацію з учасниками та інтеграцію з соціальними мережами для підвищення залученості аудиторії [3].</p>
	Переваги	<p>Можливість онлайн реєстрації.</p> <p>Наявність безкоштовного функціоналу.</p> <p>Адаптивний дизайн, що надає можливість користуватися додатком на будь-якому пристрої.</p>

Продовження таблиці 2.1

Назва системи	Критерій порівняння	Характеристика
EventConnect	Переваги	Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що не вимагає додаткового навчання персоналу [3].
	Недоліки	<p>Не спеціалізується на фітнес-змаганнях, потребує адаптації під специфіку УФБФ.</p> <p>Немає порівняння результатів між змаганнями.</p> <p>Немає прогнозування результатів.</p> <p>Висока вартість послуг для великих турнірів.</p> <p>Немає української локалізації.</p> <p>Вимагає стабільного інтернет-з'єднання [3].</p>
Competition Corner	Опис системи	Платформа для управління CrossFit змаганнями від однойменної американської компанії. Забезпечує інструменти для реєстрації учасників, організації турнірної сітки, управління суддівством та публікації результатів у реальному часі. Має зручний користувацький інтерфейс [4].
	Переваги	<p>Підтримка онлайн-реєстрації та миттєвої публікації результатів.</p> <p>Адаптивний дизайн, що надає можливість користуватися додатком на будь-якому пристрої.</p>

Кінець таблиці 2.1

Назва системи	Критерій порівняння	Характеристика
Competition Corner	Переваги	Вбудована система оцінювання та табло для суддів [4].
	Недоліки	Не спеціалізується на фітнес-змаганнях, потребує адаптації під специфіку УФБФ. Немає порівняння результатів між змаганнями. Немає прогнозування результатів. Вартість залежить від масштабу події, для малих заходів може бути не вигідною. Потребує стабільного інтернет-з'єднання для повної функціональності. Немає української локалізації. Необхідність навчання персоналу для використання [4].

За технічними характеристиками Muscware найкраще пристосована до фітнес-змагань. Платформа дозволяє детально бачити історію виступів кожного учасника, адаптована для використання з різних пристроїв. Muscware надає можливість порівняння результатів між різними змаганнями, що важливо для відстеження прогресу спортсменів. Проте система не підтримує прогнозування майбутніх показників, жорстко прив'язана до правил CPA і потребує високої ліцензійної плати й навчання персоналу.

EventConnect надає можливість онлайн-реєстрації, адаптована для використання з різних пристроїв. Інтерфейс інтуїтивний і не вимагає тривалого навчання. Проте платформа не адаптована під проведення фітнес-

змагань, зокрема ті, що проводяться УФБФ, не дозволяє порівнювати результати між змаганнями та не надає можливості прогнозування результатів.

Competition Corner відзначається сучасним та привабливим дизайном, надає можливості онлайн реєстрації та перегляду результатів змагань у реальному часі. Проте платформа спеціалізується на CrossFit змаганнях і не адаптована під фітнес-змагання, зокрема ті, що організовані УФБФ, не підтримує порівняння та прогнозування результатів змагань, потребує навчання персоналу.

Проаналізувавши кожну з наведених існуючих ІС, можна зробити висновок, що жодна з платформ не надає всіх необхідних для УФБФ можливостей: порівняння результатів між змаганнями, аналізу динаміки показників та прогнозування майбутніх результатів. Тому доцільно розробити модуль «Аналіз результатів фітнес-змагань», який надаватиме можливості для аналізу та прогнозування результатів, а також відповідатиме правилам УФБФ. Це дозволить одержувати оперативні та достовірні аналітичні звіти без додаткових налаштувань і підвищить якість організації та проведення змагань.

3 ФОРМУЛЮВАННЯ ЗАВДАННЯ РОЗРОБКИ МОДУЛЯ «АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ФІТНЕС-ЗМАГАНЬ»

3.1 Опис функціональних вимог

Функціональні вимоги визначають, що саме повинен робити модуль для досягнення поставлених цілей, описують внутрішню роботу системи. УФБФ має впроваджену ІС, тому створюваний модуль «Аналіз результатів фітнес-змагань» має розширювати існуючий функціонал.

Модуль «Аналіз результатів фітнес-змагань» має відповідати наступним функціональним вимогам:

- інтеграція з існуючою БД УФБФ;
- надання користувачеві можливості налаштовувати вибір періоду змагань та вибору бажаного змагання для формування звітів про результати змагання;
- надання користувачеві можливості отримувати звіт про розподіл середнього віку серед учасників;
- надання користувачеві можливості отримувати звіт про розподіл середніх оцінок серед учасників різних категорій;
- надання користувачеві можливості отримувати звіт про розподіл учасників за регіонами України;
- надання користувачеві можливості отримувати звіт про динаміку результатів спортсмена;
- надання користувачеві можливості отримувати прогнозовані результати спортсмена на змаганнях на основі попередніх результатів за обраний період;
- надання можливості експортувати звіти їх у форматі *.xlsx та *.pdf;
- використання операційної системи Windows та системи управління базами даних (СУБД) MySQL, які використовуються в існуючій ІС УФБФ.

3.2 Опис нефункціональних вимог

Нефункціональні вимоги визначають характеристики, які повинен мати модуль з точки зору зручності експлуатації, зрозумілості інтерфейсу та швидкості роботи.

Модуль «Аналіз результатів фітнес-змагань» має відповідати наступним нефункціональним вимогам:

- надання зрозумілого та легкого у використанні інтерфейсу;
- забезпечення захисту від втрати даних під час збою та аварійного завершення роботи за допомогою механізмів резервного копіювання та відновлення інформації;
- забезпечення захисту даних, шифрування даних та контролю доступу для захисту конфіденційної інформації.

3.3 Формування мети створення і критеріїв ефективності модуля

Метою розробки модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань» є можливість формування рекомендації щодо покращення майбутніх змагань та тренувальних програм спортсменів на основі отриманих вихідних даних, а також можливість прогнозування результатів виступів учасників фітнес-змагань. Реалізація модуля дасть змогу:

- мінімізувати кількість помилок та часових затримок;
- надавати актуальну інформацію щодо аналізу результатів спортсменів для покращення якості суддівства та формування рекомендацій для змагань;
- підвищити рівень об'єктивності та довіри з боку учасників та глядачів до системи оцінювання УФБФ;

– прогнозувати майбутні результати спортсменів на основі завершених змагань.

Для оцінки роботи модуля необхідно визначити критерії ефективності. Ці критерії представляють собою параметри, які визначають надійність, зручність та продуктивність роботи модуля.

Критерії ефективності роботи модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань» включають:

- зручність інтерфейсу;
- надійність роботи;
- час формування звіту.

Критерій «зручність інтерфейсу» показує, наскільки зрозумілий та зручний у використанні інтерфейс. Показник System Usability Scale (SUS), який використовується для оцінки зручності використання продукту за шкалою від 0 до 100, має бути не гірше ніж рівень «Good», тобто не менше за 80 балів. Інтерфейс зрозумілий та не потребує навчання персоналу, кнопки й навігація логічні, шрифти читабельні [5].

Критерій «надійність роботи» показує можливість системи працювати без збоїв. Показник Mean Time Between Failures (MTBF), який використовується для оцінки середнього часу між відмовами, має не перевищувати 30 діб поспіль. Показник Mean Time To Repair (MTTR), який використовується для оцінки середнього часу відновлення після збою, має не перевищувати 15 хвилин [5].

Критерій «час формування звіту» швидкість формування звітів. Використовується показник P95 затримки (95 перцентиль), значення якого не має перевищувати 3 секунди. Це означає, що 95% усіх запитів на формування звітів мають завершуватися за 3 секунди або швидше [5].

4 ОПИС ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ АРХІТЕКТУРИ МОДУЛЯ «АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ФІТНЕС-ЗМАГАНЬ»

Для побудови функціональної архітектури модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань» було використано діаграму потоків даних (DFD), яка графічно описує зовнішні по відношенню до системи джерела та отримувачів даних, логічні функції, потоки та сховища даних, до яких здійснюється доступ. Функціональна структура демонструє, які процеси виконуються у модулі, які дані для цього використовуються та які зв'язки існують між процесами [6].

Функціональна структура складається з наступних основних елементів:

- процесів;
- потоків даних;
- зовнішніх сутностей;
- сховищ даних.

Процесами є функції, які мають бути виконані для перетворення вхідних даних у вихідні.

Потоки даних мають вигляд стрілок і показують, які дані входять у блоки на діаграмі та виходять з них.

Зовнішні сутності є об'єктами, що не входять у модуль, але є джерелами інформації, яка необхідна для роботи модуля, та отримувачами вихідних даних.

Сховища даних слугують джерелами, проміжними місцями зберігання чи отримувачами даних всередині модуля, що створюється.

Створену схему функціональної структури модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань» у вигляді контекстної діаграми та діаграми декомпозиції першого рівня наведено на рисунках 4.1 та 4.2.

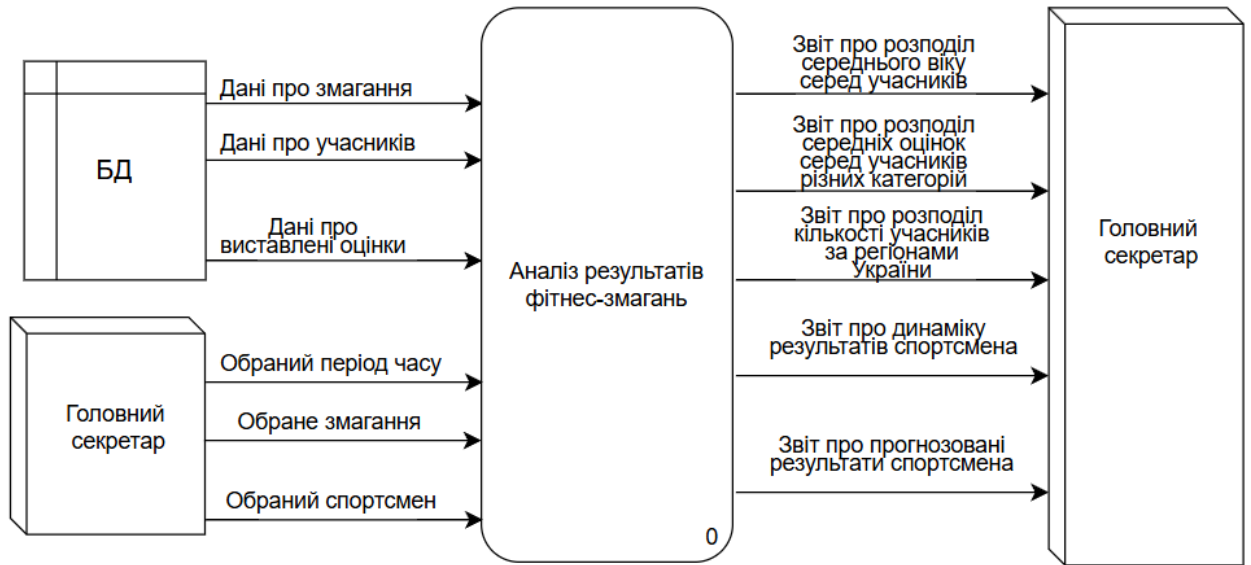


Рисунок 4.1 – Схема функціональної структури модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань» (контекстна діаграма)

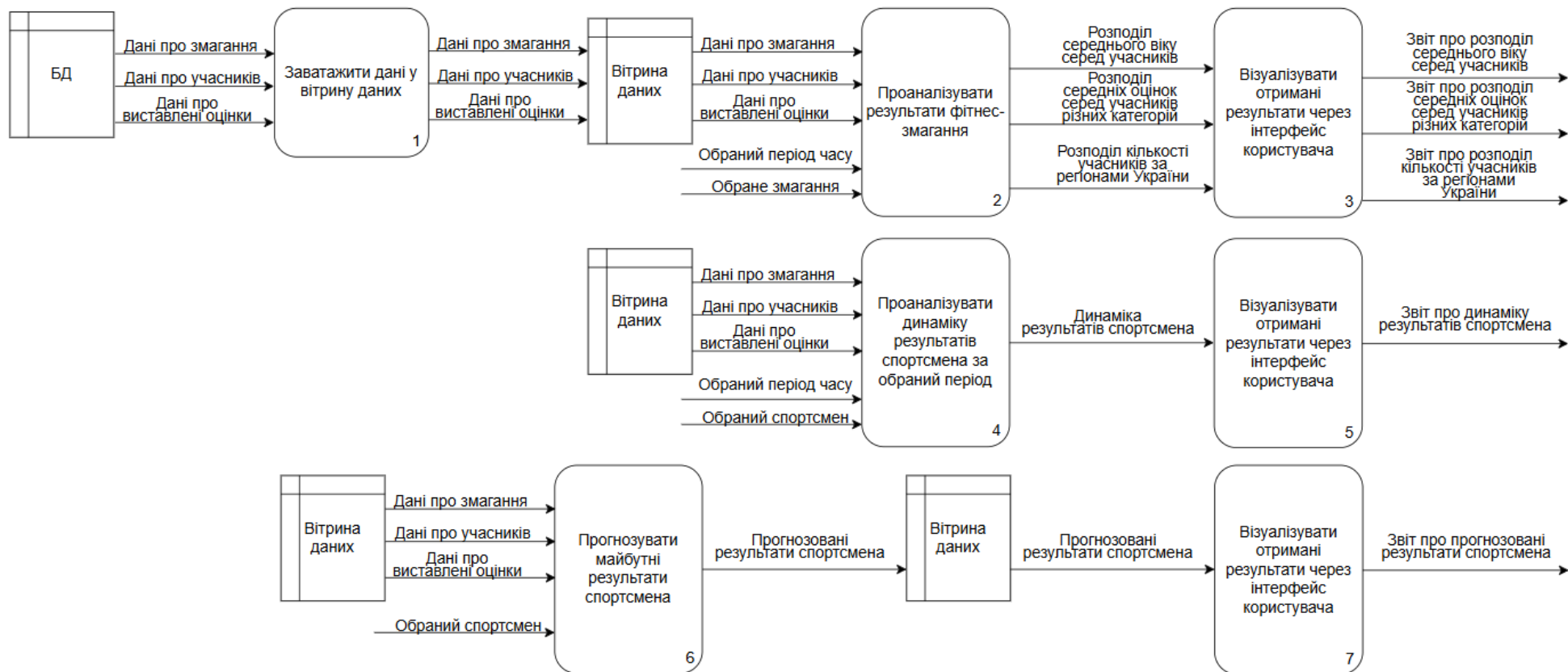


Рисунок 4.2 – Схема функціональної структури модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань» (декомпозиція першого рівня)

Контекстна діаграма модуля відображає головний процес, а саме аналіз результатів фітнес-змагань. Зовнішньою сутністю є головний секретар, який є як джерелом інформації, так і її отримувачем.

Вхідними даними для цього процесу є обраний період часу, потрібне змагання та обраний спортсмен. Джерелом даних є БД, яка надає дані про спортсменів, дані про категорії та дані про оцінки суддів.

Вихідними даними є «Звіт про розподіл середніх оцінок серед учасників різних категорій», «Звіт про розподіл середнього віку серед учасників», «Звіт про розподіл учасників за регіонами України», «Звіт про динаміку результатів спортсмена» та «Звіт про прогнозовані результати спортсмена».

Для детальнішого розгляду роботи модуля було проведено декомпозицію основного процесу. На першому рівні декомпозиції архітектура модуля включає наступні підпроцеси: завантажити дані у вітрину даних, проаналізувати результати фітнес-змагань, проаналізувати динаміку результатів спортсмена за обраний період, прогнозувати майбутні результати спортсмена та візуалізувати отримані результати через інтерфейс користувача.

Спочатку потрібні для подальшого аналізу дані завантажуються у вітрину даних за допомогою Extract, Transform, Load (ETL) процесу.

Під час проведення аналізу результатів фітнес-змагань здійснюється обробка даних обраного змагання за певний період з метою отримання розподілу середнього віку учасників, розподілу середніх оцінок серед категорій учасників та розподілу кількості учасників за регіонами України.

Під час процесу аналізу динаміки результатів спортсмена за обраний період здійснюється обробка даних обраного спортсмена за певний період з метою виявлення основних закономірностей у результативності спортсмена. На основі отриманих даних визначаються фактори, які найбільше впливають на оцінки учасників.

Під наступного процесу реалізується прогнозування результатів виступів спортсменів на основі даних попередніх змагань. Результати прогнозу дозволяють тренерам адаптувати підготовку до змагань, а також

формувати очікування щодо потенційних результатів спортсменів у вибраних категоріях.

Останній підпроцес виконує візуалізацію аналітичних результатів. Модуль формує звіти, які містять таблиці, діаграми та графіки. Кожен зі звітів можна експортувати у форматі *.pdf та *.xlsx.

5 РОЗРОБКА Й ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДОВИХ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОДУЛЯ «АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ФІТНЕС-ЗМАГАНЬ»

5.1 Проектування вітрини даних

Одним із важливих кроків під час створення аналітичного модуля є формування вітрини даних. Вітрина даних – це предметно-орієнтований сегмент БД, що зберігає лише ту частину інформації, яка потрібна для роботи окремого підрозділу. Завдяки такій вузькій спрямованості кінцеві користувачі одержують потрібні дані швидше, а системі легше забезпечити високий рівень продуктивності [7].

Для невеликих організацій вітрина даних часто виявляється менш витратною альтернативою повноцінному сховищу. Її можна розгорнути швидше і з меншими ресурсними витратами.

За способом наповнення інформацією вітрини поділяють на три різновиди:

- залежні – отримують дані безпосередньо зі сховища даних; застосовується підхід «top-down», який означає, що частина неструктурованих даних із централізованого сховища даних витягується до вітрини даних;

- незалежні – функціонують автономно, не спираючись на головне сховище чи інші вітрини; дані збирають, трансформують і завантажують одразу з внутрішніх або зовнішніх джерел; такі рішення простіше спроектувати та підтримувати, оскільки вони заточені під завдання конкретного відділу;

- гібридні – поєднують інформацію і зі сховища даних, і з оперативних систем.; це забезпечує гнучкість, дозволяючи вітрині звертатися до великих масивів даних і водночас інтегруватися з іншими спеціалізованими вітринами [7].

Для розробки модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань» було обрано залежну вітрину даних, тематично орієнтовану на фітнес-змагання та розроблену для отримання аналітичної звітності.

Вітрина даних має тип «сніжинка». Дана вітрина складається з таблиць фактів «Analytics_Fact» та «Forecast_Fact» і таблиць вимірів: «Category_Dim», «Athlete_Dim», «Region_Dim», «Competition_Dim».

Для процесу аналізу результатів фітнес-змагань було створено наступні матеріалізовані представлення: «Score_Category_View», «Age_Trend_View», «Region_Trend_View», «Athlete_Timeline_View», «Athlete_Forecast_View».

Схему вітрини даних з матеріалізованими представленнями для аналізу результатів фітнес-змагань наведено на рисунку 5.1.

5.2 Опис процесу ETL

Процес ETL у межах модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань» виконує функцію зв'язувальної ланки між транзакційною БД ІС УФБФ та залежною вітриною даних, забезпечуючи систематизовану підготовку інформації для подальшого аналітичного оброблення. ETL складається з 3 взаємопов'язаних фаз: витяг (Extract), перетворення (Transform) та завантаження (Load) [7].

На першому етапі дані вилучаються з БД ІС УФБФ, а також, за потребою, з допоміжних джерел (Excel файлів, Customer Relationship Management (CRM) систем тощо). Щоб не створювати додаткове навантаження на транзакційну систему, використовуються інкрементні запити, які вибирають лише нові або змінені записи. Це дозволяє мінімізувати навантаження на транзакційну БД.

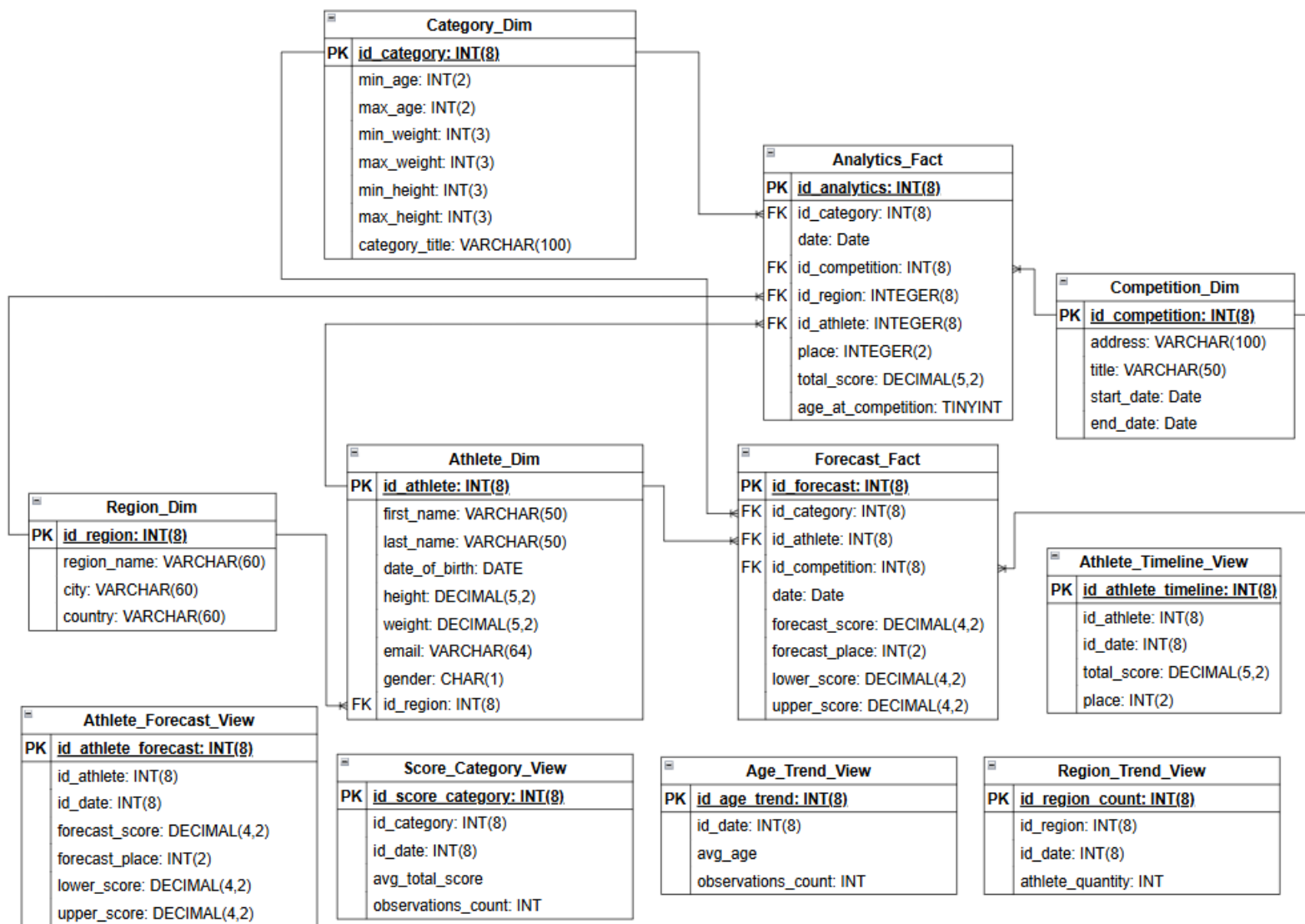


Рисунок 5.1 – Схема вітрини даних з матеріалізованими представленнями

Далі дані перетворюються у відповідності до структури вітрини даних модуля. Цей етап включає очищення даних (видаленні помилкових записів та записів що дублюються), нормалізацію та стандартизацію даних (наприклад, приведення дат до єдиного формату), інтеграцію даних з кількох джерел, обчислення похідних показників (наприклад, вік учасника на момент змагання).

На етапі завантаження перетворені дані записуються у вітрину даних. Запис даних може виконуватися у двох режимах:

- пакетне завантаження (виконується, наприклад, щодня після завершення змагання, коли обсяг даних суттєво збільшується);
- у режимі реального часу (виконується частіше, наприклад, кожні 20 хвилин).

У таблицю фактів дані додаються таким чином, щоб вже наявні дані оновлювалися без дублювання. У таблицях вимірів дані оновлюються таким чином, що нові дані додаються лише тоді, коли таких ще не існує.

Завдяки ETL процесу у вітрині зберігаються лише ті дані, які потрібні для подальшого аналізу результатів-фітнес-змагань.. Це забезпечує швидке формування звітів та можливість масштабування, тобто збільшення кількості категорій, метрик, учасників тощо [7].

6 РОЗРОБКА Й ОБГРУНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ МАТЕМАТИЧНОЇ ЗАБЕЗПЕЧУЮЧОЇ СИСТЕМИ МОДУЛЯ «АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ФІТНЕС-ЗМАГАНЬ»

6.1 Огляд застосованих методів аналізу результатів

У межах роботи модуля використовуються такі методи: кореляційний аналіз та модель Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA). Кореляційний аналіз використовується для визначення найвпливовіших факторів, які покращують результати виступів спортсменів, і надає тренерам можливість зосередити увагу на поліпшенні саме цих чинників. SARIMA використовується для прогнозування результатів змагань спортсменів.

6.2 Опис кореляційного аналізу

Кореляційний аналіз – це статистичний підхід для вимірювання сили та напрямку лінійної залежності між двома змінними. Класичним інструментом слугує коефіцієнт Пірсона r , що набуває значень від -1 до 1. Значення, близькі до $|1|$, свідчать про сильний зв'язок, а значення, близькі до 0, вказують на відсутність лінійної залежності [8].

Кореляційний аналіз проводиться наступним чином.

Спочатку для кожного спортсмена береться підсумковий бал та відповідні фактори (вік, досвід, відсоток жиру в організмі тощо)

Для зручності порівняння різних показників застосовується стандартизація значень за допомогою z -score нормалізації. Z -score нормалізація – це спосіб приведення значення у певну шкалу, де враховано середнє значення і стандартне відхилення. Стандартне відхилення показує,

наскільки розкидані значення навколо середнього значення. Чим більше значення відхилення, тим більш широко розкидані дані.

Далі необхідно розрахувати значення коефіцієнта Пірсона між кожним фактором та підсумковим балом за наступною формулою:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}},$$

де x_i і y_i – це пара значень показників спортсмена (наприклад x_i – середній об'єм м'язів, y_i – підсумковий бал);

\bar{x} і \bar{y} – середнє значення показників у всіх спортсменів;

n – кількість спостережень, які беруться до розрахунку (кількість спортсменів, які приймали участь у змаганні у відповідній категорії).

При $r \approx 1$ існує сильний позитивний зв'язок між показниками, тобто при збільшенні одного значення, збільшується інше. При $r \approx -1$ існує сильний негативний зв'язок між показниками. Значення $r \approx 0$ свідчить про відсутність будь-якого зв'язку між змінними.

Наступним кроком необхідно для кожного значення r обчислити p -value, тобто ймовірність отримати таке саме або більше значення r , коли зв'язку насправді немає. Спочатку необхідно обчислити значення p -статистики, що відповідає обчисленому значенню коефіцієнта Пірсона.

Далі обчислюється ймовірність того, що таке значення t могло трапитися випадкового. Для цього використовується функція розподілу Стьюдента (t -розподіл) з $n - 2$ ступенями свободи за наступною формулою:

$$p = 2 * (1 - F_t(|t|, n - 2)),$$

де F_t – функція розподілу ймовірності t -розподілу;

$|t|$ - абсолютне значення t ;

$n - 2$ – кількість ступенів свободи.

Множення на 2 пояснюється тим, що потрібно визначити, чи відхиляється коефіцієнт як у позитивний, так і в негативний бік.

При $p < 0.05$ кореляція вважається статистично значущою, тобто те, ще значення виникло випадково є малоюмовірним. При $p \geq 0.05$ кореляційний зв'язок не вважається достовірним з точки зору статистики.

Далі треба інтерпретувати силу зв'язку між підсумковою оцінкою та відповідним фактором. За шкалою Коена якщо $r = \pm 0.5$, то зв'язок вважається сильним. Якщо $r = \pm 0.3$, то зв'язок вважається помірним. Якщо $r = \pm 0.1$, то зв'язок вважається слабким або відсутнім взагалі. Тобто інтерпретація сили зв'язку допомагає оцінити вагу відповідного фактора.

Останнім кроком складається теплова карта кореляцій. Це візуальний спосіб показати матрицю кореляцій через кольори. Чим сильніший зв'язок, тим тепліший відтінок кольору. Наприклад, червоний вказує на сильний позитивний зв'язок, синій вказує на сильний негативний зв'язок, білий вказує на відсутність зв'язку [8].

6.3 Опис SARIMA

SARIMA – це модель для аналізу та прогнозування часових рядів, які містять як трендові, так і сезонні компоненти. Вона є розширенням моделі Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), що поєднує авторегресію (AR), інтегрування (I) та ковзне середнє (MA), додаючи до них сезонні компоненти [9].

Модель позначається як $SARIMA(p, d, q)(P, D, Q)_m$, де:

- p, d, q – порядки не сезонних AR, I та MA частин;
- P, D, Q – порядки сезонних AR, I та MA частин;

– m – довжина сезонного циклу.

Загальна формула моделі $SARIMA(p, d, q)(P, D, Q)_m$ виглядає наступним чином:

$$\Phi_P(B^m)\varphi_p(B)(1-B)^d(1-B^m)^D y_t = \Theta_Q(B^m)\theta_q(B)\varepsilon_t,$$

де B – оператор зсуву назад (back-shift), що дозволяє звертатися до минулих значень, $B^k y_t = y_{t-k}$;

$$\varphi_p(B) = 1 - \varphi_1 B - \dots - \varphi_p B^p \text{ – авторегресійна частина (AR);}$$

$$\theta_q(B)\varepsilon_t = 1 + \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q \text{ – частина ковзного середнього (MA);}$$

$$\Phi_P(B^m) = 1 - \Phi_1 B^m - \dots - \Phi_P B^{mP} \text{ – сезонна AR-частина;}$$

$$\Theta_Q(B^m) = 1 + \Theta_1 B^m + \dots + \Theta_Q B^{mQ} \text{ – сезонна MA-частина;}$$

$$(1-B)^d \text{ – звичайне різницювання для тренду;}$$

$$(1-B^m)^D \text{ – сезонне різницювання для сезонних коливань;}$$

ε_t – білий шум.

Перед тим, як застосовувати модель SARIMA, часовий ряд необхідно зробити стаціонарним. Для цього застосовується звичайне різницювання (формула (6.1)), сезонне різницювання (формула (6.2)) та комбіноване різницювання (формула (6.3)):

$$\nabla^d y_t = (1-B)^d y_t, \quad (6.1)$$

$$\nabla_m^D y_t = (1-B^m)^D y_t, \quad (6.2)$$

$$\nabla^d \nabla_m^D y_t = (1-B)^d (1-B^m)^D y_t. \quad (6.3)$$

Після того, як ряд було зроблено стаціонарним, необхідно вибрати порядки коефіцієнтів p, q, P, Q . Для цього використовуються графік автокореляційної функції (ACF), який показує силу зв'язку між поточним і попередніми спостереженнями, та графік часткової автокореляції (PACF),

який показує залежність між тими самими значеннями без впливу проміжних лагів.

Значущий пік ACF на лагу, кратному сезонному періоду m , вказує на сезонну MA-компоненту θ_q .

Якщо на PACF є пік на лагу m , то це сигналізує про сезонну AR-компоненту Φ_p .

Після визначення порядків відбувається оцінка параметрів, тобто сезонних та несезонних коефіцієнтів AR і MA. Використовується метод умовної суми квадратів (CSS) та метод максимальної правдоподібності (ML).

Метод CSS – це наближений метод оцінки параметрів, який мінімізує суму квадратів залишків, припускаючи, що початкові значення відомі за формулою:

Метод ML – це точний метод оцінювання параметрів, який знаходить такі значення параметрів θ та дисперсії залишків, які максимізують логарифм правдоподібності.

Для вибору найкращої моделі застосовуються критерій Акаїке (AIC) та баєсів інформаційний критерій (BIC).

AIC оцінює баланс між логарифмом правдоподібності та складністю моделі за формулою. BIC вводить сильніше штрафування за кількість параметрів. Менші значення AIC та BIC свідчать про кращу модель. Порівнювати можна лише моделі з однаковими порядками d і D .

Після побудови моделі важливо перевірити, чи залишки, тобто різниця між фактичними та прогнозованими значеннями, справді поведуться як білий шум. Застосовується тест Ljung-Box – статистичний тест для перевірки гіпотези, що залишки не мають автокореляції до певного лагу h .

Нормальність залишків перевіряється за допомогою тесту Шапіро-Уїлка. Якщо результат тесту дає $p\text{-value} > 0.05$, то гіпотезу про нормальний розподіл залишків не відкидається.

Останнім етапом побудови моделі SARIMA є прогнозування майбутніх значень часового ряду, а також формування довірчих інтервалів, які демонструють можливий діапазон коливань, у якому з ймовірністю 95% очікується знаходження справжнього значення.

Формула для побудови прогнозу з 95% довірчим інтервалом має вигляд:

$$\hat{y}_{T+h|T} \pm 1.96 * \sqrt{\sigma^2},$$

де $\hat{y}_{T+h|T}$ – прогнозоване значення на момент $T + h$;

σ^2 – дисперсія похибки прогнозу;

1.96 – коефіцієнт, що відповідає 95% довірчому інтервалу при нормальному розподілі.

Отриманий інтервал означає, що з ймовірністю 95% справжнє значення y_{t+h} буде знаходитися в межах від найменшого до найбільшого значення [9].

7 РОЗРОБКА Й ОБҐРУНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ПРОГРАМНОЇ ЗАБЕЗПЕЧУЮЧОЇ СИСТЕМИ МОДУЛЯ «АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ФІТНЕС-ЗМАГАНЬ»

7.1 Проєктування елементів програмного забезпечення

Діаграма класів є статичною структурою предметної області, вона показує класи, їх атрибути, методи та асоціації, що виникають у процесі роботи [10].

У межах модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань» діаграма класів виконує кілька важливих функцій:

- дозволяє побачити статичну структуру модуля, що розроблюється;
- дозволяє визначити всі головні об'єкти та класи модуля: спортсменів, категорії, змагання, регіони, результати, прогнози тощо;
- дає змогу побачити як взаємодіють між собою різні класи та об'єкти усередині модуля.

Діаграма класів дозволяє швидко зрозуміти логіку системи, бачити всі необхідні дані, уникати помилок у кодї та полегшити командну роботу.

Діаграму класів модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань» наведено на рисунку 7.1.

Діаграма діяльності, побудована для модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань», є графічним засобом візуалізації основних етапів роботи модуля. Вона відображає послідовність виконання операцій, залежність від ними, а також логіку обробки вхідних даних для формування аналітичних звітів.

Метою такої діаграми є опис повного життєвого циклу обробки даних. Вона дозволяє побачити, які дії користувач має зробити, щоб отримати результати аналізу бажаного фітнес-змагання [10].

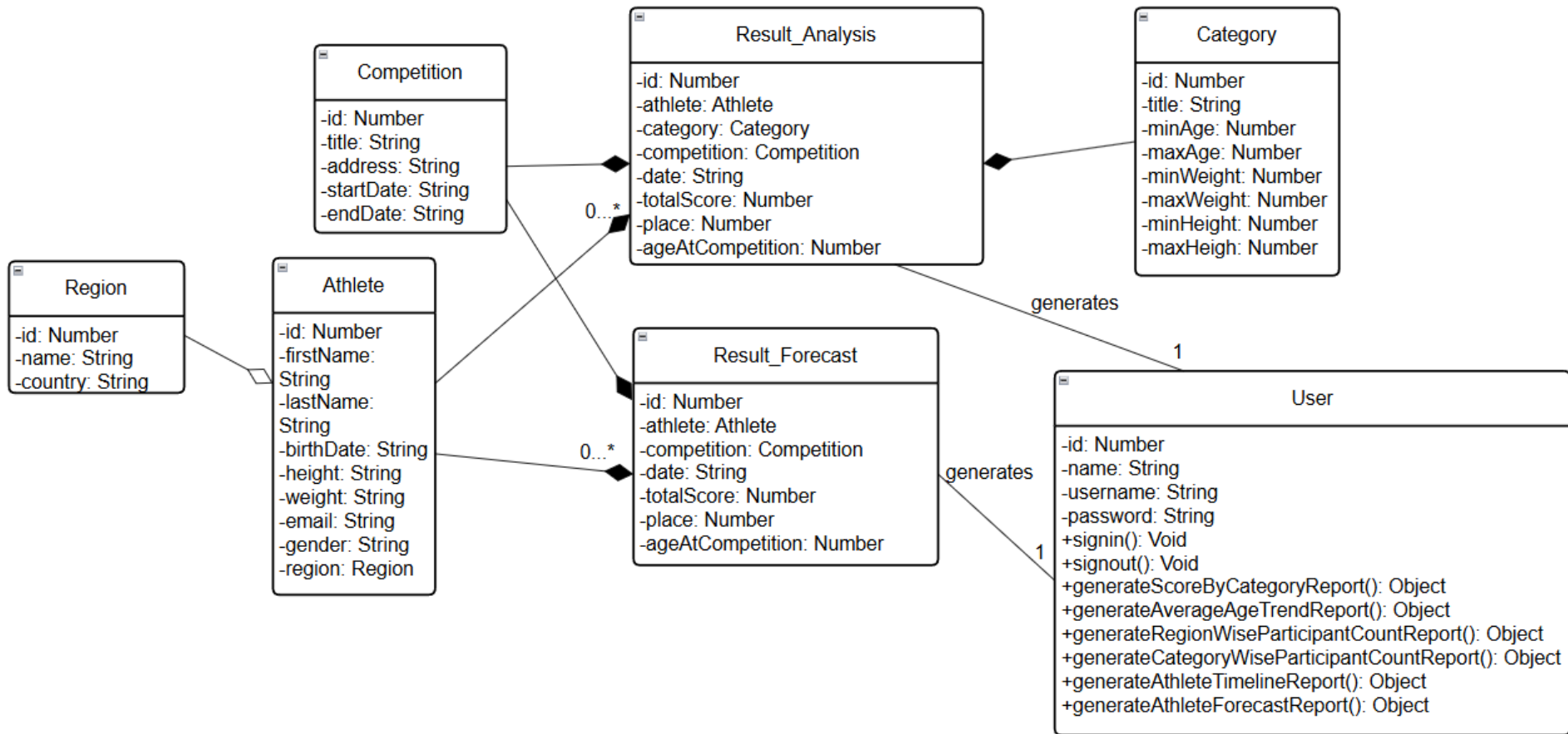


Рисунок 7.1 – Діаграма класів модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань»

Діаграма для модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань» містить наступні процеси:

а) авторизація користувача;

б) аналіз результатів фітнес-змагання;

1) користувач переходить на сторінку аналізу результатів фітнес-змагання;

2) користувач вводить дату початку та завершення періоду пошуку доступних змагань;

3) користувач обирає доступне змагання зі списку запропонованих;

4) модуль проводить аналіз, наводить розподіл середніх оцінок за категоріями, розподіл середнього віку між учасниками різних категорій, розподіл кількості учасників за регіонами України;

5) модуль візуалізує отримані результати аналізу;

в) аналіз динаміки результатів спортсмена за обраний період;

7) користувач переходить на сторінку аналізу результатів спортсмена;

8) користувач вводить дату початку та завершення періоду пошуку;

9) користувач обирає бажаного спортсмена;

10) модуль застосовує кореляційний аналіз для виявлення тенденцій і взаємозв'язків та формування динаміки результатів спортсмена;

11) модуль візуалізує отримані результати та надає їх користувачеві у вигляді таблиці, діаграми чи графіку;

г) прогнозування результатів;

13) користувач переходить на сторінку прогнозування результатів;

14) користувач вводить у пошуку ПІБ бажаного спортсмена;

15) модуль застосовує SARIMA та розраховує очікуваний результат на майбутніх змаганнях на основі попередніх;

1б) модуль візуалізує отримані результати та надає їх користувачеві у вигляді таблиці;

д) завершення роботи.

Кожен з процесів представлено на діаграмі у вигляді послідовних блоків дій, між якими наявні стрілки, що вказують на логіку переходу від одного кроку до іншого. Така діаграма дозволяє швидко зрозуміти функціональну логіку модуля.

Отримані результати аналізу дозволяють спортсменам та їх тренерам планувати тренувальний процес, коригувати стратегії підготовки та прогнозувати майбутні результати виступів.

Створену діаграму діяльності модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань» наведено на рисунку 7.2.

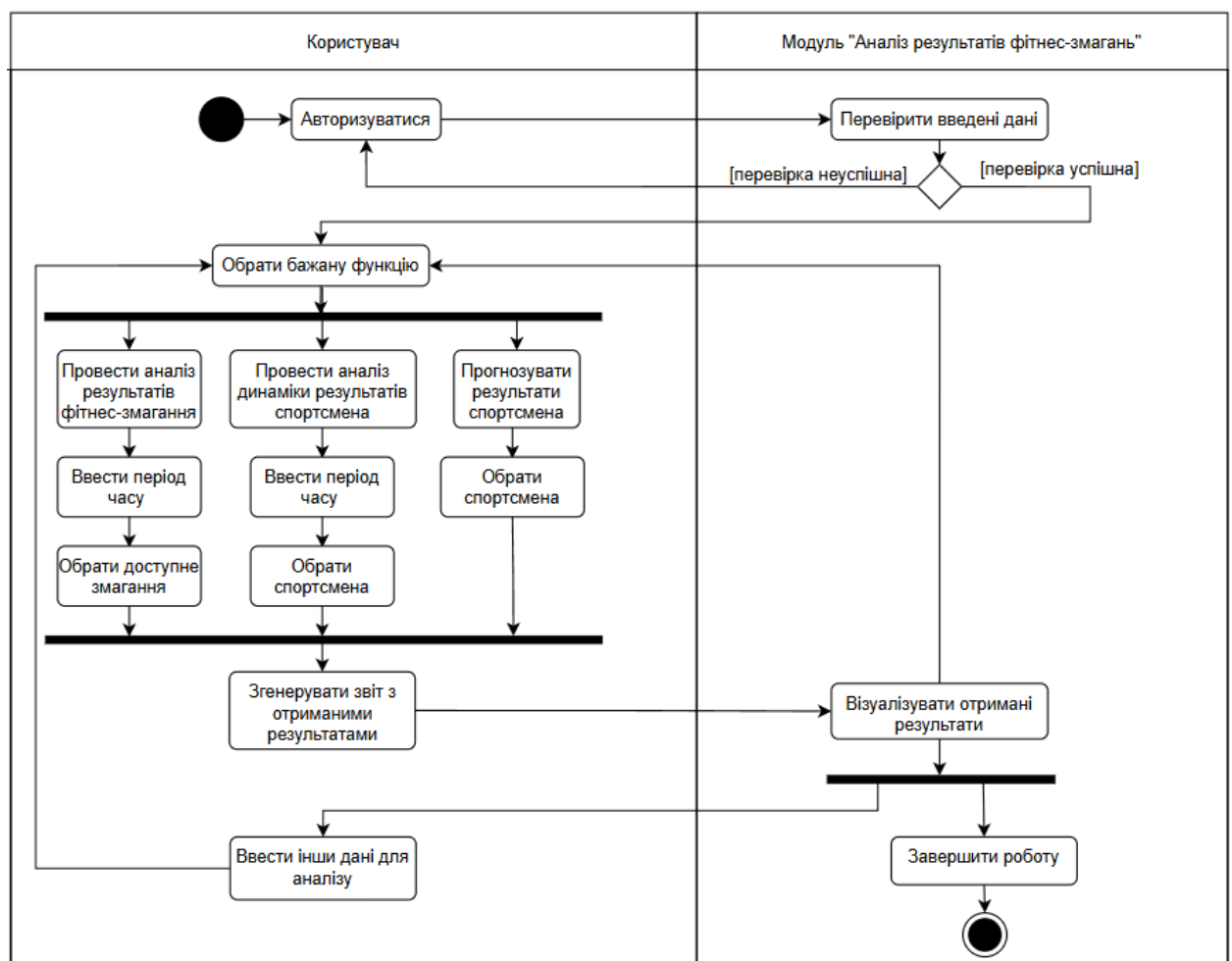


Рисунок 7.2 – Схема роботи елементів програмної складової модуля

Під час розробки модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань» важливо враховувати такі фактори, як масштабованість, продуктивність, зручність інтеграції з наявною ІС УФБФ, а також можливість виконання складних аналітичних запитів з мінімальною затримкою.

Structured query language (SQL) є мовою структурованих запитів, за допомогою якої відбувається доступ до БД. Серед ключових переваг SQL наявні швидке виконання запитів, підтримка транзакцій, збережених процедур, функцій та тригерів.

У якості СУБД для реалізації модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань» було обрано MySQL. Вона є стабільною, здатна обробляти великі обсяги даних і містить багато документації. Крім того, MySQL забезпечує належний рівень захисту інформації завдяки вбудованим механізмам контролю доступу та резервного копіювання.

Клієнтська частина модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань» реалізована за допомогою бібліотеки React.js, яка є однією з найпопулярніших платформ JavaScript для створення односторінкових інтерфейсів (SPA). React забезпечує високу швидкодію, підтримку повторного використання компонентів та зручну інтеграцію з іншими бібліотеками (наприклад, Axios для Hypertext Transfer Protocol (HTTP) запитів та Victory Charts для побудови графіків).

Серверна частина модуля використовує Node.js у зв'язці з фреймворком Express.js, які забезпечують швидку обробку запитів у реальному часі та зручну маршрутизацію Representational state transfer (REST) методів. Для валідації введених даних використано бібліотеку Joi, а для реалізації авторизації JSON Web Token (JWT). Така архітектура забезпечує масштабованість, надійність та розширюваність системи.

7.2 Розробка графічного інтерфейсу користувача

У процесі проєктування інтерфейсу користувача модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань» велику увагу приділено доступності через сучасні веббраузери. Оптимальним веббраузером є Google Chrome, адже найбільша частина користувачів використовує саме його, проте модуль також повністю сумісний з актуальними версіями Safari, Mozilla Firefox та Microsoft Edge, що гарантує стабільну роботу незалежно від обраного середовища.

Спочатку користувач має пройти автентифікацію ввівши свої облікові дані.

Після успішної автентифікації користувач бачить сторінку «Аналіз результатів фітнес-змагань» (рисунок 7.3). У верхній частині розміщене горизонтальне навігаційне меню з трьома вкладками. У правому куті панелі розміщено фото користувача, натиснувши на яке відкривається випадаюче меню з кнопкою виходу з системи.

Для початку аналізу результатів фітнес-змагань користувач має ввести дату початку та дату кінця періоду пошуку, за який аналізуються змагання, після чого обрати бажане змагання зі списку та натиснути кнопку «Проаналізувати». Як результат формуються графіки розподілу середніх оцінок для кожної категорії (для перемикання категорій користувач має скористуватися стрілками), графіки розподілу середнього віку для кожної категорії (для перемикання категорій користувач має скористуватися стрілками) та таблиця з розподілом учасників за регіонами України.

Користувач має змогу експортувати графіки та таблицю у форматі *.xlsx, а також користувач може згенерувати звіт з усіма графіками та таблицею у форматі *.pdf. Вигляд документів, що генеруються, представлені у додатку А (рисунки А.1–А.6).

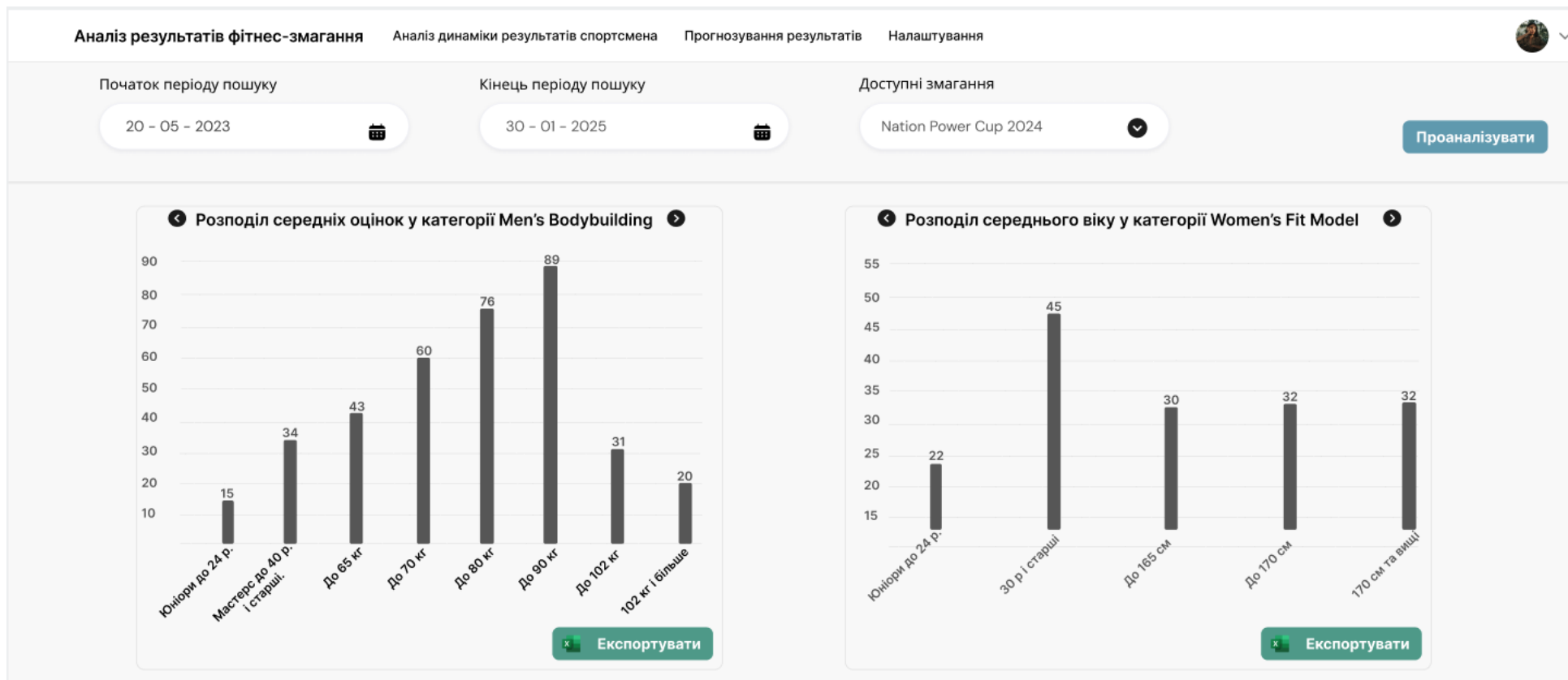


Рисунок 7.3 – Екранна форма сторінки «Аналіз результатів фітнес-змагань»

Розподіл учасників за регіонами України

Регіон	Men's Bodybuilding	Men's Classic Physique	Men's Physique	Women's Physique	Women's Figure	Women's Wellness	Women's Bikini	Women's Fit Model	Women's Fit Angel
Вінницька обл.	8	0	0	8	3	2	2	2	9
Волинська обл.	0	10	10	8	0	8	6	0	1
Дніпропетровська обл.	0	3	3	12	12	0	12	3	15
Донецька обл.	14	14	11	8	3	8	11	6	1
Житомирська обл.	5	26	16	10	10	5	5	10	2
Закарпатська обл.	0	5	0	3	3	7	3	0	10
Запорізька обл.	5	6	0	5	0	6	3	8	5

[Експортувати](#)

[Сформувати pdf звіт](#)

Рисунок 7.3, аркуш 2

Для початку аналізу динаміки результатів спортсмена користувач має перейти на відповідну сторінку, ввести дату початку та дату кінця періоду пошуку, за який аналізуються змагання, після чого обрати спортсмена зі списку та натиснути кнопку «Проаналізувати» (рисунок 7.4). Як результат формується таблиця з результатами кореляційного аналізу, де описано як кожен фактор впливає на кінцеву оцінку, графік розподілу оцінок спортсмена та таблиця зі значеннями всіх показників спортсмена за обраний період.

Користувач має змогу експортувати графік та таблиці у форматі *.xlsx, а також користувач може згенерувати звіт з усіма таблицями та графіком у форматі *.pdf. Вигляд документів, що генеруються, представлені у додатку А (рисунок А.7-А.10).

Для початку прогнозування результатів спортсмена користувач має перейти на відповідну сторінку, ввести у пошуку ім'я та прізвище бажаного спортсмена та натиснути кнопку «Розрахувати прогноз» (рисунок 7.5). Як результат формується таблиця з прогнозованими результатами виступу спортсмена, яка містить назву та дату змагання, прогнозовану оцінку, довічний інтервал (тобто інтервал, у якому з вірогідністю 95% буде міститися оцінка спортсмена) та прогнозоване місце.

Користувач має змогу експортувати таблицю у форматі *.xlsx, а також користувач може згенерувати звіт у форматі *.pdf. Вигляд документів, що генеруються, представлені у додатку А (рисунок А.11-А.12).

Для налаштування профілю користувач має перейти на відповідну сторінку на здійснити необхідні налаштування, після чого натиснути кнопку «Зберегти» (рисунок 7.6).



Початок періоду пошуку

01 - 06 - 2021



Початок періоду пошуку

30 - 05 - 2025



Доступні спортсмени

Інесса Сміт



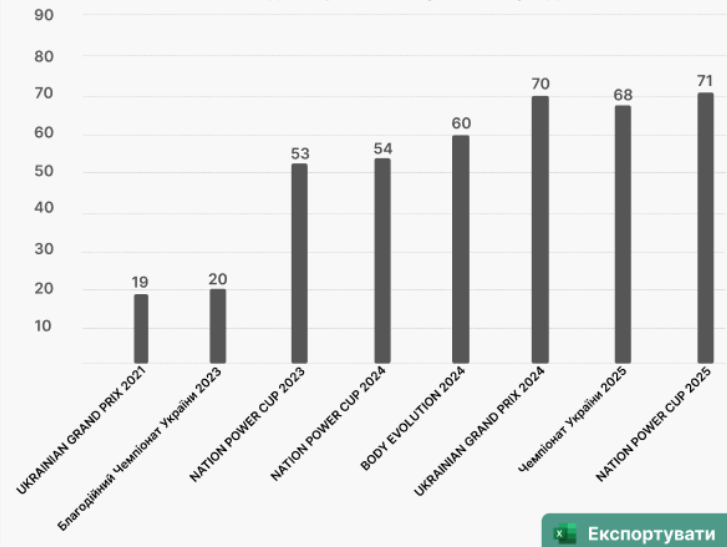
Проаналізувати

Результати кореляційного аналізу

Фактор	Коефіцієнт кореляції	Інтерпретація залежності
Вік	+0.45	Помірна позитивна залежність: з віком результати покращуються
Кількість змагань	+0.72	Сильна позитивна залежність: чим більше змагань, тим вища оцінка
Вага	-0.49	Помірна негативна залежність: чим менше вага, тим вища оцінка
Сезон	-0.10	Майже відсутній зв'язок, сезон не впливає на оцінку

Експортувати

Розподіл оцінок за обраний період



Експортувати

Рисунок 7.4 – Екранна форма сторінки «Аналіз динаміки результатів спортсмена»

Значення показників за обраний період

Фактор	UKRAINIAN GRAND PRIX 2021	Благодійний Чемпіонат України 2023	NATION POWER CUP 2023	NATION POWER CUP 2024	BODY EVOLUTION 2024	UKRAINIAN GRAND PRIX 2024	Чемпіонат України 2025	NATION POWER CUP 2025
Вік	20	22	22	20	20	20	20	20
Кількість змагань	0	1	2	3	4	5	6	7
Сезон	Осінній	Весняний	Літній	Весняний	Весняний	Осінній	Весняний	Весняний
Вага	60	58	58	57	57	57	56	56
Оцінка	19	20	53	54	60	70	68	71
Місце	20	19	15	14	13	8	6	5
Категорія	Women's Bikini	Women's Bikini	Women's Bikini	Women's Bikini	Women's Bikini	Women's Bikini	Women's Bikini	Women's Bikini


 **Експортувати**

Сформувати pdf звіт

Рисунок 7.4, аркуш 2


Аналіз результатів фітнес-змагання Аналіз динаміки результатів спортсмена **Прогнозування результатів** Налаштування

Пошук спортсмена

Інесса Сміт  **Розрахувати прогноз**

Прогнозовані результати спортсмена

Назва змагання	Дата проведення	Прогнозована оцінка	Довічний інтервал(95%)	Прогнозоване місце
Ukrainian Grand Prix 2025	30.09.2025	70	68 - 74	4
Fit Bikini Championship 2026	20.10.2025	71	70 - 77	4
Nation Power Cup 2026	15.03.2026	75	72-79	3
Чемпіонат України 2026	30.05.2026	79	74-80	2
Кубок Нації з Бодібілдингу	09.06.2026	80	78-84	2
Золота Пектораль	03.07.2026	81	79-85	1
Київ Open Cup 2027	03.09.2026	83	80-87	1


 **Експортувати**

Сформувати pdf звіт

Рисунок 7.5 – Екранна форма сторінки «Прогнозування результатів»

Аналіз результатів фітнес-змагання Аналіз динаміки результатів спортсмена Прогнозування результатів **Налаштування**

Вийти з системи

 Завантажити інше фото

Ім'я та Прізвище
Мар'я Варава

Ім'я Користувача
Мар'я Варава

Електронна пошта
maria.varava@ufbf.net

Пароль
.....

Місце збереження файлів
C:\Users\Maria\UFBF\Звіти

Зберегти зміни

Рисунок 7.6 – Екранна форма сторінки «Налаштування»

8 ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОДУЛЯ «АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ФІТНЕС-ЗМАГАНЬ»

Після формування функціональних вимог до модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань» було виявлено, що ІС УФБФ уже експлуатується, тому доцільно використати наявну серверну інфраструктуру та доповнити її робочою станцією головного секретаря.

Важливою складовою ІС є сервер, який уже введено в експлуатацію в межах діяльності УФБФ. Він забезпечує централізоване зберігання, обробку та розповсюдження даних для всіх функціональних модулів, зокрема модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань», що розроблюється.

Наявне серверне обладнання повністю задовольняє вимоги модуля «Аналіз результатів фітнес-змагань», тому додаткових заходів з модернізації серверного обладнання вживати не потрібно.

Робоча станція головного секретаря має:

- системний блок Lenovo ThinkStation P3 Tiny, який легко завантажує Excel-звіти без затримок та надає можливість зберігання великої кількості даних ;

- монітор ViewSonic VG2456-2K, 24" з роздільною здатністю 2560 × 1440;

- клавіатура Logitech K280e (UKR/ENG);

- бездротова миша Logitech M650 Silent, яка є зручною для використання;

- багатофункціональний принтер HP LaserJet MFP M234sdwe (сканер та принтер А4), має підтримку Wi-Fi Direct, тобто можна друкувати зі смартфона;

- маршрутизатор TP-Link Archer C6 та зовнішній Universal Serial Bus (USB) Wi-Fi-адаптер TP-Link Archer T3U для швидкого та бездротового підключення до мережі.

9 ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ ДАНИХ У МОДУЛІ «АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ФІТНЕС-ЗМАГАНЬ»

Надійний захист персональних та аналітичних даних спортсменів і суддів є критично важливим у модулі «Аналіз результатів фітнес-змагань». Забезпечення конфіденційності, цілісності та доступності даних дозволяє уникнути спотворення результатів, витoku чутливої інформації та несанкціонованого втручання у процес обробки та аналізу оцінок.

Для забезпечення безпеки даних у модулі пропонується реалізувати наступні заходи:

- багаторівнева аутентифікація користувачів;
- контроль доступу за ролями;
- шифрування даних під час збереження та передачі;
- щоденне автоматичне резервне копіювання;
- системне запису дій користувачів у журнал;
- регулярний аудит безпеки та оновлення компонентів системи.

Доступ до функцій модуля обмежується відповідно до ролей користувачів. Для входу передбачається автентифікація з використанням електронної пошти користувача та надійного пароля, що зменшує ризик стороннього доступу.

Передача аналітичних звітів через мережу відбувається із використанням Hypertext Transfer Protocol Secure (HTTPS). Зберігання згенерованих протоколів відбувається на сервері в зашифрованому вигляді. Щоденне резервне копіювання дозволить оперативно відновити інформацію у випадку необхідності.

Реєстрація всіх дій користувачів (вхід, зміна оцінок, формування звітів) дозволить відслідковувати будь-які підозрілі активності. Необхідне

періодичне проведення аудиту з ціллю перевірки наявних вразливостей та налаштувань прав доступу.

Описані заходи безпеки формують цілісну політику безпеки модуля, що охоплює як організаційні, так і технічні аспекти захисту. Завдяки їм модуль матиме можливість запобігати спробам несанкціонованого доступу, а також забезпечить захист даних спортсменів, суддів та аналітичних результатів.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи було розроблено модуль «Аналіз результатів фітнес-змагань», який розширює функціональність ІС УФБФ та призначений для аналітичної обробки результатів виступів учасників.

У ході роботи проведено огляд фітнес-змагань УФБФ, проаналізовано їхню організаційну структуру та існуючу модель аналізу результатів. Досліджено існуючі ІС у сфері спортивних змагань, виявлено їх недоліки та обґрунтовано доцільність створення аналітичного модуля, адаптованого до специфіки УФБФ.

Під час формулювання завдання розробки модуля було описано функціональні та нефункціональні вимоги до модулю. У межах реалізації інформаційного забезпечення спроектовано вітрину даних типу «сніжинка», описано процес її наповнення за допомогою ETL процесу. Досліджено та використано кореляційний аналіз для виявлення факторів, що найбільше впливають на підсумковий бал спортсмена. Застосовано модель SARIMA для прогнозування майбутніх результатів спортсменів. Наведено схему роботи модуля, реалізовано графічний інтерфейс користувача. Запропоновано заходи захисту даних від несанкціонованого доступу.

Впровадження модуля у діяльність УФБФ дозволить автоматизувати процес аналізу результатів змагань, а також сформулювати прогнози майбутніх результатів.

Результати дослідження методів аналізу результатів виступів спортсменів обговорено на 29 Міжнародному молодіжному форумі «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті» [11].

Зміст пояснювальної записки відповідає вимогам методичних вказівок [12]. Пояснювальну записку до кваліфікаційної роботи оформлено згідно вимог національного стандарту України [13-14].

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Українська федерація бодібільдингу та фітнесу.
URL: <https://www.ufbf.org.ua/> (дата звернення: 19.05.2025).
2. Muscware Software Solutions. URL: <https://muscware.com/>
(дата звернення: 21.05.2025).
3. EventConnect - Sports Tournament Management.
URL: <https://eventconnect.io/> (дата звернення: 21.05.2025).
4. Competition Corner. URL: <https://about.competitioncorner.net/> (дата звернення: 22.05.2024).
5. Birolini A. Reliability Engineering: Theory and Practice. Cham, 2018. 672 p.
6. Hathaway A., Hathaway T. Data Flow Diagrams – Simply Put!: Process Modeling Techniques for Requirements Elicitation and Workflow Analysis. Bloomington, 2016. 118 p.
7. Linstedt D., Olschimke M. Building a Scalable Data Warehouse with Data Vault 2.0. Boston, 2015. 684 p.
8. Field A. Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics. London, 2018. 1103 p.
9. Hyndman R. J., Athanasopoulos G. Forecasting: Principles and Practice. Melbourne, 2021. 432 p.
10. Fowler M. UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language. Boston, 2018. 208 p.
11. Варава М Дослідження методів аналізу результатів виступів спортсменів у змаганнях з бодібільдингу та фітнесу. 29-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у ХХІ столітті». Т. 6. – Харків: ХНУРЕ, 2025. С. 112-113.

12. 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.

13. ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. Чинний від 2017.07.01. Київ : УкрНДНЦ, 2016. 25 с.

14. ДСТУ 8302:2015 Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Чинний від 2016.07-.01. Київ : УкрНДНЦ, 2016. 16 с.