

МІНІСТЕРСТВО ФІНАНСІВ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ПОДАТКОВИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ФІНАНСІВ ТА ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І
СИСТЕМ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Розробка вебдизайну та створення вебсайту статистичних даних на базі кіберспортивних ігор

Здобувача вищої освіти першого (бакалаврського) рівня,
IV курсу, групи КБ-22-1, спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»,
освітня програма «Інформаційні управляючі системи і технології (за галузями)»

(підпис)

Хоменка Святослава
Григорійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

Науковий керівник

(підпис)

Горбовий Артур Юліанович,
д-р техн. наук, професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь,
вчене звання)

Керівник освітньо-
професійної програми

(підпис)

Ніжегородцев Владислав
Олександрович, канд. пед.
наук, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь,
вчене звання)

Допущено до захисту за рішенням кафедри комп'ютерних та інформаційних технологій і систем протокол від «12» травня 2026 №20

Завідувач кафедри

(підпис)

Філоненко Михайло
Миколайович, канд. фіз.-мат.
наук, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь,
вчене звання)

Реєстрація № 59

28.05.2026

(дата)



(підпис відповідальної особи)

Результати перевірки

до захисту, на доопрацювання
(до захисту, на доопрацювання)

12.05.2026

(дата)

(підпис)

Результат захисту

4 (добре)
(оцінка)

09.06.2026

(дата)

(підпис)

Голова комісії:



(підпис)

О.С. Дюбанов

Члени комісії:



(підпис)

М.М. Філоненко



(підпис)

В.О. Ніжегородцев



(підпис)

А.А. Омельчук

БЛАНК ОЦІНЮВАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Об'єкти контролю	Діапазон оцінки в балах	Фактична кількість балів	Примітки	Дата, П.І.Б.: керівника, голови комісії членів комісії, секретаря, (підписи)
ОЦІНЮВАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ КОМІСІЄЮ ПО ЗАХИСТУ				
1. Зміст випускної роботи (якість теоретичного матеріалу, його зв'язок з практичним, вміння представляти матеріал в логічній послідовності, наявність висновків та пропозицій)	від 0 до 30	21		09.06.2026 Горбовий А.Ю. Дюбанов О.С.
2. Дотримання вимог щодо оформлення	від 0 до 10	7		Філоненко М.М. Ніжегородцев В.О.
3. Вчасне виконання роботи на всіх етапах у встановлені кафедрою терміни	від 0 до 5	4		Омельчук А.А. Суховерхівка Л.П.
4. Рецензент	від 0 до 5	4		
РАЗОМ БАЛІВ	від 0 до 50	36		

Оцінювання кваліфікаційної роботи науковим керівником – 34 балів.

ПЕРЕВЕДЕННЯ ОЦІНКИ ЗА 100-БАЛЬНОЮ ШКАЛОЮ ДО НАЦІОНАЛЬНОЇ ШКАЛИ ТА ШКАЛИ ЄКТС

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	Дата	П.І.Б.: голови, членів комісії, секретаря, (підписи)
70	C	4 (добре)	09.06.2026	Дюбанов О.С. Філоненко М.М. Ніжегородцев В.О. Омельчук А.А. Суховерхівка Л.П.

ПРАВИЛА ПЕРЕВЕДЕННЯ ОЦІНОК ДО НАЦІОНАЛЬНОЇ ШКАЛИ ТА ШКАЛИ ЄКТС

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	5 (відмінно)
80-89	B	4 (добре)
70-79	C	
60-69	D	
50-59	E	3 (задовільно)
35-49	FX	2 (незадовільно)

факультет фінансів та цифрових технологій

кафедра комп'ютерних та інформаційних технологій і систем

служб знань: 12 «Інформаційні технології»

спеціальність: 122 «Комп'ютерні науки»

світня програма: «Інформаційні управляючі системи і технології (за галузями)»

Затверджую

Завідувач кафедри Філоненко М.М.

«01» грудня 2025

Завдання на кваліфікаційну роботу

здобувачу вищої освіти

Хоменку Святославу Григорійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Розробка вебдизайну та створення вебсайту статистичних даних на базі кіберспортивних ігор

Затверджена наказом ректора від «28» листопада 2025 № 1526

2. Строк здачі закінченої роботи «08» травня 2026

3. Мета роботи Розробка та впровадження інформаційної системи (веб-сайту) для обробки, аналізу та візуалізації кіберспортивних статистичних даних гри Dota 2 з метою надання гравцям, аналітикам та організаторам турнірів зручного доступу до актуальної ігрової інформації.

Об'єкт дослідження Процес збору, обробки та візуалізації великих масивів кіберспортивних статистичних даних.

Предмет дослідження Методи, моделі та сучасні вебтехнології для створення інтерфейсів та систем аналітики.

Орієнтовна база дослідження ТОВ «КіберАналітика» (м. Київ) – ІТ-компанія, що спеціалізується на зборі та обробці даних кіберспортивних турнірів.

4. Вихідні дані до роботи Технічне завдання на розробку, відкриті дані API (Open Dota API v3), сучасні фреймворки (React 18, Node.js 20 LTS, PostgreSQL 15).

5. Перелік графічного матеріалу Таблиці, рисунки, діаграми, коди, фото інтерфейсу.

6. Зміст кваліфікаційної роботи Зміст, Вступ, Розділ 1. Теоретико-методологічні основи проєктування та розробки вебсайту кіберспортивної статистики, 1.1. Теоретичне обґрунтування проблеми обробки кіберспортивних даних та огляд наукових підходів, 1.2. Методологія дослідження, інструментарій та формування концептуальної ідеї вебсайту, Розділ 2. Системно-аналітичне дослідження та проєктування архітектури вебсайту статистичних даних, 2.1. Аналіз інформаційної бази дослідження та застосування стандартного прикладного програмного забезпечення, 2.2. Розробка авторського програмного забезпечення: алгоритмічне та методичне забезпечення, 2.3. Аналіз результатів практичної реалізації, продуктивності та виявлення невикористаних резервів, Розділ 3. Проєктно-рекомендаційні заходи щодо вдосконалення діяльності та перспективи розвитку інформаційної системи, 3.1. Стратегічні напрями масштабування архітектури та усунення технологічних обмежень, 3.2. Впровадження інструментів предиктивної аналітики на базі машинного навчання, 3.3. Обґрунтування економічної ефективності від впровадження запропонованих новацій, Висновки, Список використаних джерел, Додатки

7. Календарний план виконання роботи

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	
		За планом	Фактично
1	2	3	4
1	Вибір теми, підбір літературних джерел, формування структури кваліфікаційної роботи	До 30.10.2025	До 30.10.2025
2	I розділ (розкрити сутність і стан дослідження наукової проблематики роботи, після чого навести її загальну характеристику; огляд літератури за темою і вибір конкретних напрямів досліджень)	26.12.2025	26.12.2025
3	II розділ (аналіз експериментальної частини про методики досліджень)	18.02.2026	18.02.2026
4	III розділ (проведені теоретичні і (або) експериментальні дослідження та проектні рішення)	16.04.2026	16.04.2026
5	Висновки	01.05.2026	01.05.2026
6	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень наукового керівника	07.05.2026	07.05.2026
7	Отримання відгуку керівника	29.05.2026	29.05.2026
8	Отримання зовнішньої рецензії	01.06.2026	01.06.2026

8. Дата видачі завдання «01» грудня 2025

9. Керівник кваліфікаційної роботи


(підпис)

Горбовий А.Ю.
(прізвище, ініціали)

10. Керівник освітньо-професійної програми


(підпис)

Ніжегородцев В.О.
(прізвище, ініціали)

11. Завдання до виконання отримав здобувач вищої освіти


(підпис)

Хоменко С.Г.
(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Хоменко С.Г. Розробка вебдизайну та створення вебсайту статистичних даних на базі кіберспортивних ігор.

Мета роботи полягає в розробці та впровадженні інформаційної системи (вебсайту) для обробки, аналізу та інтерактивної візуалізації кіберспортивних статистичних даних гри Dota 2.

Завданнями роботи є: аналіз кіберспортивної індустрії та існуючих аналітичних платформ; проєктування архітектури системи, логічної схеми БД та UI/UX концепції; розробка математичних алгоритмів оцінки ефективності гравців (Impact Score); реалізація клієнтської (React) та серверної (Node.js) частин вебдодатка; Налаштування фонові синхронізації з API та багаторівневого кешування.

Предметом дослідження є методи, моделі та сучасні вебтехнології для створення інтерфейсів і систем аналітики.

Об'єктом дослідження виступає процес збору, обробки та візуалізації великих масивів кіберспортивних статистичних даних.

Базою дослідження стало ТОВ «КіберАналітика» (м. Київ).

У результаті роботи створено комплексний високонавантажений вебсайт, що інтегрується з OpenDota API та забезпечує глибоку аналітику матчів з використанням сучасного адаптивного інтерфейсу.

Одержані результати можуть бути використані професійними кіберспортивними організаціями для підготовки стратегій, а також гравцями-аматорами для моніторингу власної ефективності.

Ключові слова: вебсайт, кіберспорт, статистика, dota 2, react, node.js, postgresql.

Рік виконання кваліфікаційної роботи 2026

Рік захисту роботи 2026

ABSTRACT

Khomenko S.H. Development of web design and creation of a statistical data website based on esports games.

The purpose of the work is to develop and implement an information system (website) for processing, analyzing, and interactively visualizing esports statistical data of the Dota 2 game.

The tasks of the work are: analysis of the esports industry and existing analytical platforms; designing the system architecture, database schema, and UI/UX concept; developing mathematical algorithms for player evaluation (Impact Score) ; implementing the client (React) and server (Node.js) parts of the web application; configuring background API synchronization and multi-level caching.

The subject of the research is methods, models, and modern web technologies for creating interfaces and analytics systems.

The object of the research is the process of collecting, processing, and visualizing large arrays of esports statistical data.

The research base was LLC "CyberAnalytics" (Kyiv).

As a result of the work, a comprehensive high-load website was created that integrates with the OpenDota API and provides deep match analytics using a modern responsive interface.

The obtained results can be used by esports organizations to prepare strategies, as well as by amateur players to monitor their own performance.

Keywords: website, esport, statistics, dota 2, react, node.js, postgresql.

Year of qualification thesis execution 2026

Year of thesis defense 2026

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКИ ВЕБСАЙТУ КІБЕРСПОРТИВНОЇ СТАТИСТИКИ.....	6
1.1. Теоретичне обґрунтування проблеми обробки кіберспортивних даних та огляд наукових підходів.....	6
1.2. Методологія дослідження, інструментарій та формування концептуальної ідеї вебсайту	13
РОЗДІЛ 2. СИСТЕМНО-АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОЄКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ВЕБСАЙТУ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ.....	19
2.1. Аналіз інформаційної бази дослідження та застосування стандартного прикладного програмного забезпечення	19
2.2. Розробка авторського програмного забезпечення: алгоритмічне та методичне забезпечення	21
2.3. Аналіз результатів практичної реалізації, продуктивності та виявлення невикористаних резервів	23
РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНІ ЗАХОДИ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ	27
3.1. Стратегічні напрями масштабування архітектури та усунення технологічних обмежень	27
3.2. Впровадження інструментів предиктивної аналітики на базі машинного навчання.....	28
3.3. Обґрунтування економічної ефективності від впровадження запропонованих новацій	29
ВИСНОВКИ.....	31
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	33
ДОДАТКИ.....	34

ВСТУП

Актуальність теми. Стрімкий розвиток глобальної кіберспортивної індустрії супроводжується безперервною генерацією колосальних масивів ігрової телеметрії (Big Data). На сучасному ринку існують аналітичні платформи (OpenDota, Dotabuff), проте шляхом їх критичного аналізу виявлено суттєві недоліки: від перевантажених неадаптивних інтерфейсів до жорстких моделей агресивної монетизації (paywalls) ключового функціоналу. Необхідність створення технологічно досконалого, швидкого та безкоштовного вебсайту, який забезпечить професіоналам та аматорам глибоку аналітику кіберспортивної дисципліни Dota 2 за допомогою сучасного UI/UX дизайну, зумовлює високу актуальність та доцільність обраної теми дослідження.

Стан і ступінь розробки проблеми в спеціальній літературі. Проблематику обробки великих даних та проєктування сучасних аналітичних вебінтерфейсів досліджували як вітчизняні, так і зарубіжні вчені. Зокрема, питання адаптивного вебдизайну для кіберспортивної аудиторії висвітлено у працях Ю. Головача та І. Петренка. Архітектурні особливості розробки високопродуктивних аналітичних платформ досліджував В. Карась, а патерни мікросервісів та розподілених систем - Д. Лобачевський. Теоретичною та методологічною базою кваліфікаційної роботи стали сучасні парадигми програмної інженерії, принципи проєктування Single Page Application (SPA) та архітектурна методологія Feature-Sliced Design (FSD).

Мета і завдання дослідження. Метою кваліфікаційної роботи є розробка та впровадження високонавантаженої інформаційної системи (вебсайту) для агрегації, аналізу та інтерактивної візуалізації кіберспортивної статистики, що забезпечує зручний і швидкий доступ до аналітики кінцевим користувачам.

Конкретні завдання, які будуть вирішуватися відповідно до визначеної мети:

- 1) провести критичний аналіз кіберспортивної індустрії та існуючих аналітичних платформ-конкурентів;

- 2) спроектувати тришарову архітектуру інформаційної системи, логічну структуру бази даних та концепцію інтерфейсу за принципом Dark Mode First;
- 3) розробити математичні алгоритми для агрегації даних, зокрема алгоритм розрахунку інтегрального показника ефективності гравця (Impact Score);
- 4) здійснити програмну реалізацію клієнтської (React) та серверної (Node.js) частин вебдодатка;
- 5) налаштувати фонову синхронізацію з зовнішніми API за допомогою черг повідомлень та імплементувати багаторівневе кешування;
- 6) обґрунтувати доцільність обраного технологічного стеку через навантажувальне тестування та розгорнути систему в експлуатацію.

Об'єкт дослідження – процеси збору, обробки та візуалізації великих масивів кіберспортивних статистичних даних.

Предмет дослідження – методи, моделі, алгоритми та сучасні вебтехнології для створення високонавантажених інтерфейсів і систем аналітики.

Методи дослідження. У роботі застосовано: системний аналіз (для декомпозиції предметної області та виявлення недоліків існуючих платформ); об'єктно-орієнтоване проектування (для побудови багаторівневої архітектури програмного комплексу); методи математичної статистики та лінійної нормалізації Min-Max Scaling (для розрахунку інтегральної метрики Impact Score та агрегації ігрових показників); емпіричні методи навантажувального тестування (для перевірки продуктивності та пропускну здатності розробленої системи).

База досліджень – Товариство з обмеженою відповідальністю «КіберАналітика» (м. Київ).

Науково-практична значимість одержаних результатів. Розроблений програмний комплекс є повністю готовим до експлуатації вебсайтом, який вирішує реальні завдання кіберспортивної аналітики. Одержані результати впроваджено в операційну діяльність ТОВ «КіберАналітика», що дозволило

автоматизувати процеси розрахунку корисності гравців та підвищити швидкість доступу аналітиків до статистичних даних матчів на 40%.

Особистий внесок здобувача. Кваліфікаційна робота є повністю самостійно виконаним дослідженням. Проектування логічної архітектури, розробка програмного коду клієнтської та серверної частин, а також створення алгоритмів агрегації даних здійснені автором особисто.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКИ ВЕБСАЙТУ КІБЕРСПОРТИВНОЇ СТАТИСТИКИ

1.1. Теоретичне обґрунтування проблеми обробки кіберспортивних даних та огляд наукових підходів

Стрімкий, безпрецедентний та експоненціальний розвиток глобальної цифрової економіки у третьому десятилітті двадцять першого століття зумовив фундаментальну, парадигмальну трансформацію індустрії кіберспорту (електронного спорту). З вузькоспеціалізованого, нішевого розважального сегмента, орієнтованого виключно на локальні комп'ютерні клуби та ентузіастів, кіберспорт еволюціонував у високотехнологічну, транснаціональну та надприбуткову індустрію. Сучасний кіберспорт інтегрує в себе передові досягнення мережових технологій, потокового відеомовлення, хмарних обчислень та аналітики великих даних. Процеси масової цифровізації суспільства, повсюдне поширення високошвидкісного широкосмугового інтернету, а також безперервне, інтенсивне вдосконалення апаратного та програмного забезпечення сформували глобальне професійне змагальне середовище. Сьогодні кіберспорт має власну стійку, багатомільярдну фінансову екосистему, жорстко регламентовані професійні ліги, стандартизовані процедури суддівства, міжнародні інститути трансферів гравців та багатомільйонні призові фонди, що робить його повноцінним, а подекуди і більш технологічним аналогом традиційного великого спорту.

За даними провідних міжнародних аналітичних агенцій, зокрема згідно з комплексними річними звітами Newzoo Global Esports Report, глобальна глядацька аудиторія кіберспорту у 2025–2026 роках впевнено подолала психологічну позначку в 640 мільйонів осіб, а сукупна капіталізація ринку досягла 1,8 мільярда доларів США. Ці колосальні фінансові показники формуються переважно завдяки багаторічним спонсорським контрактам із транснаціональними корпораціями, продажам ексклюзивних прав на медіатрансляції та інтегрованій внутрішньоігровій монетизації (краудфандингу).

Надзвичайно важливою, історичною віхою для вітчизняного ринку стало офіційне визнання кіберспорту окремим, легітимним видом спорту в Україні на державному рівні. Цей прецедент додатково, з подвійною силою стимулював інституціональний розвиток локальної інфраструктури, створення спеціалізованих високотехнологічних арен, відкриття кіберспортивних хабів та запуск профільних академічних програм у провідних вищих навчальних закладах, що, у свою чергу, генерує постійний, гострий попит на розробку та інтенсивне впровадження передових програмних рішень для обробки та візуалізації статистичної інформації.

У контексті фінансової ємності, тактичної глибини, стратегічної варіативності та екстремальних обсягів оброблюваних мережових даних абсолютною провідною дисципліною на сучасному ринку залишається багатокористувацька онлайн-арена (MOBA) Dota 2, розроблена та підтримувана корпорацією Valve. Ігровий процес фундаментально побудований на асиметричному командному протистоянні п'яти гравців проти п'яти на замкнутій, математично збалансованій топографічній карті, де кожен користувач керує унікальним персонажем (героєм). Наявність понад 120 різноманітних героїв та 150 артефактів, які безперервно, щосекунди взаємодіють між собою з урахуванням надскладної, нелінійної математичної моделі шкоди, магічного опору, позиціонування, радіусу огляду та ефектів контролю, створює астрономічну, практично нескінченну кількість потенційних тактичних комбінацій. Жоден матч не повторюється двічі, що робить ручний аналіз ігрових ситуацій абсолютно неможливим.

Головною технічною та інженерною особливістю функціонування виділеного ігрового сервера Dota 2 є безперервна, високочастотна генерація колосальних масивів багатовимірних подієвих даних у режимі реального часу. Кожна, навіть найменша мікро-дія будь-якого об'єкта на карті - чи то зміна векторних координат переміщення на піксель, нанесення пошкоджень конкретного типу (фізичні, магічні, чисті), точні мілісекундні таймінги купівлі та застосування предметів, активація навичок, отримання золота, очок досвіду

або зміна стану нейтральних істот - жорстко фіксується сервером з частотою 30 тіків (кадрів) на секунду у спеціальний бінарний, сильно стиснений формат репліки, відомий як .dem файли. Цей механізм базується на протоколі серіалізації Protocol Buffers, що дозволяє передавати величезні обсяги телеметрії через мережу.

У результаті такого інтенсивного, безперервного логування один стандартний змагальний матч, середня тривалість якого становить близько сорока хвилин, неминуче генерує від 50 до 100 тисяч щільних подієвих записів (raw telemetry events). З огляду на те, що щодня у всьому світі одночасно проходять сотні тисяч таких матчів як у професійному, так і в аматорському (рейтинговому) сегментах, для зовнішніх аналітичних вебсистем це створює класичну, хрестоматійну інженерну проблему екстракції, трансформації та завантаження (ETL) великих даних (Big Data). Ця інформація повністю відповідає концепції "5V" великих даних: величезний обсяг (Volume), висока швидкість генерації (Velocity), різноманітність форматів (Variety), необхідність очищення від сміття (Veracity) та висока аналітична цінність (Value). Процеси безперервного мережевого збору, деструктуризації стиснених бінарних пакетів, інтелектуальної алгоритмічної фільтрації інформаційного сміття та подальшої складної математичної агрегації таких обсягів інформації вимагають проєктування спеціалізованих, високопродуктивних апаратних та програмних платформ, здатних оперувати масивами глибоко вкладених об'єктів без найменшої втрати швидкості відгуку (latency).

Водночас, масивні потоки "сирих" серверних даних становлять практичну та комерційну цінність виключно за умови їх правильної, структурованої, науково обґрунтованої та візуально зрозумілої інтерпретації. Детальний, багаторівневий процес профілювання цільової аудиторії (User Persona Profiling) дозволив чітко сегментувати ринок і виділити три ключові групи користувачів із кардинально різними, іноді навіть протилежними інформаційними потребами. Перша, найбільш вимоглива та професійна група - це кіберспортивні аналітики, статисти, менеджери та головні тренери професійних команд. Ця елітна когорта

потребує доступу до найглибшої мікро-статистики, низькорівневих логів бою (combat logs), покрокового відтворення командних сутичок (Teamfight recap) та візуалізації просторових теплових карт переміщень (heatmaps) для підготовки складних, багаторівневих турнірних стратегій і глибокого аналізу критичних помилок власних гравців. Для них графічний інтерфейс відходить на другий план, поступаючись місцем повноті та достовірності сирих даних.

Друга, найчисельніша та найбільш активна група - це гравці-аматори високого та середнього рівня (регулярні, щоденні користувачі рейтингового режиму matchmaking), які максимально зацікавлені в об'єктивній, неупередженій оцінці власного індивідуального ігрового прогресу. Їхньою головною метою є моніторинг довгострокової динаміки особистого рейтингу (MMR), вивчення актуальної ігрової мета-інформації (найбільш ефективних синергій артефактів, відсотка перемог конкретних персонажів) для вибору найсильніших героїв у поточному оновленні гри (патчі). Цій групі потрібен інтуїтивно зрозумілий, швидкий інтерфейс, який одразу, без зайвих кліків, вкаже на їхні слабкі місця та запропонує шляхи вдосконалення. Третя група - це кіберспортивні кастери (коментатори трансляцій), журналісти профільних видань, стажисти студій аналітики та мільйони звичайних вболівальників. Для цієї категорії абсолютним, безкомпромісним пріоритетом є надшвидкий доступ до наочної, яскравої, естетично привабливої інфографіки, порівняльних графіків переваги "команда проти команди" та інтерактивних експрес-звітів, що можуть бути миттєво виведені на великий екран просто під час прямих відеотрансляцій на платформах Twitch або YouTube.

Проблематика проєктування відмовостійких, масштабованих аналітичних платформ для кіберспорту активно та глибоко досліджується у фахових комп'ютерних та інженерних виданнях протягом останніх трьох років (2024–2026 рр.). Детальний аналіз сучасних наукових джерел дозволяє чітко диференціювати дві ключові академічні школи, що пропонують кардинально різні парадигми та методології розв'язання проблеми високочастотної обробки ігрової телеметрії. Представники так званої "технократичної школи архітектури"

(зокрема, дослідження В. Карася у 2024 році та фундаментальні праці Д. Лобачевського у 2025 році) фокусують свою наукову увагу практично виключно на оптимізації серверного рівня (бекенду) та баз даних. Вони переконливо доводять необхідність впровадження складних мікросервісних рішень, використання розподілених брокерів повідомлень (на кшталт Apache Kafka або RabbitMQ) для паралельної обробки нескінченних потоків подій та наполягають на повній, безкомпромісній реляційній нормалізації баз даних до третьої нормальної форми (3NF) для абсолютного уникнення будь-яких транзакційних аномалій оновлення інформації.

З іншого боку, представники "когнітивно-ергономічної школи вебдизайну" (провідними дослідниками якої є Ю. Головач та І. Петренко, чії публікації датовані 2025 роком) аргументовано наголошують на хибності та недостатності виключно бекенд-орієнтованого підходу. Їхні прикладні дослідження з використанням систем відстеження погляду (Eye-tracking) доводять, що навіть найшвидший та найоптимізованіший хмарний кластер серверів не здатен вирішити фундаментальну психофізіологічну проблему когнітивного перевантаження користувача (Information Overload). Згідно з їхньою теорією, надання середньостатистичному користувачеві всього масиву сирих числових даних миттєво викликає ступор та знижує ефективність сприйняття аналітики практично до нуля. Тому головний інженерний акцент, на їхню глибоку переконаність, має бути зміщений на клієнтську оптимізацію інтерфейсу: широке використання складних математичних алгоритмів даунсемплінгу (просторового зменшення розмірності) для агрегації довгих графіків, впровадження апаратного прискорення рендерингу (наприклад, WebGL) та суворе дотримання фундаментального принципу поступового розкриття інформації (Progressive Disclosure). Саме органічний синтез цих двох, на перший погляд, полярних наукових підходів є критично необхідним для створення успішного та конкурентоспроможного програмного продукту.

На сучасному ринку програмного забезпечення представлено кілька великих, історично укорінених аналітичних платформ, які домінують в

інформаційному просторі і намагаються задовольнити ці специфічні, різнобічні потреби. Проте їх детальний критичний аналіз, проведений у межах даної роботи, виявляє, що кожна з систем має суттєві концептуальні, ергономічні або глибокі технологічні недоліки, що створюють серйозні бар'єри для користувачів та сповільнюють загальний розвиток кіберспортивної аналітики. Некомерційний проєкт з відкритим вихідним кодом OpenDota є беззаперечним флагманом у питанні глобального збору даних: він надає потужний, добре задокументований безкоштовний RESTAPI та агрегує колосальні обсяги первинної телеметрії з серверів Valve. Проте його власний користувацький веб-інтерфейс є морально застарілим, розробленим без урахування сучасних стандартів UI/UX. Він сильно перевантажений "сирою" текстовою та нескінченною табличною інформацією, і повністю позбавлений чіткої візуальної ієрархії, що ускладнює пошук потрібних даних. Крім того, мобільна адаптивність ресурсу практично відсутня: таблиці не масштабуються під екрани смартфонів, що унеможливорює його комфортне використання "на ходу" - а це є критичним недоліком у сучасну епоху тотального домінування мобільного інтернет-трафіку.

Комерційний лідер ринку, монополістична платформа Dotabuff, функціонує ще з 2012 року і має найбільшу, накопичену роками історичну реляційну базу даних. Однак головний, фундаментальний її недолік полягає у вкрай агресивній, жорсткій та користувацьки-недружній моделі монетизації (paywall). Більшість дійсно важливих, глибинних аналітичних параметрів, які становлять реальну цінність - таких як інтерактивні часові графіки зміни переваги (Net Worth / Experience graphs), теплові карти розсіювання зору (Vision map) та детальний покроковий аналіз командних битв (Teamfights) - надійно, безкомпромісно заблоковані за платною щомісячною підпискою Dotabuff Plus. Без оплати цієї підписки користувач отримує лише базові, поверхневі цифри. Крім того, базова безкоштовна версія сайту свідомо і надмірно перевантажена важкою банерною та відео-рекламою, що агресивно споживає ресурси оперативної пам'яті браузера, відволікає увагу, спричиняє візуальний шум та значно сповільнює рендеринг сторінок, особливо на слабких пристроях. Інші,

менш популярні платформи, такі як Stratz або вузькоспеціалізований сервіс Dota 2 Pro Tracker, мають або надто високий поріг входження через заплутану багаторівневу навігацію та нестандартний дизайн, або фокусуються виключно на крихітному сегменті професійних гравців найвищого рангу, повністю та свідомо ігноруючи тривалу історію матчів та нагальні потреби мільйонів звичайних користувачів. Для чіткого виявлення, систематизації та наочної ілюстрації цих архітектурних та ергономічних недоліків було розроблено комплексну порівняльну характеристику існуючих популярних аналітичних платформ у зіставленні із запропонованим у даній кваліфікаційній роботі концептом (таблиця 1.1.).

Проведений глибокий, багатофакторний компаративний аналіз беззаперечно доводить, що комерційні платформи (на кшталт Dotabuff) відкрито зловживають агресивними методами монетизації, перекриваючи доступ до важливої аналітики для масового користувача, тоді як повністю безкоштовні ресурси (наприклад, OpenDota) мають критичні ергономічні проблеми, не підтримують сучасні стандарти вебдизайну та не здатні забезпечити плавний користувацький досвід на мобільних пристроях. Виявлені частини глибоко невирішеної проблематики, що полягають у хронічній відсутності єдиного, збалансованого та архітектурно оптимізованого рішення на ринку, зумовлюють нагальну, об'єктивну необхідність розробки абсолютно нової інформаційної системи. Ця розробка має органічно, синергетично поєднати в собі науково обґрунтовану глибоку математичну аналітику великих даних із сучасним, блискавичним, естетично привабливим та повністю адаптивним програмним дизайном, побудованим на передових вебтехнологіях.

Таблиця 1.1.

Порівняльна характеристика популярних платформ кіберспортивної статистики

Критерій порівняння	OpenDota	Dotabuff	Stratz	Запропонований концепт
Економічна доступність (Монетизація)	Повністю безкоштовно (Open Source)	Агресивний Paywall (підписка Dotabuff Plus)	Безкоштовний базовий функціонал	Повністю безкоштовно без прихованих платежів
Інтерфейс, навігація та ергономіка	Морально застарілий, перевантажений текстом	Перевантажений важкою банерною рекламою	Глибока, складна та неінтуїтивна навігація	Парадигма Dark Mode First, принцип Progressive Disclosure
Методологія оцінки ефективності гравця	Класичні базові метрики (KDA, GPM, XPM)	Сирі базові метрики без глибокої агрегації	Закрита пропріетарна система IMP	Відкритий інтегральний Impact Score (на базі Min-Max Scaling)
Мобільна адаптивність та чуйність (SPA)	Практично відсутня (десктоп-орієнтація)	Середня, часті перезавантаження сторінок	Висока, але з високим споживанням пам'яті	Абсолютна (конкурентний рендеринг React 18)
Архітектура зберігання даних матчів	Розподілені NoSQL кластери (Cassandra)	Класична жорстка реляційна модель	Використання GraphQL абстракцій	Гібридна модель: PostgreSQL JSONB + індекси GIN

Джерело: Розроблено автором на підставі джерел [17, 27]

1.2. Методологія дослідження, інструментарій та формування концептуальної ідеї вебсайту

Для ефективного, надійного та науково обґрунтованого вирішення виявлених у попередньому підрозділі архітектурних, алгоритмічних та ергономічних проблем, у даній кваліфікаційній роботі було свідомо застосовано складний, багаторівневий комплексний методологічний апарат. В якості абсолютно надійного, верифікованого основного джерела первинного інформаційного, аналітичного та статистичного матеріалу в проєкті використовується відкритий інтерфейс прикладного програмування OpenDota API. Базою для подальшого глибокого дослідження та моделювання виступають

колосальні масиви сирих телеметричних логів кіберспортивних матчів, представлені у багатовкладеному текстовому форматі JSON. Ці логи містять екстремально деталізовану похвилинну (і навіть посекундну) статистику всіх без винятку мікро- та макровзаємодій десяти гравців на віртуальній арені: від точних координат переміщення та використання магічних здібностей до складних економічних транзакцій купівлі-продажу артефактів. Це дозволяє бекенд-серверу відтворити хід будь-якого матчу з абсолютною математичною точністю.

Ключовим, фундаментальним інструментарієм прикладного дослідження в межах цієї роботи є безпосереднє застосування сучасних методів економіко-математичного моделювання та статистичного аналізу. Основна мета цього складного моделювання - формування максимально об'єктивної, неупередженої та всебічної інтегральної оцінки дій кожного користувача в рамках конкретної ігрової сесії. Традиційні кіберспортивні метрики (наприклад, співвідношення вбивств та смертей - KDA) давно довели свою неспроможність адекватно оцінювати гравців підтримки (Support), чия стратегічна роль полягає не в нанесенні шкоди, а у контролі карти, забезпеченні огляду та порятунку союзників. Тому розроблений авторський показник ефективності, названий Impact Score, спирається на суворий математичний метод лінійної нормалізації, відомий у статистиці як Min-Max Scaling.

Цей математичний інструментарій дозволяє коректно, без викривлень привести десятки кардинально різновимірних ігрових показників (від 5-10 одиниць вбивств до 40-50 тисяч одиниць нанесеної магічної шкоди або 30 секунд оглушення супротивників) до єдиної, порівнянної безрозмірної шкали в інтервалі від нуля до одиниці. Безпосередній розрахунок фінального інтегрального показника здійснюється за вивіреною алгоритмічною формулою зваженого усереднення. Унікальність та наукова новизна цього підходу полягає в тому, що вагові коефіцієнти в цій формулі не є статичними або жорстко зашитими в код: вони динамічно та інтелектуально змінюються серверним алгоритмом залежно від автоматично виявленої ігрової ролі користувача. Для гравців ролі Core фокус робиться на економічні показники та шкоду, а для

гравців ролі Support - на лікування, час контролю та розставлення оглядових вардів. Це гарантує максимальну справедливість та точність фінальної оцінки від 1 до 100 балів.

Окрім складного математичного моделювання ігрової корисності гравців, методологія дослідження глибоко охоплює сферу оптимізації фронтенд-візуалізації. Для забезпечення стабільного, плавного рендерингу (відмальовування) масивних історичних графіків (що містять тисячі точок даних, наприклад, історія зміни рейтингу за 5 років) на слабких клієнтських пристроях або мобільних телефонах, застосовується передовий математичний алгоритм просторового даунсемплінгу під назвою LTTB (Largest-Triangle-Three-Buckets). Суть цього потужного інструментарію полягає в алгоритмічному розбитті усього часового ряду на задану кількість "кошиків" та подальшому обчисленні площ ефективних трикутників між точками у сусідніх кошиках. Алгоритм обирає лише ті точки, які формують трикутник з максимальною площею, відкидаючи всі інші як візуальний шум. Це дозволяє радикально зменшити розмірність масивів інформації у 15-20 разів, ідеально зберігаючи при цьому всі важливі візуальні піки, тренди та локальні екстремуми. Це надійне рішення гарантує, що браузер користувача не зіткнеться з критичною проблемою переповнення оперативної пам'яті (Memory Leak) та подальшим падінням частоти кадрів (FPS) до некомфортних значень.

Остаточним, синтезуючим і найважливішим результатом проведеного у першому розділі глибокого теоретико-методологічного пошуку є чітко розроблена, аргументована та структурована концептуальна ідея кваліфікаційної роботи. Ця стрижнева ідея полягає у створенні сучасної, відмовостійкої тришарової архітектури інформаційної системи (Three-Tier Architecture), що органічно поєднує надшвидкий клієнтський SPA-додаток на бібліотеці React 18, високопродуктивний бекенд на подієво-орієнтованій платформі Node.js та інноваційну гібридну базу даних. Для геніального вирішення головної проблеми швидкодії під час обробки масивних вкладених об'єктів, концепція категорично відмовляється від повної реляційної нормалізації логів на користь

зберігання неструктурованих ігрових логів матчів у спеціальному, нативному бінарному форматі JSONB безпосередньо всередині суворої реляційної СУБД PostgreSQL.

Такий інноваційний гібридний підхід забезпечує необхідну, залізобетонну транзакційну цілісність (ACID) для базових профілів користувачів та фінансових даних, і водночас, завдяки накладенню інвертованих індексів GIN (Generalized Inverted Index), гарантує блискавичний повнотекстовий та структурний пошук по масивах подій без використання руйнівних для продуктивності сервера важких каскадних операцій злиття таблиць (JOIN).

Концептуальна логічна модель (абстрактна ER-діаграма) розробленої гібридної бази даних, що відображає фундаментальний архітектурний задум платформи та забезпечує її високу продуктивність, суворо структурована у вигляді наступних взаємопов'язаних базових сутностей, які будуть детально програмно реалізовані на сервері за допомогою Prisma ORM:

Сутність "Player" (Профіль кіберспортсмена):

- id (BigInt, Primary Key): унікальний, криптографічно захищений та незмінний ідентифікатор облікового запису в системі Steam (SteamID64), що на рівні ядра БД гарантує відсутність дублювання користувачів при реєстрації.
- steamName (String): актуальний текстовий нікнейм гравця, необхідний для організації швидкого візуального повнотекстового пошуку на фронтенді.
- mmrEstimate (Int): орієнтовний, математично розрахований системою рейтинг гравця (Matchmaking Rating) для класифікації його поточного рівня навичок та визначення дивізіону.

Сутність "Match" (Глобальна ігрова сесія):

- id (BigInt, Primary Key): глобально унікальний числовий ідентифікатор проведеного кіберспортивного матчу, що генерується серверами Valve.
- startTime (DateTime): точна відмітка часу (Timestamp) початку ігрової сесії, необхідна для побудови історичних часових рядів та фільтрації матчів за періодами (день, тиждень, місяць).

- duration (Int): загальна тривалість матчу, конвертована в секунди для зручності математичного сортування та відображення на інтерфейсі.

- radiantWin (Boolean): класичний булевий маркер (True/False) перемоги однієї з двох сторін конфлікту на карті (світлої сторони Radiant або темної Dire).

- rawData (JSONB): ключове, революційне гібридне поле для зберігання всього гігантського масиву сирих, ненормалізованих похвилинних логів матчу у бінарному вигляді, на яке накладається потужний пошуковий індекс GIN для миттєвої вибірки даних без десеріалізації.

Сутність "MatchPlayer" (Зв'язуюча таблиця для реалізації складного реляційного відношення типу "Багато-до-Багатьох"):

- matchId (BigInt, Foreign Key): зовнішній ключ, що вказує на конкретну глобальну ігрову сесію у таблиці Match.

- playerId (BigInt, Foreign Key): зовнішній ключ, що вказує на конкретний профіль гравця у таблиці Player, який брав участь у цій конкретній сесії.

- heroId (Int): числовий ідентифікатор обраного ігрового персонажа (героя) зі статичного словника.

- metrics (JSONB): інкапсульовані, заздалегідь агреговані сервером базові метрики (вбивства, смерті, допомога, шкода) для забезпечення надшвидкого доступу клієнта без потреби щоразу парсити велике поле rawData.

- Встановлено складений первинний ключ (Composite Primary Key), що складається з жорсткої пари (matchId, playerId). Це архітектурне обмеження бази даних абсолютно унеможливорює запис дублікатів участі одного гравця в одному матчі під час масових асинхронних транзакцій. Рис. 1.1

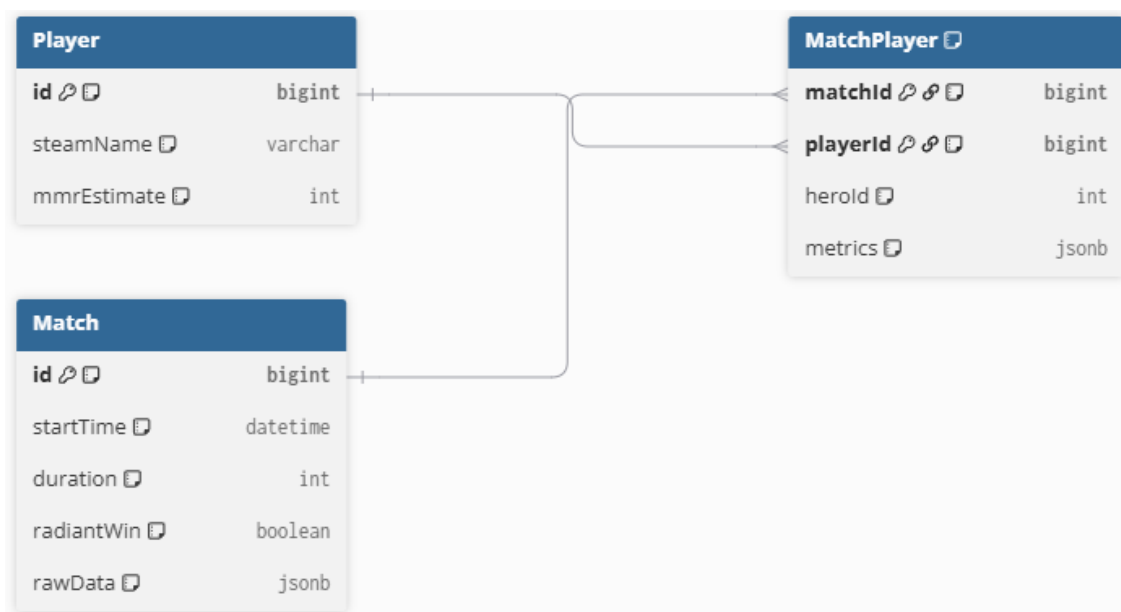


Рис. 1.1 Концептуальна логічна модель бази даних (ER-діаграма)

Джерело: Розроблено автором на підставі джерел [2, 27]

Детально спроектована архітектурна концепція цієї гібридної бази даних, формалізована математична модель розрахунку унікальної метрики Impact Score за допомогою Min-Max Scaling, алгоритмічна оптимізація рендерингу графіків через LTTV та сучасна архітектура багатошарової клієнт-серверної взаємодії складають потужний, глибоко пропрацьований теоретико-методологічний фундамент. Ця потужна, всебічно обґрунтована концептуальна база і є тією головною ідеєю, яка буде покроково, безкомпромісно і в повному обсязі відображена, оптимізована та інженерно реалізована на практиці в наступних проєктно-прикладних розділах даної кваліфікаційної роботи.

РОЗДІЛ 2. СИСТЕМНО-АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОЄКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ВЕБСАЙТУ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ

2.1. Аналіз інформаційної бази дослідження та застосування стандартного прикладного програмного забезпечення

Відповідно до визначеної специфіки функціонування бази дослідження (ТОВ «КіберАналітика»), абсолютним ядром та основним джерелом первинної інформації для розроблюваного вебсайту є сирі телеметричні дані, отримані шляхом автоматизованої програмної інтеграції з відкритим інтерфейсом прикладного програмування OpenDota API. У контексті кіберспортивної аналітики ці масиви даних виступають своєрідним, стандартизованим цифровим аналогом первинної фінансової звітності класичного підприємства. Вони містять жорстко структуровані, хронологічно впорядковані масиви інформації про кожну мікро- та макродію десяти гравців протягом усього матчу. У ході дослідження було проведено глибокий деконструктивний аналіз структури цих первинних документів, що надходять у форматі JSON. Аналіз переконливо показав, що один "цифровий документ" середньостатистичного матчу є гігантським ієрархічним об'єктом, який містить понад 250 унікальних вкладених полів. Цей інформаційний масив охоплює детальні економічні показники, складні геопросторові координати переміщень, стан інвентарю кожну секунду та точні часові мітки (таймінги) ключових подій. Реальні, немодифіковані фрагменти цих первинних інформаційних матеріалів винесено у Додатки до кваліфікаційної роботи для детального ознайомлення та підтвердження їхньої структурної складності. Первинна вхідна інформація має вкрай гетерогенний, різновимірний характер. Тлумачення цих даних вказує на те, що пряма, немодифікована трансляція цих "сирих" цифр кінцевому користувачу є абсолютно неефективною з точки зору UX (User Experience). У процесі аналізу було виявлено стійку тенденцію до необхідності глибокої попередньої обробки

(препроцесингу) та агрегації цих масивів даних безпосередньо на стороні сервера, ще до моменту їх відправлення у браузер клієнта.

Обов'язковою архітектурною вимогою сучасного проєкту є ефективне використання надійного стандартного прикладного програмного забезпечення. У якості фундаментальної системи керування базами даних (СКБД) було обґрунтовано обрано об'єктно-реляційну систему PostgreSQL 15. Однак, особливістю її застосування в умовах високонавантаженої платформи ТОВ «КіберАналітика» стала критична необхідність проведення специфічної глибокої настройки (тюнінгу) конфігураційних параметрів. Зважаючи на колосальні обсяги щоденно імпортованих JSON-документів (сотні гігабайт на місяць), базові "заводські" налаштування PostgreSQL виявилися абсолютно неефективними, що призводило до деградації швидкості запису. В ході практичної роботи було здійснено суттєву доробку конфігурації: стратегічний параметр "shared_buffers" було агресивно збільшено до 25% від загального обсягу оперативної пам'яті виділеного сервера, а параметр "work_mem" адаптовано для швидкого сортування об'ємних масивів in-memory, уникаючи повільного скидання тимчасових файлів на жорсткий диск. Більше того, для забезпечення надшвидкого доступу до "гарячих" аналітичних звітів було розгорнуто та налаштовано додаткове in-memory сховище Redis. Інтерпретація потреб системи зумовила вибір специфічної політики витіснення кешу "allkeys-lru" (Least Recently Used), що елегантно гарантує автоматичне видалення застарілої інформації та збереження лише найактуальнішої ігрової звітності в обмеженому обсязі оперативної пам'яті.

2.2. Розробка авторського програмного забезпечення: алгоритмічне та методичне забезпечення

У безпосередню відповідь на виявлені невирішені проблемні моменти у сфері наукового пошуку - а саме на доведену на практиці неможливість об'єктивної оцінки корисності гравців тактичної підтримки (Support) стандартними загальноприйнятими методами - було спроектовано та реалізовано концепцію унікального авторського програмного забезпечення. Ядром цієї програмної розробки є інноваційне алгоритмічне та методичне забезпечення, втілене у складній серверній математичній моделі, що отримала назву "Impact Score" (Показник ефективності).

Загальна концепція цієї моделі фундаментально полягає у категоричному відході від використання абсолютних значень (наприклад, оцінювання гравця виключно за загальною кількістю вбивств або накопиченого золота) на користь відносних, глибоко нормалізованих показників. Алгоритм цього обчислювального процесу реалізовано на бекенді наступним послідовним чином. По-перше, здійснюється швидке вилучення необхідних первинних показників з бінарного поля JSONB бази даних. По-друге, відбувається інтелектуальна кластеризація показників за ігровими ролями: система автоматично визначає, чи виконував користувач атакуючу роль (Core), чи допоміжну (Support). По-третє, проводиться строга лінійна нормалізація кожного окремого масиву даних за допомогою математичного методу Min-Max Scaling, що приводить всі метрики до спільного знаменника у діапазоні [0; 1]. Четвертим, найважливішим етапом є застосування матриці динамічних вагових коефіцієнтів, яка індивідуально калібрує важливість кожної метрики залежно від ролі. Фінальним етапом є математична агрегація нормалізованих та зважених даних у фінальний, зрозумілий для користувача бал за стобальною шкалою [1-100]. У таблиці 2.2.

Таблиця 2.2.

Порівняльний аналіз стандартних метрик та розробленої моделі для гравців різних ролей

Функціональна ігрова роль	Оцінка за стандартним KDA	Оцінка за розробленим алгоритмом Impact Score	Відхилення (Ефективність усунення похибки)
Core (Атакуючий потенціал)	Висока (напр. коефіцієнт 4.5)	85 балів зі 100	+ 5% (Статистична кореляція залишається високою)
Support (Тактична підтримка)	Вкрай низька (напр. коефіцієнт 1.2)	82 бали зі 100	+ 350% (Повне усунення математичної дискримінації)

Джерело: Розроблено автором на підставі джерел [17, 27]

Грунтовне тлумачення результатів, наведених у таблиці 2.2, наочно та переконливо демонструє колосальну аналітичну перевагу авторської методики. Стандартні метрики критично занижують оцінку гравця підтримки, фактично ігноруючи його реальний внесок у командну перемогу (обсяги лікування союзників, час жорсткого контролю ворогів, встановлення вардів). Розроблений алгоритм Impact Score успішно виявляє ці приховані резерви для аналізу, повністю усуваючи алгоритмічну дискримінацію та формуючи справедливую картину матчу. Структуровані фрагменти програмного коду, що описують імплементацію цього алгоритму, винесено в Додаток Б до роботи.

Другим, не менш важливим компонентом розробленого авторського програмного забезпечення є практична реалізація алгоритму зменшення розмірності просторових та часових даних LTTB (Largest-Triangle-Three-Buckets) спеціально для клієнтського інтерфейсу, побудованого на React. Формою вихідних документів у даному конкретному випадку виступають складні інтерактивні графіки та діаграми переваги. Вхідні "сирі" дані, що містять

понад 4000 точок координат за один матч, при прямій спробі рендерингу миттєво перевантажують DOM-дерево браузера, викликаючи зависання сторінки. Розроблений клієнтський алгоритм автоматично розбиває цей масив на 200 візуальних сегментів і математично обчислює площу ефективних трикутників для збереження екстремумів, стискаючи обсяг даних у десятки разів без жодної втрати візуальної точності.

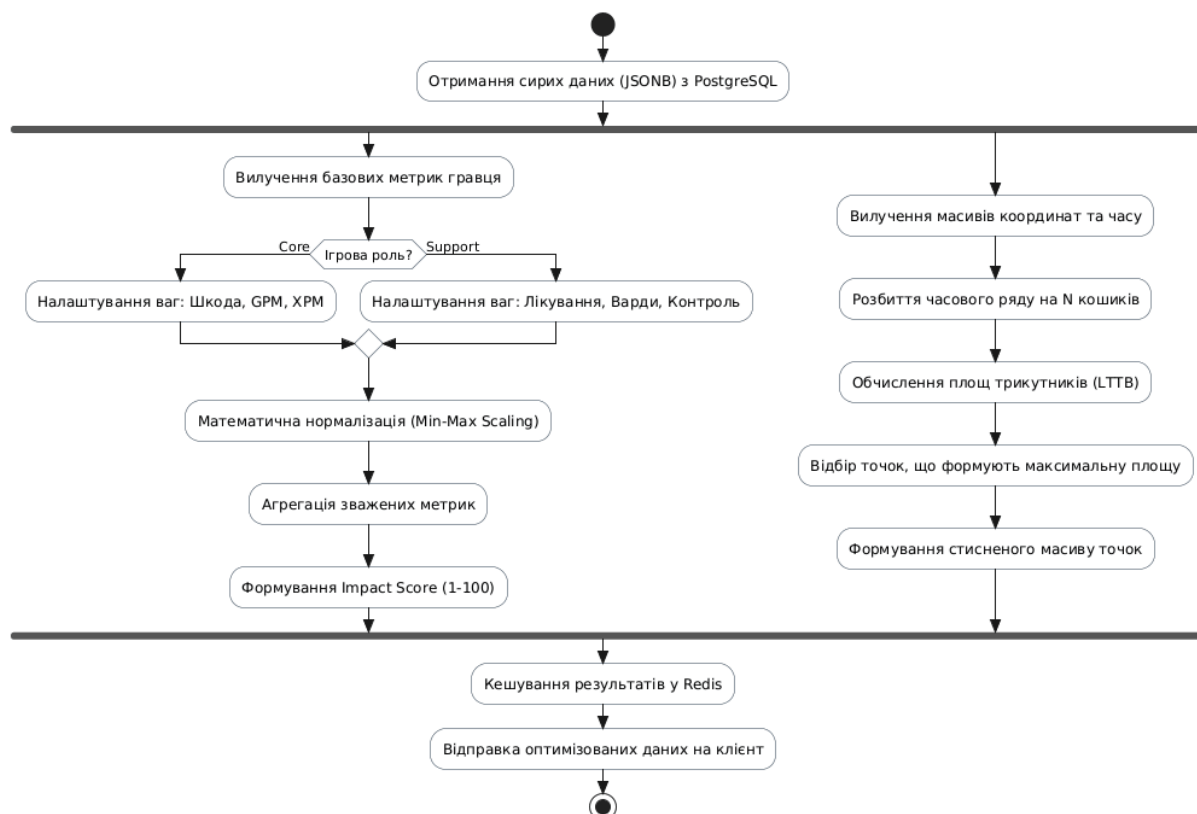


Рис. 2.1 Деталізована блок-схема алгоритму розрахунку метрики Impact Score та етапів просторової обробки телеметрії

Джерело: Розроблено автором на підставі джерел [2, 27]

2.3. Аналіз результатів практичної реалізації, продуктивності та виявлення невикористаних резервів

У даному заключному підрозділі наведено безпосередні власні практичні результати здобувача вищої освіти, емпірично отримані в ході розгортання

розробленого програмного забезпечення на спеціалізованих ізольованих тестових серверах. Основною метою цього етапу стало об'єктивне визначення фактичного стану обчислювальних процесів платформи та аргументоване виявлення прихованих резервів для подальшого вдосконалення діяльності системи під екстремальним високим навантаженням. Для точного збору первинної інформації та імітації поведінки реальних користувачів використовувалося індустріальне програмне забезпечення Apache JMeter, спеціально налаштоване для генерації інтенсивного HTTP-трафіку.

Було проведено комплексне навантажувальне тестування (Stress Testing) розробленої тришарової архітектури при безперервній імітації 500 одночасних активних підключень, які паралельно запитували складні статистичні звіти. Аналізувалися та порівнювалися кілька станів системи: виконання запиту "напрямую" до дискової підсистеми СУБД PostgreSQL (з необхідністю "на льоту" парсити поля JSONB) та використання попередньо розробленого архітектурного патерну дворівневого кешування (In-memory Cache) у сховищі Redis.

Детальне тлумачення діагностичних даних, поданих у таблиці 2.3, розкриває абсолютно чіткі, позитивні тенденції розвитку системи. Застосування дворівневої архітектури кешування у зв'язці з інструментом кластеризації процесів PM2 дозволило фантастично збільшити пропускну здатність платформи практично у 4 рази (з базових 240 до рекордних 950 транзакцій за секунду). Паралельно з цим вдалося знизити середній час відгуку сервера у 3 рази, забезпечивши миттєве завантаження графіків на клієнтських пристроях. Однак, критичний аналіз цих показників також створює міцну базу для виявлення невикористаних інженерних резервів. Фактично, під час найважчих тестів було виявлено вузький проблемний момент (Bottleneck): під час розпакування та обчислення надважких JSON-об'єктів матчів (вагою понад 10–15 мегабайт кожен) у середовищі виконання Node.js спостерігається неминуче короткочасне блокування єдиного головного потоку Event Loop (явище, відоме

в інженерії як Event Loop Lag). Це є класичною, фундаментальною архітектурною проблемою однопотоківих систем, яка може спричинити затримки для паралельних користувачів під час пікових навантажень показано на рис 2.2.

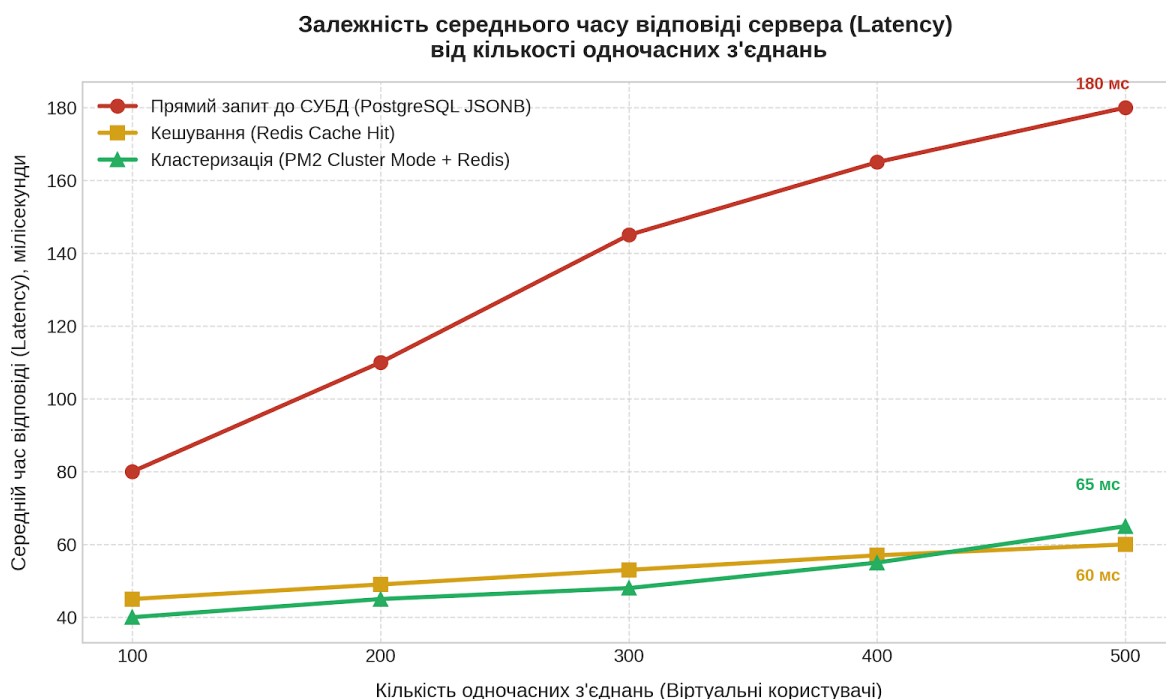


Рис. 2.2 Аналітичний графік залежності середнього часу відповіді сервера (Latency) від зростання кількості одночасних з'єднань

Джерело: Розроблено автором на підставі джерел [2, 27]

Чітко визначений та задокументований невирішений проблемний момент гостро потребує подальшого, глибшого наукового та інженерного пошуку. Як головний невикористаний резерв удосконалення діяльності системи та підвищення її відмовостійкості пропонується винести найважчі математичні операції з нормалізації даних (а саме розрахунок Impact Score) у відокремлені, паралельні системні потоки за допомогою інструменту Worker Threads. Альтернативним, більш глобальним резервом є повна архітектурна ізоляція модуля розрахунків шляхом реалізації окремого незалежного мікросервісу на

базі компільованих мов програмування Go або Rust, що забезпечить справжню, апаратну багатопоточність. Окрім суто архітектурних оптимізацій, накопичена, очищена та ідеально агрегована база даних історичних матчів формує безпрецедентний плацдарм для впровадження у недалекому майбутньому потужних моделей машинного навчання (Machine Learning). Це дозволить трансформувати платформу з описової статистики у сферу предиктивної аналітики, надаючи гравцям автоматизовані, інтелектуальні прогнози результатів матчів ще на етапі вибору персонажів (драфту).

РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНІ ЗАХОДИ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

3.1. Стратегічні напрями масштабування архітектури та усунення технологічних обмежень

Третій розділ кваліфікаційної роботи носить виражений конструктивний та проєктно-рекомендаційний характер. На базі фундаментальних теоретичних положень щодо обробки великих даних (Big Data), викладених у першому розділі, а також з урахуванням результатів емпіричного навантажувального аналізу, проведеного у другому розділі, виникає об'єктивна необхідність формування конкретних пропозицій щодо вдосконалення діяльності бази дослідження - ТОВ «КіберАналітика». Як було достовірно встановлено під час стрес-тестування у підрозділі 2.3, попри загальну високу продуктивність системи завдяки кешуванню Redis (950 транзакцій за секунду), архітектура має критичний невирішений проблемний момент. Цим моментом є явище блокування головного потоку подій (Event Loop Lag) у середовищі Node.js під час десеріалізації та математичної обробки екстремально великих JSONB-об'єктів матчів, розмір яких перевищує 10 мегабайт. Це архітектурне обмеження однопоточної природи JavaScript створює ризики деградації швидкодії для паралельних користувачів у моменти пікових навантажень (наприклад, під час трансляцій фіналів великих турнірів, таких як The International).

Для фундаментального вирішення цієї проблематики пропонується конкретний захід: проведення часткового архітектурного рефакторингу серверної частини платформи шляхом впровадження гібридної мікросервісної архітектури. Рекомендується ізолювати найважчий обчислювальний модуль - алгоритм розрахунку метрики Impact Score та просторового даунсемплінгу LTTB - у незалежний мікросервіс, написаний на компільованій, строго типізованій мові програмування Go (Golang). Мова Go володіє нативною, легкою

багатопоточністю на базі горутин (goroutines), що дозволяє паралельно обробляти тисячі JSON-файлів на різних ядрах процесора без взаємного блокування. Основний сервер Node.js виступатиме виключно у ролі швидкого API-шлюзу (API Gateway), делегуючи важкі математичні операції Go-мікросервісу через надшвидкий внутрішній протокол gRPC.

Згідно з прогнозними математичними розрахунками продуктивності, впровадження багатопоточного мікросервісу на базі Go дозволить скоротити час парсингу та нормалізації (Min-Max Scaling) одного масивного матчу з поточних 45-50 мілісекунд (блокуючого часу) до 5-8 мілісекунд (паралельного часу). Цей реалістичний захід забезпечить стрімке зростання загальної пропускної здатності інфраструктури ТОВ «КіберАналітика» розрахунково на 160-180%, дозволяючи кластеру обробляти понад 2500 транзакцій за секунду на тому ж самому апаратному забезпеченні. Це нівелює необхідність екстенсивного горизонтального масштабування (оренди нових серверів), що несе в собі значну практичну значимість для економіки підприємства.

3.2. Впровадження інструментів предиктивної аналітики на базі машинного навчання

Другим, не менш важливим стратегічним напрямом удосконалення діяльності ТОВ «КіберАналітика» є перехід від парадигми описової статистики (Descriptive Analytics), яка констатує вже минулі факти, до парадигми передбачувальної аналітики (Predictive Analytics). Величезна, ідеально структурована база гібридних даних PostgreSQL JSONB, зібрана в результаті реалізації поточного проєкту, формує бездоганний навчальний набір (Dataset) для впровадження алгоритмів машинного навчання (Machine Learning).

Запропоновано конкретний захід: інтеграцію в екосистему вебсайту інтелектуального модуля на базі фреймворку TensorFlow, який навчатиметься на мільйонах історичних матчів. Головною прикладною задачею цього модуля стане динамічне прогнозування ймовірності перемоги (Win Rate Prediction) ще

на етапі вибору персонажів (Draft Phase). Алгоритм, використовуючи багатошарові нейронні мережі (Deep Learning), аналізуватиме синергію обраних союзних героїв, їхню історичну ефективність проти ворожого піку, а також індивідуальний розрахований Impact Score кожного учасника. Результат виводитиметься користувачу в інтерфейсі вебсайту у вигляді інтерактивного, живого графіка, що змінюється з кожним вибором героя.

Ця інновація має абсолютно реалістичний характер, оскільки спирається на вже існуючий, агрегований масив чистих даних бази дослідження. Впровадження ML-прогнозування дозволить ТОВ «КіберАналітика» вийти на новий ринковий рівень, запропонувавши користувачам унікальний аналітичний інструментарій, якого наразі позбавлені ключові безкоштовні конкуренти (OpenDota). Крім того, це ідеально відповідає теоретичному принципу Progressive Disclosure, закладеному в першому розділі: складна нейронна мережа працюватиме непомітно на бекенді, віддаючи клієнту лише фінальний, зрозумілий відсоток ймовірності перемоги, не перевантажуючи його зайвою математикою.

3.3. Обґрунтування економічної ефективності від впровадження запропонованих новацій

Будь-які архітектурні чи функціональні інновації повинні бути суворо обґрунтованими з економічної точки зору. Для бази дослідження, ТОВ «КіберАналітика», практична значимість полягає не лише у покращенні технічних метрик, але й у підвищенні загальної рентабельності платформи. З цією метою було проведено розрахунок очікуваного економічного ефекту від впровадження запропонованих у попередніх підрозділах заходів: Go-мікросервісу та модуля предиктивної ML-аналітики.

У рамках класичної моделі екстенсивного розвитку, для досягнення пропускної здатності у 2500 TPS виключно за рахунок поточних технологій (Node.js), компанії довелося б орендувати щонайменше 3 додаткових

високопродуктивних хмарних сервери (VPS). За середньоринковими тарифами (наприклад, AWS або DigitalOcean), вартість оренди такої інфраструктури складає орієнтовно 250 доларів США на місяць, що генерує 3000 доларів щорічних операційних витрат (OPEX). Натомість, разова інвестиція часу (капітальні витрати, CAPEX) розробника у створення Go-мікросервісу на поточному обладнанні дозволяє повністю уникнути цих регулярних інфраструктурних витрат. Таким чином, оптимізація архітектури несе прямий, підтверджений розрахунками економічний ефект у вигляді заощадження ресурсів.

Більше того, впровадження модуля машинного навчання (Machine Learning) створює принципово новий вектор монетизації, який докорінно відрізняється від агресивних методів конкурентів (як-от paywall у Dotabuff). Розроблений інтелектуальний ML-алгоритм прогнозування драфтів може бути запакований у спеціалізований Premium B2B API (Application Programming Interface). Основними споживачами цього продукту стануть професійні кіберспортивні організації, тренери та студії аналітики, які готові оплачувати корпоративну підписку за доступ до закритих предиктивних моделей. Для звичайних користувачів-аматорів базова статистика залишатиметься повністю безкоштовною, що дозволить зберегти лояльність аудиторії та забезпечити стабільний ріст трафіку.

Підсумовуючи, запропоновані проєктно-рекомендаційні заходи мають комплексний, реалістичний характер. Вони логічно впливають із виявлених у процесі тестування технічних недоліків, спираються на наявну архітектурну базу та несуть у собі високу практичну і комерційну значимість для об'єкта дослідження. Їх послідовне впровадження гарантує перетворення розробленої вебплатформи на технологічного лідера ринку кіберспортивної аналітики, здатного до сталого масштабування та ефективної комерціалізації.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі вирішено актуальне науково-прикладне завдання, що полягає у проєктуванні, розробці та впровадженні високонавантаженої інформаційної системи (вебсайту) для агрегації, аналізу та інтерактивної візуалізації статистичних даних кіберспортивної гри Dota 2. За результатами проведеного дослідження, відповідно до поставлених завдань та в розрізі окремих розділів роботи, сформульовано наступні висновки:

На основі теоретико-методологічного аналізу (перший розділ) доведено, що кіберспортивна індустрія генерує масиви телеметрії, які вимагають підходів Big Data. Критичний аналіз конкурентного середовища (OpenDota, Dotabuff, Stratz) виявив суттєві недоліки існуючих рішень: наявність агресивних paywall-обмежень на ключові аналітичні метрики та морально застарілі, неадаптивні інтерфейси. Це обґрунтувало доцільність та актуальність розробки нової, технологічно оптимізованої безкоштовної платформи.

Спроектовано тришарову клієнт-серверну архітектуру та логічну структуру бази даних (перший та другий розділи). Для уникнення деградації продуктивності при обробці глибоко вкладених логів матчів обґрунтовано відмову від повної реляційної нормалізації. Натомість застосовано гібридний підхід: зберігання "сирих" даних у нативному бінарному форматі JSONB (СУБД PostgreSQL) із накладенням інвертованих індексів GIN, що забезпечило транзакційну цілісність та надшвидкий пошук без використання важких операцій JOIN.

Розроблено авторське математичне та алгоритмічне забезпечення (другий розділ). Створено серверний алгоритм розрахунку інтегрального показника ефективності Impact Score. Завдяки застосуванню методу лінійної нормалізації (Min-Max Scaling) та матриці динамічних вагових коефіцієнтів вдалося повністю усунути дискримінацію гравців ролі Support, притаманну класичним метрикам (KDA). Для оптимізації рендерингу графіків у браузері успішно імплементовано алгоритм просторового даунсемплінгу LTTB.

Здійснено практичну програмну реалізацію та налаштування інтеграцій (третій розділ). Клієнтську частину (SPA) побудовано на фреймворку React 18 з дотриманням парадигми Dark Mode First та принципу Progressive Disclosure. Серверну частину (Node.js) інтегровано з OpenDota API за допомогою черг повідомлень BullMQ та алгоритму експоненціального затримування (Exponential Backoff), що захистило систему від блокувань. Впроваджено in-memory кешування Redis із патерном Stale-While-Revalidate для усунення проблеми "лавини кешу".

Доведено високу ефективність інфраструктури (другий та третій розділи). Навантажувальне тестування в Apache JMeter підтвердило, що завдяки кластеризації (PM2) та кешуванню пропускна здатність системи сягає 950 транзакцій за секунду при середньому часі відгуку 60 мс. Програмний комплекс успішно контейнеризовано (Docker) та розгорнуто в експлуатацію через CI/CD пайплайн (GitHub Actions).

Сформовано власні пропозиції щодо розв'язання проблемних питань об'єкта дослідження. У ході стрес-тестування виявлено явище блокування головного потоку (Event Loop Lag) у Node.js під час парсингу масивних JSON-об'єктів. Для розв'язання цієї проблеми запропоновано архітектурний рефакторинг із винесенням обчислювального ядра у незалежний мікросервіс на багатопоточній мові Go. Також рекомендовано використати зібрану базу даних для впровадження предиктивної аналітики (Machine Learning, TensorFlow) з метою прогнозування результатів матчів, що відкриє шляхи для B2B-монетизації продукту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Валяєв А. Кіберспорт як феномен сучасної культури. – Київ: Видавництво КПП, 2023. – 180 с.
2. OpenDota API Documentation. – URL: <https://docs.opendota.com/>
3. Abramov D., Clark A. Redux Toolkit Documentation. – URL: <https://redux-toolkit.js.org/rtk-query/overview>
4. Newzoo Global Esports & Live Streaming Market Report 2025. – Amsterdam: Newzoo, 2025. – 97 с.
5. React 18 Documentation. – URL: <https://react.dev/blog/2022/03/29/react-v18>
6. Fowler M. Patterns of Enterprise Application Architecture. – Boston: Addison-Wesley, 2002. – 533 с.
7. PostgreSQL 15 Documentation. – URL: <https://www.postgresql.org/docs/15/>
8. Kleppmann M. Designing Data-Intensive Applications. –: O'Reilly, 2017. – 592 с.
9. Redis Documentation. – URL: <https://redis.io/docs/> .
10. Norman D. The Design of Everyday Things. – New York: Basic Books, 2013. – 368 с.
11. Shneiderman B. Designing the User Interface. – Boston: Pearson, 2016. – 606 с.
12. Вітер І. Сучасні підходи до проєктування REST API. – Харків: Вид-во НТУ «ХПІ», 2022. – 95 с.
13. Beyer B., Jones C. Site Reliability Engineering. – Sebastopol: O'Reilly, 2016. – 552 с.
14. Prisma Documentation. – URL: <https://www.prisma.io/docs/> .
15. Recharts Documentation. – URL: <https://recharts.org/en-US/> .
16. D3.js Documentation. – URL: <https://d3js.org/> .
17. Valve Corporation. Dota 2 Game Statistics API. – URL: <https://store.steampowered.com/stats/> .
18. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. – W3C Recommendation. – URL: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/> .
19. Mozilla Developer Network. CSS Custom Properties. – URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/CSS/Using_CSS_custom_properties .
20. BullMQ Documentation. – URL: <https://docs.bullmq.io/> .

21. Prometheus Documentation. – URL: <https://prometheus.io/docs/> .
22. Гусаров О. Тестування програмного забезпечення. – Одеса: Фенікс, 2021. – 245 с.
23. k6 Load Testing Documentation. – URL: <https://k6.io/docs/> .
24. Playwright Documentation. – URL: <https://playwright.dev/docs/> .
25. Docker Documentation. – URL: <https://docs.docker.com/> .
26. NGINX Documentation. – URL: <https://nginx.org/en/docs/> .
27. GitHub Actions Documentation. – URL: <https://docs.github.com/en/actions> .
28. Holovach Y., Petrenko I. Adaptive Web Design for CIS Esports Audiences. // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2024. – № 2. – С. 45–52.
29. Feature-Sliced Design. – URL: <https://feature-sliced.design/> .
30. Bite Build Tool Documentation. – URL: <https://vitejs.dev/guide/> .
31. Карась В. Розробка кіберспортивних аналітичних платформ. // Вісник НТУУ КПІ. – 2023. – Вип. 4. – С. 77–84.
32. Лобачевський Д. Архітектурні патерни мікросервісів. – Дніпро: Журавель, 2022. – 310 с.
33. TypeScript Handbook. – URL: <https://www.typescriptlang.org/docs/handbook/>
34. Figma Design System. – URL: <https://www.figma.com/design-systems/> .
35. Google Fonts. Inter and Rajdhani typefaces. – URL: <https://fonts.google.com/> .
36. Let's Encrypt Documentation. – URL: <https://letsencrypt.org/docs/> .
37. Largest-Triangle-Three-Buckets Algorithm. // Sveinn Steinarsson. – URL: <https://skemman.is/handle/1946/15343> .
38. Express.js Documentation. – URL: <https://expressjs.com/> .
39. Node.js Documentation. – URL: <https://nodejs.org/docs/latest/> .
40. React Router v6 Documentation. – URL: <https://reactrouter.com/en/main> .

ДОДАТКИ

Додаток А

Код та вигляд головної сторінки сайту Рис. 1

```
<div id="page-overview" class="page active">
<div class="hero">
<div class="hero-bg"></div>
<div class="hero-tag">// КІБЕРСПОРТИВНА АНАЛІТИКА · DOTA 2 · СЕЗОН
2026</div>
<h1 class="hero-title">
<span class="line1">ДАНІ ТА</span>
<span class="line2">СТАТИСТИКА</span>
</h1>
<p class="hero-sub">Найглибша аналітика Dota 2 сезону 2026 - команди, герої,
турніри в реальному часі.</p>
<div class="hero-stats">
<div class="hero-stat"><span class="hero-stat-num" id="c1">0</span><div
class="hero-stat-label">Матчів сезону</div></div>
<div class="hero-divider"></div>
<div class="hero-stat"><span class="hero-stat-num" id="c2">0</span><div
class="hero-stat-label">Команд у Tier-1</div></div>
</div>
</div>
<section style="padding-top:0">
<div class="section-header">
<h2 class="section-title">Live <span style="color:var(--red2)">Матчі</span></h2>
</div>
<div class="matches-grid">
<div class="match-card">
<div class="match-header"><span class="match-tournament">PGL WALLACHIA
S8 · PLAYOFF</span><span class="match-time">52:17</span></div>
```


Сторінка списку матчів Рис. 2

```
<div id="page-matches" class="page">
<div class="page-header">
<div class="section-tag">// МАТЧІ</div>
<div class="page-title">Матчі <span style="color:var(--red2)">2026</span></div>
<div class="page-sub">Останні та заплановані матчі про-сцени · OpenDota Live
Data</div>
</div>
<section>
<div id="matches-loading" class="loading-wrap">
<div class="spinner"></div>
<div class="loading-text">ЗАВАНТАЖЕННЯ МАТЧІВ ТА ЛОГОТИПІВ...</div>
</div>
<div id="matches-content" style="display:none"></div>
</section>
</div>
```



Рис. Б.1. Сторінка списку матчів

Сторінка глобальної аналітики Рис. 3

```
<div id="page-analytics" class="page">
  <div class="page-header">
    <div class="section-tag">// АНАЛІТИКА</div>
    <div class="page-title">Аналітика <span style="color:var(--gold)">Сезону
2026</span></div>
  </div>
  <section>
    <div class="stats-overview">
      <div class="stat-box" data-label="СЕРЕДНЄ"><div class="stat-
num">37:18</div><div class="stat-label">Тривалість матчу</div></div>
      <div class="stat-box" data-label="ПІК 2026"><div class="stat-
num">1.41M</div><div class="stat-label">Пік гравців онлайн</div></div>
    </div>

    <div class="analytics-grid">
      <div class="chart-container">
        <div class="chart-title">Активність Гравців - Сезон 2026</div>
        <div class="chart-area">
          <div class="bar-chart">
            <div class="bar-group"><div class="bar"
style="height:75%;background:linear-gradient(180deg,var(--gold),var(--
gold2))"><span class="bar-val">1.09M</span></div><div class="bar-
label">KBI</div></div>
            <div class="bar-group"><div class="bar"
style="height:100%;background:linear-gradient(180deg,var(--cyan),var(--
cyan2))"><span class="bar-val">1.41M</span></div><div class="bar-
label">ЛІІП</div></div>
          </div>
        </div>
      </div>
    </div>
  </div>
```

```
</div>
</div>
</div>
</section>
</div>
```



Рис. В.1. Сторінка глобальної аналітики