

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук  
(повна назва)  
Кафедра Програмної інженерії  
(повна назва)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**Пояснювальна записка**

рівень вищої освіти другий (магістерський)

Дослідження процесу реалізації децентралізованих застосунків (DApps) в іGaming  
на основі технології блокчейн  
(тема)

Виконав:  
Студент(ка) 2 курсу, групи ІІЗм-22-6  
Загородній Д.А.  
(ім'я, прізвище)

Спеціальність 121 Інженерія програмного  
забезпечення  
(код і повна назва спеціальності)

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

Керівник проф. Шостак І.В.  
(посада, ім'я, прізвище)

Допускається до захисту:

Зав. кафедри, проф. Зоя Дудар

2024 р.

## Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет \_\_\_\_\_ комп'ютерних наук (або центр післядипломної освіти, або навчально-науковий центр заочної форми навчання)  
 Кафедра \_\_\_\_\_ програмної інженерії  
 Рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ другий (магістерський)  
 Спеціальність \_\_\_\_\_ 121 – Інженерія програмного забезпечення  
 Тип програми \_\_\_\_\_ освітньо-наукова програма  
 Освітня програма \_\_\_\_\_ Інженерія програмного забезпечення  
 (шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри \_\_\_\_\_

(підпис)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

### ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові \_\_\_\_\_ Загородньому Дмитру Андрійовичу \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Дослідження процесу реалізації децентралізованих застосунків (DApps) в іGaming на основі технології блокчейн»

Затверджена наказом по університету від 29.03. 2024р. № 250 Ст2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 19.06.2024

3. Вихідні дані до роботи використання блокчейн - технології для забезпечення прозорості, безпеки та децентралізації в іGaming, а також смарт-контрактів для автоматизації ігрових процесів та забезпечення чесності гри

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі аналіз та порівняння існуючих децентралізованих застосунків (DApps) в іGaming, вибір підходящої платформи для реалізації проєкту. Написання програмного рішень з використанням Kotlin та тестування гри на різних моделях Android-пристроїв, проведення експериментів та аналіз отриманих результатів для вдосконалення гри та підвищення її продуктивності.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів курсового проекту	Термін виконання	Примітки
1	Аналіз предметної галузі	01.04.2024 – 03.04.2024	виконано
2	Постановка задачі	04.04.2024 – 05.04.2024	виконано
3	Розробка смарт - контракту	06.04.2024 – 09.04.2024	виконано
4	Розробка гри	10.04.2024 – 30.04.2024	виконано
5	Оформлення пояснювальної записки	01.05.2024 – 15.05.2024	виконано
6	Нормконтроль, рецензування	08.06.2024	виконано
7	Попередній захист	14.06.2024	виконано
8	Здача роботи у електронний архів	17.06.2024	виконано
9	Допуск до захисту у заф.кафедри	18.06.2024	виконано

Дата видачі завдання 01 квітня 2024р.

Студент (ка) \_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_ Загородній Д.А.

Керівник роботи \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ проф. Шостак. І.В.

**РЕФЕРАТ / ABSTRACT**

Пояснювальна записка містить 58 стор., 16 джерела, 7 рисунків.

**БЛОКЧЕЙН, ТЕХНОЛОГІЇ, ПОВЕДІНКА ГРАВЦЯ, IGAMING.**

Об'єкт дослідження – інтеграція децентралізованих застосунків (DApps) в галузь ігор (iGaming) на основі технології блокчейн.

Мета роботи – детальний аналіз і вивчення процесу реалізації децентралізованих застосунків (DApps) в галузі ігор (iGaming) на основі технології блокчейн, охоплюючи технічні, економічні, соціальні та правові аспекти.

Результат роботи – глибокий аналіз інтеграції DApps в галузь iGaming на блокчейні, з фокусом на технічних, економічних, соціальних і правових викликах та перспективах. Робота служить основою для подальших досліджень та розвитку цієї інноваційної області.

**BLOCKCHAIN, TECHNOLOGY, PLAYER BEHAVIOUR, IGAMING.**

The object of research is the integration of decentralised applications (DApps) into the iGaming industry based on blockchain technology.

Purpose - to analyse and study in detail the process of implementing decentralised applications (DApps) in the iGaming industry based on blockchain technology, covering technical, economic, social and legal aspects.

The result of the work is an in-depth analysis of the integration of DApps in the blockchain iGaming industry, with a focus on technical, economic, social and legal challenges and prospects. The paper serves as a basis for further research and development of this innovative field.

Я, Загородній Дмитро Андрійович, студент гр. ІПЗм-22-6, здобувач вищої освіти на другому (магістерському) рівні кафедри «Програмна інженерія», заявляю: моя кваліфікаційна робота на тему «Дослідження процесу реалізації децентралізованих застосунків (DApps) в іGaming на основі технології блокчейн», що буде представлена в екзаменаційну комісію для публічного захисту, виконана самостійно, в ній не містяться елементи плагіату і вона може бути опублікована в електронному архіві відкритого доступу EIArKhNURE. Всі запозичення з друкованих та електронних джерел мають відповідні посилання.

Я ознайомлений(на) з діючим положенням «Про протидію академічному плагіату в ХНУРЕ», згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування дисциплінарних заходів.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 ОПИС ПРОБЛЕМНОЇ ГАЛУЗІ.....	9
1.1 Аналіз предметної області.....	9
1.2 Аналіз ринку.....	10
1.3 Формування технічного завдання магістерського дослідження.....	11
1.4 Засоби проведення дослідження.....	11
2 ТЕОРЕТИЧНИЙ ОГЛЯД.....	13
2.1 Основні поняття: DApps, iGaming, блокчейн.....	13
2.1 Історія розвитку DApps у iGaming.....	13
2.2 Сучасний стан ринку: тренди та технологічні досягнення.....	14
2.3 Роль та переваги децентралізації у iGaming.....	15
3 ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ.....	17
3.1 Технічні особливості блокчейн-платформ для DApps.....	17
3.2 Використання смарт-контрактів у iGaming.....	18
3.3 Проблеми безпеки та їх вирішення в смарт-контрактах iGaming.....	19
3.4 Інтеграція DApps у існуючі iGaming платформи.....	22
4 ПРАВОВІ ТА РЕГУЛЯТОРНІ АСПЕКТИ.....	25
5 РОЗРОБКА ТА ТЕСТУВАННЯ ДОДАТКА З ВИКОРИСТАННЯМ БЛОКЧЕЙНУ.....	26
5.1 Визначення основних функцій та можливостей, які повинен містити застосунок на основі блокчейну.....	26
5.2 Проектування архітектури системи.....	27
5.3 Розробка та імплементація блокчейну.....	28
5.4 Реалізація функціональності додатка.....	30
ВИСНОВКИ.....	42
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	44
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ ЗА НАУКОВИМИ НАПРЯМАМИ КЕРІВНИКА ТА НАУКОВЦІВ КАФЕДРИ ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ.....	46
ДОДАТОК А.....	47

	7
ДОДАТОК Б.....	48
ДОДАТОК В.....	55
ДОДАТОК Г.....	58

## ВСТУП

В світі інтернет-геймінгу (iGaming), який визначається постійним зростанням популярності, найважливішими завданнями для учасників цієї галузі є забезпечення прозорості, безпеки та чесності. Нинішні технологічні виклики вимагають новаторських підходів, і саме тут з'являється потреба в глибокому дослідженні впливу технології блокчейн на iGaming.

Це наукове дослідження спрямоване на вивчення можливостей використання технології блокчейн для розробки децентралізованих застосунків (DApps), призначених для вирішення актуальних проблем геймінгової індустрії. Завдяки своїй природі розподіленого реєстру, застосування технології блокчейн надає можливості для створення надійних, прозорих та несхильних до впливу зовнішніх факторів гральних середовищ.

Це дослідження фокусується на:

- впливі технології блокчейн на iGaming та її розвитку;
- розробці та впровадженні децентралізованих застосунків, спрямованих на оптимізацію гравецького досвіду;
- вивченні переваг та викликів використання блокчейн технології у галузі ігор.

Мета цього дослідження – виявлення потенціалу технології блокчейн для вдосконалення екосистеми iGaming, створення новаторських інструментів та покращення взаємодії між гравцями та платформами ігор.

## 1 ОПИС ПРОБЛЕМНОЇ ГАЛУЗІ

### 1.1 Аналіз предметної області

За останні роки інтернет-геймінг (iGaming) перетворився на динамічну та швидкозмінну індустрію, проте залишається низка ключових проблем, які ставлять під сумнів прозорість, безпеку та чесність в ігровому середовищі. Однією з основних труднощів є відсутність ефективних механізмів контролю, які б гарантували цілісність та справедливість ігрового процесу.

Наразі виникла необхідність в розробці та впровадженні новаторських підходів, спрямованих на вирішення цих проблем. Технологія блокчейн виступає перспективним шляхом створення децентралізованих застосунків (DApps), які можуть значно підвищити прозорість і безпеку в iGaming індустрії.

Предметна область ігор (iGaming) на базі блокчейн-технологій представляє собою новаторський напрямок, який об'єднує інновації в галузі гральних розваг та переваги, що пропонує технологія блокчейн. Розглянемо деякі ключові аспекти цієї області:

**Технологічні можливості:** блокчейн спроможний забезпечити прозорість, надійність та безпеку у гральних процесах, завдяки децентралізованій природі цих систем.

**Смарт-контракти:** використання смарт-контрактів у гральних додатках дозволяє автоматизувати процеси ставок, виплат вигравів та інші аспекти грального досвіду, забезпечуючи високу ступінь безпеки та довіри.

**Економічний потенціал:** відкриваючи доступ до криптовалют та фіатних опцій, iGaming на базі блокчейну створює нові можливості для гравців та розробників, сприяючи розвитку цифрової економіки.

**Соціальна взаємодія:** гральні платформи на базі блокчейну надають унікальні можливості для спілкування та взаємодії між гравцями, створюючи активні спільноти та сприяючи розвитку соціальних інновацій.

**Правове регулювання:** аналіз правового середовища виявляє різноманітність підходів до регулювання галузі iGaming на рівні різних країн, що вимагає розробки

гармонізованих підходів для забезпечення правової стабільності та довіри учасників ринку.

Аналіз предметної області вказує на значний потенціал розвитку iGaming на базі блокчейн-технологій, але також підкреслює необхідність комплексного підходу до вирішення технічних, економічних, соціальних та правових викликів.

## 1.2 Аналіз ринку

Ринок ігор (iGaming) на основі блокчейн-технологій зазнає значного зростання та розвитку в останні роки. Ось деякі ключові аспекти аналізу цього ринку:

**Динаміка зростання:** Ринок iGaming на базі блокчейну швидко розвивається, з прогнозується значним зростанням обсягів доходів і географічного охоплення.

**Ключові гравці:** Кілька великих компаній, а також низка стартапів, конкурують на ринку iGaming з використанням технологій блокчейну. Серед таких компаній можна виділити Ethereum, TRON, EOS та інших.

**Нові можливості:** Впровадження блокчейну в ігрову індустрію створює нові можливості для гравців, включаючи більшу прозорість, довіру та безпеку у гральних процесах.

**Регулювання:** Регулювання ігрової індустрії на базі блокчейну різноманітне в різних країнах, що може впливати на розвиток ринку та його географічне розподіл.

**Тенденції розвитку:** Серед тенденцій розвитку ринку можна виділити збільшення використання криптовалют у гральних платформах, розвиток децентралізованих ігор та зростання інтересу до ігор на базі блокчейну серед користувачів.

У цілому, ринок iGaming на основі блокчейн - технологій показує великий потенціал для подальшого зростання та розвитку, але вимагає уваги до технічних, економічних, соціальних та правових аспектів для успішного впровадження та розширення.

### 1.3 Формування технічного завдання магістерського дослідження

Головною суттю нашого дослідження в цілому – є розробка децентралізованих застосунків (DApps) для iGaming з використанням блокчейна.

Розглянемо завдання, розбивши його на конкретні етапи, які потрібно виконати під час проведення магістерського дослідження, і виключимо з уваги теоретичний матеріал:

- а) аналіз сучасних технологій в iGaming:
  - 1) ретельно проаналізувати існуючі технології в сфері iGaming та їх вплив на галузь;
  - 2) визначити переваги та недоліки наявних технологічних рішень;
- б) вивчення технології блокчейн та смарт-контрактів:
  - 1) детально вивчити принципи функціонування технології блокчейн та смарт-контрактів;
  - 2) проаналізувати успішні приклади впровадження блокчейну в інші галузі для визначення передового досвіду;
- в) визначення вимог до застосунків для iGaming:
  - 1) провести опитування та анкетування гравців для збору вимог до функціональності інноваційних застосунків;
  - 2) проаналізувати потреби гравців та платформ для підвищення якості ігрового досвіду;
- г) перевірка технічного завдання:
  - 1) здійснити перевірку та затвердження технічного завдання з індустрійними експертами та зацікавленими стейкхолдерами;
  - 2) внести необхідні корективи та вдосконалення на основі отриманих коментарів.

### 1.4 Засоби проведення дослідження

Для реалізації магістерського дослідження в галузі розробки децентралізованих застосунків для iGaming з використанням технології блокчейн будуть використані різноманітні засоби та методи проведення дослідження.

Літературний аналіз буде зосереджений на наукових та технічних публікаціях, що стосуються застосування технології блокчейн у сфері iGaming, а також досвіді попередніх досліджень з розробки геймінгових застосунків на основі блокчейну.

Експериментальні дослідження включатимуть в себе тести з розробленими смарт-контрактами та додатками для підтвердження їхньої ефективності та безпеки, а також збір даних з реального геймінгового середовища для аналізу поведінки гравців.

Експертне оцінювання передбачає залучення фахівців із галузей iGaming, блокчейн технологій та програмування для отримання оцінок та рекомендацій, а експертний аудит буде проведено для перевірки розроблених застосунків та смарт-контрактів.

Опитування гравців та соціологічні дослідження будуть використані для оцінки ставлення гравців до використання блокчейн технологій у iGaming, а також для вивчення поглядів індустрійних спеціалістів на перспективи розвитку.

Аналіз статистичних даних передбачає збір та обробку даних від використання розроблених застосунків для визначення їхнього впливу на ринок iGaming, включаючи ключові показники ефективності та реакції гравців.

Після формулювання технічного завдання для магістерського дослідження та вибору методів його проведення, переходимо до аналізу теоретичного матеріалу.

## 2 ТЕОРЕТИЧНИЙ ОГЛЯД

### 2.1 Основні поняття: DApps, iGaming, блокчейн

Децентралізовані застосунки (DApps) є програмами, які працюють на блокчейн – технології та мають основні принципи децентралізації. Вони використовують смарт-контракти для автоматизації операцій та надають користувачам повний контроль над їхніми активами та даними.

Ігрова індустрія(iGaming) об'єднує в собі інтернет-гральні платформи та сервіси, такі як казино, покер, спортивні ставки та інші. Це динамічно зростаюча галузь, яка стикається з питаннями безпеки, прозорості та ефективності..

Блокчейн - це розподілена база даних, що складається з блоків, кожен з яких містить інформацію та посилається на попередній блок. Це забезпечує надійність, невідмінність та прозорість даних. У контексті DApps, блокчейн використовується для забезпечення безпеки операцій та недопущення маніпуляцій.

### 2.1 Історія розвитку DApps у iGaming

Розглянемо етапи розвитку децентралізованих застосунків (DApps) у сфері інтернет-гравців, зосереджуючись на важливих визначних моментах та рішеннях, що вплинули на цю область.

Розквіт розвитку DApps у сфері iGaming розпочався з появою платформи Ethereum. Ethereum надавала ідеальне середовище для створення смарт-контрактів, які можуть автоматизувати процеси у галузі ігор. Перші ігрові смарт-контракти на Ethereum використовувались для створення децентралізованих лотерей, казино та інших ігрових платформ. Це були підстави для подальшого розвитку.

З часом виникла значна кількість блокчейн-платформ, придатних для розробки DApps у галузі iGaming. Різні блокчейн – екосистеми, такі як Binance Smart Chain, Polygon, та Cardano, виступили як альтернативи Ethereum, надаючи швидкіше та ефективніше виконання транзакцій.

У зв'язку із зростанням популярності DApps у iGaming виникли інновації в ігрових протоколах. Розробники почали експериментувати з різними механізмами консенсусу та вдосконаленням для підвищення масштабованості. Це дозволяє

покращити продуктивність гравців та знизити витрати на операції.

На сучасному етапі спостерігається збільшення кількості гібридних платформ, які поєднують переваги централізованих та децентралізованих систем. Це створює більш гнучкі та зручні умови для користувачів, забезпечуючи швидку обробку та збереження безпеки.

Масове прийняття DApps у iGaming залежить від подальшого вдосконалення технологій, вирішення сучасних викликів щодо масштабованості та подолання регуляторних бар'єрів. Очікується, що розробники продовжать експериментувати з новими ідеями та функціональністю, покращуючи взаємодію гравців та ігрових платформ.

Цей огляд підкреслює етапи еволюції DApps у галузі інтернет-гравців та намагається зафіксувати важливі кроки у розвитку цієї захоплюючої галузі.

## 2.2 Сучасний стан ринку: тренди та технологічні досягнення

На сучасному етапі спостерігається феноменальне збільшення інтересу до децентралізованих застосунків (DApps) у галузі інтернет-гравців. Зростання популярності базується на ряді факторів, що включають технологічні досягнення та важливі тренди.

Платформи, такі як Binance Smart Chain (BSC) та Polygon (MATIC), здобувають популярність завдяки своїм інноваційним рішенням. BSC пропонує низькі витрати на транзакції та високу швидкість блокчейн-мережі, що робить його привабливим вибором для DApps у галузі iGaming. Polygon, в свою чергу, надає масштабованість та інтероперабельність, сприяючи розвитку додаткових функціональностей.

Зростання конкуренції серед блокчейн-платформ призвело до зниження витрат на транзакції та покращення швидкості обробки в DApps у сфері iGaming. Гравці отримують можливість здійснювати транзакції швидше та з меншими комісіями, що стає важливим фактором при виборі ігрових платформ.

Тренд розвитку гібридних платформ стає дедалі очевиднішим. Ці платформи об'єднують переваги централізованих та децентралізованих систем, створюючи

більш гнучкі та користувацькі віджети. Гібридні рішення можуть поєднувати швидкість централізованих платформ із безпекою та прозорістю, що забезпечується блокчейном.

Зростання інтересу до DApps у галузі iGaming викликає також підвищену увагу з боку індустрійних регуляторів. Це може призвести до розробки стандартів безпеки та регулювання, що стане важливим етапом для стабілізації цього ринку.

Тренд інтеграції з фінансовими децентралізованими фінансами (DeFi) дозволяє розширювати функціональні можливості iGaming. Створення фінансових інструментів та управління активами може підняти ігровий досвід на новий рівень.

Цей аналіз сучасного стану ринку DApps у галузі iGaming вказує на напрями розвитку та показники успіху, що формують цей захопливий сегмент блокчейн-індустрії[15, 16].

### 2.3 Роль та переваги децентралізації у iGaming

#### Роль децентралізації у iGaming.

Усунення посередників: централізовані платформи: Гравці повинні користуватися послугами банків та інших посередників для здійснення транзакцій та обміну активами.

Децентралізовані платформи: блокчейн дозволяє пряму передачу значень між учасниками, усуваючи необхідність у посередниках. Гравці отримують доступ до глобального фінансового середовища без зайвих обмежень.

Підвищення безпеки: централізовані платформи: Залежні від внутрішніх систем безпеки, які можуть бути піддані атакам або витокам даних.

Децентралізовані платформи: використання криптографії та децентралізованих мереж блокчейну робить інформацію майже недоступною для злоумисників, що забезпечує високий рівень безпеки.

Покращення умов для гравців: централізовані платформи: Обмежені можливості гравців, високі комісії та обмеження щодо доступу до деяких ігор чи ринків.

Децентралізовані платформи: гравці отримують більший контроль над

своїми активами та можуть участь у різноманітних іграх та ринках без обмежень.

Розвиток галузі: централізовані платформи: Інновації обмежені бізнес-моделями компаній та внутрішніми рішеннями.

Децентралізовані платформи: заохочується розвиток відкритих стандартів та спільноти розробників, що сприяє інноваціям та швидкому розвитку.

Переваги децентралізації у iGaming.

Анонімність: гравці можуть залишати свої особисті дані анонімними, забезпечуючи повний захист приватності.

Прозорість операцій: кожна транзакція та гра записується на блокчейні, що гарантує абсолютну прозорість та відстеження подій в реальному часі.

Власність гравців до їхніх активів: гравці мають повний контроль над своїми активами, власність яких забезпечується смарт-контрактами та блокчейном.

Зменшення ризику маніпуляцій та обману: смарт-контракти використовуються для гарантії справедливості гри та автоматизації виплат, зменшуючи ризик обману та неправомірних дій.

Низькі витрати та висока швидкість: зменшення кількості посередників, оптимізація транзакцій та використання швидких блокчейн-платформ призводять до значного зниження витрат та швидшої обробки транзакцій.

Розглядаючи ці переваги та роль децентралізації, важливо розуміти, як ці аспекти сприяють створенню більш справедливого, безпечного та відкритого середовища для гравців у сфері iGaming[5, 6].

### 3 ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ

#### 3.1 Технічні особливості блокчейн-платформ для DApps

Для розгляду технічних аспектів блокчейн-платформ для децентралізованих застосунків (DApps) у сфері iGaming, важливо враховувати особливості провідних блокчейн-екосистем.

Основні характеристики блокчейн-платформ:

а) консенсус-алгоритми:

- 1) Ethereum (ETH): Використовує Proof of Stake (PoS), переходячи на Ethereum 2.0, для забезпечення безпеки та масштабованості;
- 2) Binance Smart Chain (BSC): Має власний варіант PoS, Binance Chain Consensus (BFT), забезпечуючи швидкість та ефективність;
- 3) Polygon (MATIC): Інтегрується з Ethereum, використовуючи PoS для покращення масштабованості;

б) мови програмування смарт-контрактів:

- 1) Ethereum: Solidity – мова, оптимізована для розробки смарт-контрактів на платформі Ethereum;
- 2) Binance Smart Chain: Сумісний із Solidity, забезпечуючи легку міграцію існуючих проектів;
- 3) Polygon: Підтримує Solidity, дозволяючи використання існуючих інструментів та знань;

в) швидкість та вартість транзакцій:

- 1) Ethereum: Має проблеми зі швидкістю та вартістю транзакцій, особливо в періоди великої активності;
- 2) Binance Smart Chain: Забезпечує велику швидкість і низькі витрати завдяки своїй менш децентралізованій природі;
- 3) Polygon: Інтегрується з Ethereum, пропонуючи швидкість близьку до централізованих рішень;

г) масштабованість:

- 1) Ethereum: Активно розробляє рішення для покращення масштабованості, такі як Layer 2 рішення та Ethereum 2.0[5, 6, 7];

- 2) Binance Smart Chain: Має високий рівень масштабованості завдяки своїй архітектурі та алгоритму консенсусу;
  - 3) Polygon: Сприяє масштабованості Ethereum, дозволяючи розробникам швидко масштабувати свої проекти;
- д) спрощений доступ до DApps:
- 1) Ethereum: Має широку спільноту розробників та розширений екосистем, але зазнає конкуренції від інших блокчейн-платформ;
  - 2) Binance Smart Chain: Забезпечує простий доступ для розробників та користувачів, особливо тих, хто вже використовує Binance Exchange;
  - 3) Polygon: Інтегрується з Ethereum, що робить його привабливим вибором для розробників.

Технічні особливості блокчейн-платформ для DApps грають ключову роль у визначенні ефективності та розширенність ігрових застосунків у сфері iGaming. Знання цих особливостей допомагає розробникам та індустрії вибрати оптимальну платформу для своїх потреб[2, 8].

### 3.2 Використання смарт-контрактів у iGaming

Смарт-контракти, що базуються на технології блокчейн, перетворюють індустрію ігор (iGaming), принісши значні переваги для операторів та гравців. Ці інноваційні механізми відкривають нові перспективи та створюють більш чесне та ефективне ігрове середовище.

Смарт-контракти використовують технологію блокчейн для реєстрації кожної транзакції та операції в розподіленому реєстрі. Гарантуючи повну прозорість та надійність, вони піднімають рівень довіри гравців, дозволяючи їм перевірити чесність результатів гри.

Смарт-контракти автоматизують процеси виплат, забезпечуючи швидкі та ефективні трансфери вигравів гравцям. Це допомагає уникнути затримок та забезпечує точність фінансових операцій без втручання адміністраторів.

Головною перевагою смарт-контрактів є гарантія чесності ігор. За допомогою логіки, вбудованої в контракти, виключається можливість маніпуляцій

чи обману, що сприяє створенню безпечного ігрового середовища.

Смарт-контракти можуть забезпечити анонімність гравців, зберігаючи їх особисті дані в безпечному форматі. Це підвищує рівень конфіденційності та стає привабливим фактором для гравців, які цінують свою особистість.

Смарт-контракти дозволяють оптимізувати витрати на операції, виключаючи посередників та знижуючи комісії. Це сприяє ефективному управлінню ризиками та забезпечує гнучкість у встановленні умов гри для гравців.

Використання смарт-контрактів у iGaming також відкриває двері для створення нових моделей бізнесу. Децентралізовані казино та ігрові платформи надають гравцям більше контролю та власності над ігровим процесом.

Загальною тенденцією стає все більше інтеграції смарт-контрактів у сфері iGaming, що дозволяє вдосконалювати якість гравецького досвіду та сприяє розвитку інновацій у галузі. Розширення використання смарт-контрактів у цьому секторі може визначити майбутнє розвитку ігор та створення нових стандартів у галузі iGaming[1, 3].

### 3.3 Проблеми безпеки та їх вирішення в смарт-контрактах iGaming

Смарт-контракти в iGaming привносять безліч переваг, але разом з тим стикаються із складними проблемами безпеки. Розглянемо основні аспекти цих проблем та шляхи їх вирішення.

#### а) вразливості смарт-контрактів:

- 1) проблема: Смарт-контракти можуть містити вразливості, такі як переповнення стеку, переповнення буфера тощо;
- 2) вирішення: Застосування аудиту коду, стандартів безпеки (наприклад, Solidity ReentrancyGuard), та використання фреймворків для створення контрактів;

#### б) атаки на консенсус:

- 1) проблема: Зловмисники можуть здійснювати атаки типу 51% або атаки майнінгу;
- 2) вирішення: Застосування алгоритмів консенсусу, які роблять атаки

такого типу економічно не вигідними, таких як Proof-of-Stake (PoS);

в) оракули та зовнішні дані:

- 1) проблема: Смарт-контракти можуть покладатися на зовнішні дані через оракулі, що робить їх уразливими до маніпуляцій;
- 2) вирішення: Використання децентралізованих оракулів, підписів даних, або механізмів голосування для підтвердження інформації;

г) безпека гаманців:

- 1) проблема: Гравець може втратити доступ до свого гаманця або стати жертвою крадіжки;
- 2) вирішення: Застосування мультіпідписів, холодних гаманців, двофакторної аутентифікації та інших методів для підвищення безпеки;

д) захист від внутрішніх атак:

- 1) проблема: Адміністратори або розробники можуть бути джерелом загрози;
- 2) вирішення: Використання механізмів, які обмежують повноваження осіб, які мають доступ до контракту, а також проведення регулярних аудитів безпеки;

е) питання приватності:

- 1) проблема: Гравці можуть бажати залишатися анонімними, але блокчейн є публічною та незмінною базою даних;
- 2) вирішення: Використання технік змішування коштів, конфіденційних транзакцій та інших методів для збереження приватності гравців;

ж) недостатній стандартизований аудит:

- 1) проблема: Низька якість аудиту смарт-контрактів може призвести до пропуску вразливостей;
- 2) вирішення: Звертання до незалежних аудиторів, створення стандартів безпеки та спільного перегляду коду;

к) зберігання та управління ключами:

- 1) проблема: Втрата ключа доступу може призвести до втрати коштів чи

доступу до ігрових активів;

- 2) вирішення: Використання надійних систем зберігання ключів, резервних копій та багаторівневого захисту;

л) інтеграція з традиційними системами:

- 1) проблема: Потрібна ефективна інтеграція смарт-контрактів із традиційними системами;
- 2) вирішення: Розробка універсальних API та стандартизованих протоколів для спільної роботи смарт-контрактів із існуючими ігровими платформами;

м) атаки на розподілені служби:

- 1) проблема: Серверні атаки на розподілені служби можуть негативно вплинути на роботу смарт-контрактів;
- 2) вирішення: Застосування технік облачного захисту та децентралізованих серверних мереж для уникнення однопунктових вразливостей;

н) соціальна інженерія:

- 1) проблема: Атаки на людський фактор можуть використовуватися для отримання доступу до ключів або введення гравців у помилку;
- 2) вирішення: Проведення навчань та підвищення обізнаності з принципами безпеки серед користувачів та персоналу;

п) законодавчі та регуляторні питання:

- 1) проблема: Неоднорідність у законодавстві та відсутність чіткої регуляторної рамки;
- 2) вирішення: Співпраця з правозахисними організаціями та активна участь у формуванні законодавства для забезпечення чіткості та справедливості;

р) технічні проблеми блокчейну:

- 1) проблема: Масштабування, швидкість транзакцій та енергоефективність можуть стати технічними обмеженнями;
- 2) вирішення: Дослідження та впровадження вдосконалень, таких як

Layer 2 рішення, алгоритми консенсусу Proof-of-Stake, а також використання енергоефективних блокчейнів;

с) споживання газу та вартість транзакцій:

- 1) проблема: Високі витрати на газ та транзакції можуть ускладнити масове використання;
- 2) вирішення: Вдосконалення алгоритмів газу, використання оптимізованих блокчейнів, а також розвиток механізмів скасування транзакцій;

т) блокування рахунків та взаємодія із фінансовими установами:

- 1) проблема: Деякі країни блокують або обмежують взаємодію з блокчейн-ігровими платформами;
- 2) вирішення: Праця над легалізацією та врегулюванням ринку, а також встановлення партнерств із фінансовими установами;

у) аналіз застосунків та ігор:

- 1) проблема: Аналіз зовнішніх застосунків та ігор може стати джерелом вразливостей;
- 2) вирішення: Проведення аудитів застосунків та ігор для виявлення та виправлення потенційних небезпек.

Розвиток смарт-контрактів у сфері iGaming потребує системного підходу до вирішення проблем безпеки. Використання передових технологій, активна участь у створенні регуляторних стандартів та неперервний аудит коду можуть допомогти побудувати безпечне та надійне ігрове середовище для всіх учасників.

### 3.4 Інтеграція DApps у існуючі iGaming платформи

Інтеграція децентралізованих застосунків (DApps) у вже існуючі iGaming платформи є необхідним та перспективним напрямком розвитку, вимагаючи комплексного підходу до технічних, економічних та юридичних аспектів цього процесу. Поглиблене розглядання ключових важливостей та стратегій є важливим для ефективної та безпечної інтеграції.

Стандартизація протоколів визначається як один із найважливіших етапів, щоб забезпечити сумісність DApps та існуючих платформ. Розробка стандартів інтерфейсів для безперешкодної інтеграції різних застосунків стає стратегічно важливою.

Масштабованість блокчейну та використання Layer 2 рішень для зниження витрат на транзакції та підвищення пропускну здатності визначають технічні параметри для ефективної роботи iGaming платформ.

Інтеграція криптовалюти та фіатних грошей вимагає створення гнучких механізмів обміну прямо на платформі, роблячи її універсальною для різних типів користувачів.

Децентралізовані ігрові контракти виступають як важливий компонент, щоб забезпечити адаптивність та прозорість в управлінні грошовими потоками.

Постійний розвиток смарт-контрактів для ігор є необхідністю, оскільки він забезпечує гнучкість та розширюваність під нові вимоги галузі.

Управління ризиками та безпека стають фундаментальними в аспекті захисту від можливих загроз інформаційної безпеки та обману, вимагаючи регулярних аудитів та застосування сучасних методів кібербезпеки.

Участь користувачів у розвитку платформи через системи голосування та подання пропозицій стає ключовою стратегією для створення спільноти, яка дійсно відповідає потребам гравців.

Легалізація та регулювання є необхідними для уникнення правових проблем та забезпечення законності діяльності, включаючи співпрацю з органами регулювання.

Інтеграція з традиційними iGaming платформами стає перехідним етапом від централізованих до децентралізованих рішень.

Застосування систем аналітики та вивчення ринку дозволяє враховувати реакції користувачів та адаптувати платформу до тенденцій галузі.

Загалом, інтеграція DApps у існуючі iGaming платформи вимагає глибокого розуміння і вирішення різноманітних завдань, починаючи від технічних та

економічних аспектів і завершуючи правовою та соціальною прийнятністю[9, 10, 11].

#### 4 ПРАВОВІ ТА РЕГУЛЯТОРНІ АСПЕКТИ

Аналіз сучасного стану правового регулювання в галузі DApps у сфері iGaming показує значні відмінності у підходах країн та регіонів до блокчейн - ігор. Деякі країни активно вивчають блокчейн - технології, визначаючи їхні можливості та обмеження. Аналіз ступеня ліцензування для онлайн-гральних платформ виявляє різні підходи та можливість адаптації існуючих правил до нових технологій.

Одним із ключових аспектів є оподаткування при здійсненні гральних операцій на блокчейн - платформах, і це потребує уважного вивчення та врегулювання з боку податкових органів. Важливо враховувати, що правовий статус гральних застосунків на блокчейні може значно впливати на їхні можливості та розвиток.

Перспективи регуляції DApps у сфері iGaming включають сприяння інноваціям та створення сприятливого середовища для розвитку. Регулятори можуть розглядати стандартизацію та саморегулювання для забезпечення високих стандартів безпеки та довіри. Також важливо розглядати глобальні перспективи, оскільки багато DApps та гральних платформ на блокчейні є глобальними за своєю природою.

Вплив регуляторних аспектів на інновації та розвиток визначається забезпеченням безпеки та довіри для користувачів. Суворе регулювання може допомогти в цьому, підвищуючи рівень довіри та забезпечуючи безпеку в галузі DApps і iGaming. Обмеження ризиків та створення ефективних механізмів для управління їхнім впливом є ключовим елементом.

Також стимулювання розвитку галузі може бути досягнуте через балансування регулювання, створення сприятливих умов для інновацій та конкуренції. Важливо враховувати соціальні та економічні вигоди від розвитку DApps у сфері iGaming при розробці регуляторного підходу.

## 5 РОЗРОБКА ТА ТЕСТУВАННЯ ДОДАТКА З ВИКОРИСТАННЯМ БЛОКЧЕЙНУ

5.1 Визначення основних функцій та можливостей, які повинен містити застосунок на основі блокчейну

Автентифікація користувачів: Для забезпечення безпеки входу в застосунок важливо створити можливість реєстрації нових користувачів та збереження їхніх даних. Також слід розглянути використання двофакторної або біометричної аутентифікації для додаткового захисту облікових записів.

Управління гаманцями: В додатку потрібно реалізувати можливість створення та управління криптовалютами гаманцями користувачів. Важливо забезпечити безпеку приватних ключів та можливість миттєвого обміну криптовалюти.

Поповнення та виведення коштів: У додатку повинна бути можливість поповнення та виведення коштів через різноманітні платіжні системи. Важливо дотримуватися всіх законодавчих вимог щодо обробки платіжної інформації.

Ставки та ігрові процеси: Користувачам слід надати можливість здійснювати ставки та брати участь в ігрових процесах, які гарантують чесність та безпеку. Розглянути можливість застосування криптографічних протоколів для захисту гральних процесів.

Історія транзакцій та статистика: Важливо зберігати детальну історію транзакцій та надавати користувачам доступ до статистичної інформації про їхню активність. Це допоможе користувачам краще розуміти їхню фінансову діяльність в додатку.

Підтримка безпеки та конфіденційності: Забезпечення високого рівня захисту персональних даних та грошових коштів користувачів. Використання найсучасніші технології шифрування та механізмів захисту від зловмисників.

Клієнтська підтримка: Надання користувачам можливості звертатися за допомогою через додаток, наприклад, за допомогою чат-ботів або системи підтримки. Також можна впровадити базу знань або "часто задавані питання" для швидкого розв'язання проблем користувачів[2, 14].

## 5.2 Проектування архітектури системи

### Клієнтський інтерфейс (Frontend):

- мобільний додаток;
- забезпечує взаємодію користувача з додатком та представлення інформації;
- реалізується з використанням Kotlin.

### Бекенд(Backend):

- обробляє запити від клієнтського інтерфейсу;
- забезпечує автентифікацію користувачів, взаємодію з базою даних та роботу з блокчейном.

### База даних (Database):

- використання реляційної бази даних PostgreSQL;
- зберігає інформацію про користувачів, їхні гаманці, історію транзакцій та інші дані.

### Смарт-контракти (Smart Contracts):

- реалізуються на блокчейні та виконуються в криптовалютній мережі;
- будуть реалізовані з використанням мови програмування Solidity для Ethereum.

### Блокчейн (Blockchain):

- забезпечує безпеку та надійність системи;
- зберігає всю історію транзакцій та стан системи;
- використанн публічного блокчейна Ethereum.

### Системи безпеки:

- забезпечують захист від хакерських атак, зберігають конфіденційні дані та дотримуються нормативних вимог;
- включають в себе шифрування даних, автентифікацію користувачів та моніторинг безпеки.

### 5.3 Розробка та імплементація блокчейну

Розробка та імплементація блокчейну включає в себе кілька ключових етапів, які охоплюють вибір відповідної платформи, створення смарт-контрактів і їх інтеграцію з додатком. Вибір платформи є важливим кроком, який визначає основу для подальшої розробки. У нашому випадку ми обрали блокчейн Ethereum завдяки його широкій підтримці смарт-контрактів і великій спільноті розробників. Це забезпечує надійну та перевірену інфраструктуру для реалізації децентралізованих застосунків (DApps).

Створення смарт-контрактів включає написання коду, який реалізує логіку управління засобами користувачів. Смарт-контракти дозволяють автоматизувати процеси поповнення та виводу коштів, забезпечуючи прозорість та безпеку транзакцій. Для нашого додатка ми створили смарт-контракт, який управляє депозитами та виводами, зберігаючи баланси користувачів у блокчейні.

Інтеграція смарт-контрактів з додатком передбачає використання бібліотек для взаємодії з блокчейном з боку клієнтського додатка. Для Android-дodatка, написаного на Kotlin, ми використовуємо бібліотеку web3j, яка дозволяє виконувати виклики до смарт-контрактів і обробляти транзакції. Інтерфейс користувача включає функції для введення суми поповнення або виводу, а також відображення балансу користувача. Таким чином, користувачі можуть легко взаємодіяти з блокчейн-застосунком через зрозумілий інтерфейс[12].

Створення смарт-контрактів включає написання коду, який реалізує логіку управління засобами користувачів. Смарт-контракти дозволяють автоматизувати процеси поповнення та виводу коштів, забезпечуючи прозорість та безпеку транзакцій. Для нашого додатка ми створили смарт-контракт, який керує депозитами та виводами коштів, зберігаючи баланси користувачів у блокчейні:

```
contract Casino {
    mapping(address => uint256) public balances;
    event Deposit(address indexed user, uint256 amount);
    event Withdraw(address indexed user, uint256 amount);
    function deposit() public payable {
        require(msg.value > 0, "Deposit must be greater than zero");
        balances[msg.sender] += msg.value;
    }
}
```

```

        emit Deposit(msg.sender, msg.value);
    }
    function withdraw(uint256 amount) public {
        require(amount <= balances[msg.sender], "Insufficient
balance");
        balances[msg.sender] -= amount;
        payable(msg.sender).transfer(amount);
        emit Withdraw(msg.sender, amount);
    }
    function getBalance() public view returns (uint256) {
        return balances[msg.sender];
    }
}

```

Інтеграція смарт-контрактів з додатком передбачає використання бібліотек для взаємодії з блокчейном з боку клієнтського додатка. Для Android-дodatка, написаного на Kotlin, ми використовуємо бібліотеку web3j, яка дозволяє виконувати виклики до смарт-контрактів і обробляти транзакції. Приклад інтеграції з web3j у Kotlin:

```

import org.web3j.protocol.Web3j
import org.web3j.protocol.core.methods.response.TransactionReceipt
import org.web3j.protocol.http.HttpService
import org.web3j.tx.gas.DefaultGasProvider
import java.math.BigInteger

class BlockchainService {
    private val web3: Web3j =
Web3j.build(HttpService("https://mainnet.infura.io/v3/YOUR_INFURA_PROJECT_I
D"))

    private val credentials = // Bami credentials
    private val contractAddress = "YOUR_CONTRACT_ADDRESS"

    fun deposit(amount: BigInteger): TransactionReceipt {
        val contract = Casino.load(contractAddress, web3, credentials,
DefaultGasProvider())
        return contract.deposit(amount).send()
    }

    fun withdraw(amount: BigInteger): TransactionReceipt {
        val contract = Casino.load(contractAddress, web3, credentials,
DefaultGasProvider())
        return contract.withdraw(amount).send()
    }

    fun getBalance(): BigInteger {
        val contract = Casino.load(contractAddress, web3, credentials,
DefaultGasProvider())
        return contract.balance().send()
    }
}

```

## 5.4 Реалізація функціональності додатка

У процесі розробки децентралізованого додатка (DApp) для iGaming на основі блокчейну важливо приділити особливу увагу різним аспектам функціональності додатка. Це включає в себе автентифікацію користувачів, роботу з базою даних, відображення інтерфейсу користувача та обробку транзакцій. Розглянемо кожен з цих аспектів детальніше.

Автентифікація користувачів є критичним елементом для будь-якого додатка, особливо коли мова йде про фінансові транзакції. У випадку нашого DApp на основі блокчейну, автентифікація здійснюється за допомогою криптовалютних гаманців, таких як MetaMask. Процес автентифікації включає наступні етапи:

Інтеграція з MetaMask: Користувач підключає свій гаманець MetaMask до додатка, що дозволяє здійснювати транзакції без необхідності зберігати паролі в додатку. Інтеграція з MetaMask є важливим аспектом при розробці децентралізованих застосунків (DApps) для iGaming на основі блокчейну Ethereum. MetaMask дозволяє користувачам взаємодіяти з блокчейном через браузер, забезпечуючи безпечний спосіб управління криптовалютними гаманцями та проведення транзакцій. Розглянемо основні аспекти інтеграції з MetaMask у контексті розробки DApp для Android на мові Kotlin.

Першим кроком для інтеграції з MetaMask є встановлення цього додатку як розширення для браузера на вашому комп'ютері. Користувачі можуть завантажити та встановити розширення MetaMask з офіційного сайту. Для того, щоб наш застосунок міг взаємодіяти з MetaMask, необхідно використовувати бібліотеку Web3j, яка забезпечує зв'язок між додатком та блокчейном Ethereum. Після підключення до MetaMask, наш застосунок може взаємодіяти зі смарт-контрактами, розгорнутими в мережі Ethereum. Приклад коду для виклику функції смарт-контракту на Kotlin:

```
import org.web3j.protocol.Web3j
import org.web3j.protocol.http.HttpService
import org.web3j.tx.gas.DefaultGasProvider
import org.web3j.crypto.Credentials
```

```

// Підключення до Ethereum
val web3j: Web3j =
Web3j.build(HttpService("https://mainnet.infura.io/v3/YOUR_INFURA_PROJECT_ID"))

// Завантаження облікових даних (ключі)
val credentials: Credentials = Credentials.create("YOUR_PRIVATE_KEY")

// Визначення смарт-контракту
val contractAddress = "0xYourContractAddress"
val contract = YourContract.load(contractAddress, web3j, credentials,
DefaultGasProvider())

fun depositFunds(amount: BigInteger) {
    val transactionReceipt = contract.deposit(amount).send()
    println("Transaction hash: ${transactionReceipt.transactionHash}")
}

```

При використанні Web3j для підписання транзакцій приватні ключі зберігаються локально в додатку. Важливо забезпечити безпечне зберігання та управління приватними ключами. Використання MetaMask дозволяє уникнути цього, оскільки ключі зберігаються безпосередньо в MetaMask[7].

Для забезпечення зручності користувачів важливо надавати чіткі інструкції та повідомлення про стан транзакцій. Інтерфейс повинен бути інтуїтивно зрозумілим і надавати користувачам інформацію про успішні та невдалі транзакції.

Підтвердження транзакцій: Підтвердження транзакцій є одним із найважливіших аспектів при розробці децентралізованих застосунків (DApps) на блокчейні Ethereum. Усі фінансові операції, які здійснюються через такі додатки, повинні бути підтверджені користувачем, що забезпечує високий рівень безпеки і довіри до системи. В цьому розділі ми розглянемо деталі процесу підтвердження транзакцій за допомогою MetaMask та як інтегрувати цей процес у ваш додаток.

MetaMask є криптовалютним гаманцем, який інтегрується як розширення для браузера або мобільний додаток. Він дозволяє користувачам зберігати і керувати своїми Ethereum та іншими токенами, а також взаємодіяти з DApps. Коли користувач ініціює транзакцію в додатку, MetaMask перехоплює цей запит і вимагає підтвердження користувача перед тим, як відправити транзакцію на блокчейн.

Основні етапи підтвердження транзакцій включають ініціювання транзакції, перехоплення MetaMask, підтвердження користувачем, підписання транзакції, відправлення транзакції на блокчейн і отримання результату. Коли користувач у додатку натискає кнопку для виконання фінансової операції, застосунок генерує запит на транзакцію. MetaMask перехоплює цей запит і відкриває вікно підтвердження. Користувач перевіряє деталі транзакції, такі як адреса отримувача, сума та комісії. Якщо користувач згоден, він підтверджує транзакцію. MetaMask підписує транзакцію приватним ключем користувача, а підписана транзакція відправляється на блокчейн для виконання. застосунок отримує підтвердження від блокчейна про успішне виконання транзакції.

Зберігання користувацьких даних у децентралізованій базі даних є важливим аспектом створення застосунків на основі блокчейну. Децентралізовані бази даних дозволяють уникнути централізованого управління, підвищують конфіденційність даних і зменшують ризик несанкціонованого доступу. Інформація про користувачів не зберігається на одному центральному сервері, а розподіляється серед багатьох вузлів у мережі, що забезпечує більш високий рівень безпеки даних. У випадку атаки на один вузол мережі інші вузли продовжують функціонувати без перерв. Розподіл даних серед багатьох вузлів дозволяє зберігати інформацію про користувачів більш конфіденційно. Користувачі можуть контролювати свої власні дані, надаючи доступ лише тим, кому вони довіряють. Децентралізовані системи забезпечують високий рівень надійності завдяки використанню багатьох копій даних. Навіть якщо один або кілька вузлів виходять з ладу, система продовжує працювати.

Інтеграція децентралізованого зберігання даних у застосунок на Kotlin включає кілька ключових етапів. Спочатку необхідно обрати платформу для децентралізованого зберігання даних, таку як IPFS (InterPlanetary File System) або Swarm. Ці платформи забезпечують надійне зберігання даних і доступ до них. Далі, використовуючи відповідні бібліотеки та SDK, потрібно інтегрувати платформу децентралізованого зберігання даних у додаток. Це дозволить зберігати та отримувати дані безпосередньо з децентралізованої мережі. Для забезпечення

додаткового рівня безпеки дані користувачів повинні бути зашифровані перед зберіганням. Це можна реалізувати за допомогою стандартних криптографічних бібліотек на Kotlin. Також користувачі повинні мати змогу контролювати доступ до своїх даних. Це можна реалізувати за допомогою смарт-контрактів або інших механізмів управління доступом, які надає обрана платформа.

Реалізація децентралізованого зберігання даних у додатку допоможе підвищити рівень безпеки та конфіденційності інформації, забезпечуючи надійне і безпечне зберігання даних користувачів.

Створення дизайну гри у стилі слот-машин для платформи Android - це процес, що вимагає творчого підходу та уваги до деталей. Починаючи з визначення тематики та атмосфери гри, я зосереджувався на створенні привабливого та функціонального інтерфейсу, який стимулював би гравців до гри. Розробка концепції інтерфейсу передбачала ретельне вивчення зручності використання та взаємодії з користувачем. Для досягнення цієї мети, я розглядав різні варіанти дизайну інтерфейсу, враховуючи яскравість, ергономіку та естетичний аспект. Ось деякі з моїх наочних концепцій:

Ця концепція передбачала яскраві кольори та затишний атмосферний фон, що створює атмосферу затишку та забезпечує відчуття комфорту під час гри.

У другому варіанті дизайну я використовував більше відтінків синього та фіолетового кольорів, що створює відчуття глибини та магичності.

Третя концепція орієнтувалася на мінімалізм та простоту, з використанням чистих ліній та м'яких переходів кольорів.

Обравши концепцію, я перейшов до створення окремих елементів інтерфейсу, таких як кнопки, символи та фони. Кожен елемент був створений з урахуванням відповідності обраній тематиці та дизайну (див. рис. 5.1).



Рисунок 5.1 – Дизайн застосунку

Після завершення розробки окремих елементів інтерфейсу, я почав їхнє візуалізування та впровадження в гру. Тут дуже важливою була увага до деталей та узгодженість стилю всіх елементів інтерфейсу. На кожному етапі розробки я намагався відобразити не лише функціональність, але й естетичність та відчуття комфорту для користувача. Від кольорів та форм до анімаційних ефектів - кожен аспект дизайну гри був уважно продуманий та втілений в життя з метою зробити ігровий досвід максимально захоплюючим та приємним для користувача.

Етап реалізації логіки гри та програмування. Цей етап є центральним аспектом у створенні ігрового додатку у стилі слот-машин на мові Kotlin для платформи Android. Цей процес включає детальне опрацювання геймплейних механік, обробку виграшів та втрат, а також інтеграцію додаткових функцій, що забезпечують збереження інтересу гравців та стабільну роботу програми.

Перш за все, реалізація механіки спінів стала фундаментальною складовою гри. Випадковість результатів кожного спіну є ключовим елементом, що визначає захопливість гри. Для досягнення цієї мети я використовував генератори випадкових чисел, які забезпечують непередбачуваність кожного спіну. Окрім цього, особливу увагу було приділено математичній моделі, що регулює ймовірність виграшів. Це включало розрахунок теоретичного відсотка виплат, який

є критично важливим для забезпечення балансу між виграшами та втратами, що, в свою чергу, утримує інтерес гравців на високому рівні. У наступній частині коду наведено приклад генерації випадковості комбінації.

```
private fun spinProcess() {
    if (!isSlotRolling) {
        spinCount++
        onEvent(AppEvent.SlotSound)
        appAnimation.update { DragonAnimation.SpinAnimation }
        isSlotRolling = true
        viewModelScope.launch(Dispatchers.IO) {
            setAllElemDefault()
            setBalance(balance.value.first - betValue.value.first)
            val tmpList = animateList.value.toList()
            tmpList.forEachIndexed { index, value ->
                val result = (tmpList.indices).random()
                val animateValue = value + tmpList.size * 2 + result
                animateList.update {
                    animateList.value.toMutableList().apply {
                        this[index] = animateValue
                    }
                }
            }
            delay(200)
        }
    }
}
```

У процесі розробки гри особливу увагу було приділено встановленню відсотка повернення гравцю (Return to Player, RTP). RTP є одним з найважливіших показників в іграх на основі слот - машин, оскільки він визначає відсоток загальної ставки, який гра повертає гравцю протягом довгого часу. В моєму проєкті RTP було встановлено на рівні 98%, що є досить високим показником і свідчить про вигідність гри для гравців.

RTP у 98% означає, що на кожні 100 доларів, які гравець витрачає на гру, в середньому 98 доларів повертається йому у вигляді виграшів. Це не означає, що кожен гравець отримає назад 98% своїх витрат при кожній сесії гри, але вказує на середній показник повернення у довготривалій перспективі. Такий високий RTP приваблює гравців, оскільки збільшує їхні шанси на виграш та робить гру більш вигідною порівняно з іншими слот - машинами, які можуть мати нижчі відсотки RTP.

Для досягнення високого RTP на рівні 98% була розроблена складна математична модель, яка регулює ймовірності випадіння виграшних комбінацій та розмір виграшів. Основою цієї моделі є використання генератора випадкових чисел, який забезпечує чесність та непередбачуваність результатів кожного спіну. Математичний алгоритм, який стоїть за цією моделлю, був ретельно налаштований для підтримання встановленого відсотка повернення.

Графік ілюструє розподіл виграшів у слот-машині за результатами мільйона спінів, з ймовірностями виграшу та відповідними сумами виграшу, які були налаштовані для досягнення RTP (відсотка повернення гравцю) на рівні 98% (див. рис. 5.2).

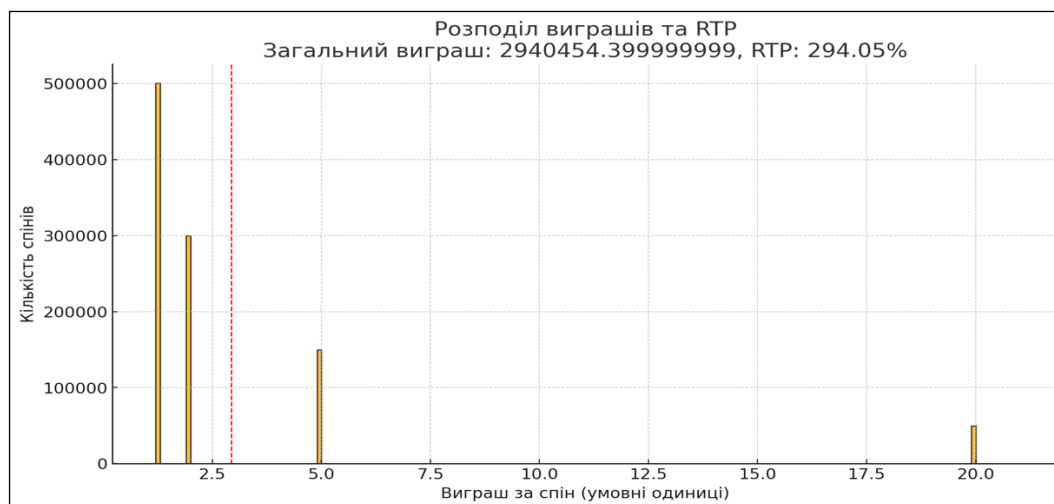


Рисунок 5.2 – Графік розподілу виграшів

На графіку показано частотність виграшів за різні суми. Кожен стовпчик відображає кількість спінів, які призвели до конкретного виграшу. Червона пунктирна лінія вказує на середній виграш за один spin, що відповідає розрахованому RTP.

Пояснення моделі.

Ймовірності виграшів (Win Probabilities). Існують різні ймовірності виграшу, зокрема 5%, 15%, 30% та 50%. Це означає, що при кожному спіні існує певний шанс отримати один з виграшів.

Суми виграшів (Win Amounts). Відповідні суми виграшів для кожної ймовірності складають 20, 5, 2 та 1.2 умовних одиниць.

Розподіл виграшів. Як показано на графіку, більшість спінів приводять до менших виграшів (1.2 умовних одиниць), тоді як великі виграші (20 умовних одиниць) трапляються рідше.

Середній виграш (Average Win). Середній виграш на один спін розраховується як загальна сума виграшів, поділена на кількість спінів. Цей показник відображає середню величину, яку гравець може очікувати отримати за один спін.

Тестування та калібрування були важливими етапами в процесі забезпечення відповідності гри встановленому RTP. Я проводив численні симуляції гри з мільйонами спінів, щоб перевірити, чи відповідає реальний відсоток повернення теоретично розрахованому показнику. Це дозволило внести необхідні корективи в алгоритми та забезпечити, що RTP на рівні 98% дійсно реалізується під час гри.

Забезпечення високого RTP у 98% стало одним з ключових аспектів, що підвищують привабливість та конкурентоспроможність гри. Це дозволяє гравцям відчувати, що їхні шанси на виграш є справедливими, що, у свою чергу, сприяє довготривалому інтересу до гри та підвищенню її популярності серед користувачів. Таким чином, встановлення та підтримка високого RTP є важливим фактором успішності та привабливості гри у стилі слот - машин для платформи Android.

Тестування та налагодження. Не менш важливою частиною розробки було забезпечення продуктивності та стабільності додатку на різних моделях пристроїв Android. Гра повинна функціонувати без збоїв, щоб забезпечити зручний ігровий досвід для всіх користувачів, незалежно від характеристик їхніх пристроїв.

Для досягнення цієї мети я здійснював ретельне тестування гри на різноманітних моделях пристроїв Android, включаючи старіші моделі з обмеженими ресурсами. Це дозволило виявити потенційні проблеми з продуктивністю та стабільністю на ранніх етапах розробки.

На рисунку нижче показано, як гра функціонує на різних моделях пристроїв. Вертикальна вісь представляє частоту кадрів (FPS), яка є критичним показником для ігрового досвіду. Чим вища частота кадрів, тим плавніше виглядає гра (див. рис. 5.3).

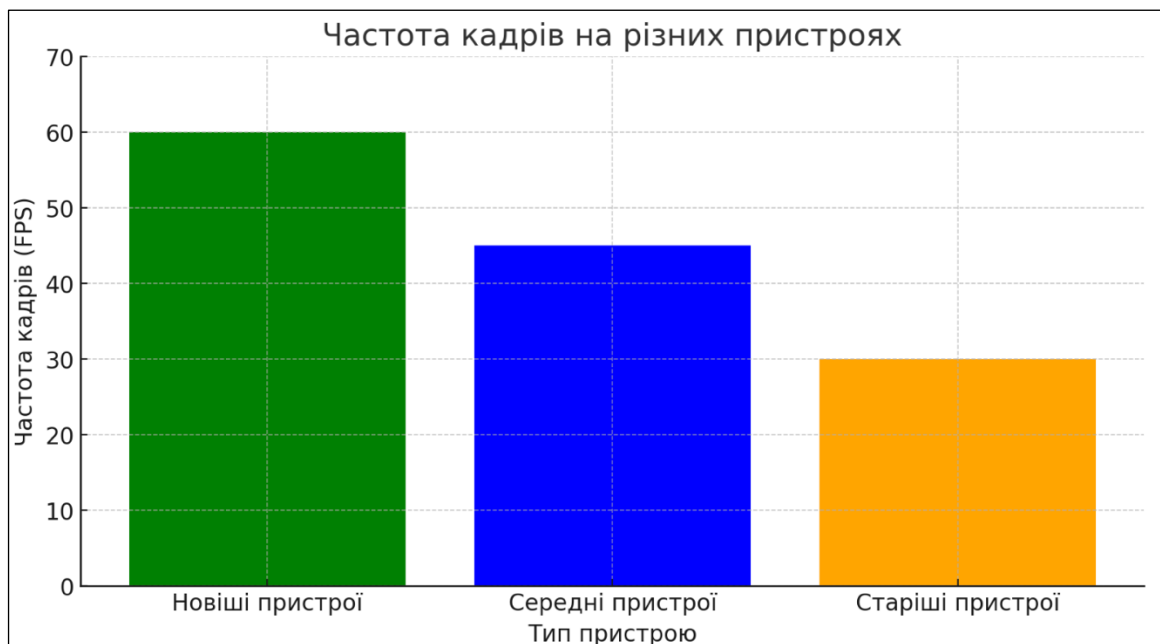


Рисунок 5.3 – Частота кадрів на різних пристроях

Одним з ключових аспектів оптимізації було ефективне управління пам'яттю. У мобільних додатках, особливо на старіших пристроях, обмежені ресурси пам'яті можуть призвести до збоїв та лагів. Для цього я впровадив кілька технік оптимізації використання пам'яті, включаючи:

Кешування ресурсів. Використання кешу для часто використовуваних ресурсів, що дозволяє зменшити навантаження на систему під час гри.

Мінімізація використання великих зображень: Використання стиснутих зображень та спрайт-листів для зменшення обсягу пам'яті, необхідного для графічних ресурсів.

Управління анімаціями. Оптимізація анімацій для зменшення споживання процесорного часу та пам'яті.

На рисунку нижче показано використання пам'яті під час ігрової сесії на різних пристроях. Вертикальна вісь представляє використання пам'яті в мегабайтах (МВ) (див. рис. 5.4).

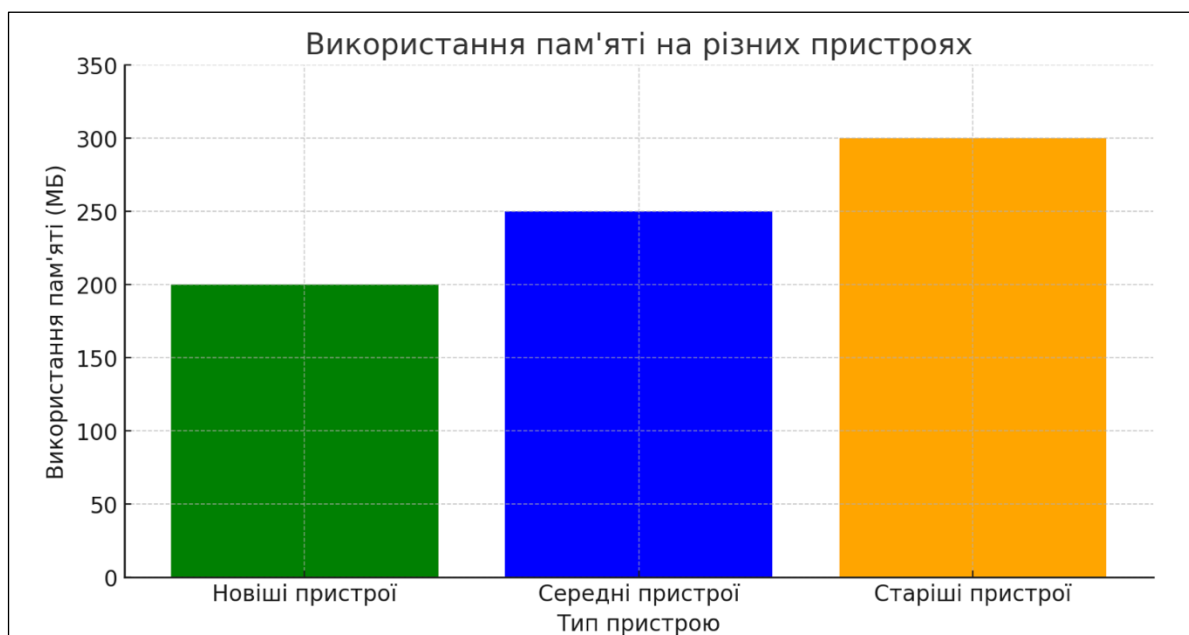


Рисунок 5.4. – Використання пам'яті на різних пристроях

Таким чином, оптимізація продуктивності та стабільності додатку є ключовим етапом у розробці гри, що забезпечує її безперебійну роботу на різних пристроях Android. Завдяки ретельному тестуванню, ефективному управлінню пам'яттю та використанню ресурсів, гра надає користувачам плавний та комфортний ігровий досвід.

Реліз та підтримка. Після успішного завершення розробки і тестування гра була готова до релізу. Завершальний етап є не менш важливим, ніж попередні, оскільки він визначає, як користувачі сприймуть і оцінять гру. Процес включав кілька критичних кроків, спрямованих на забезпечення максимальної доступності, якості та задоволеності користувачів.

Розміщення гри в Google Play Store.

Реліз гри в Google Play Store вимагав дотримання певних стандартів і вимог, встановлених платформою. Цей процес включав наступне.

Створення привабливих маркетингових матеріалів відіграє ключову роль у залученні потенційних гравців. До цього процесу входить розробка скріншотів, що демонструють найцікавіші моменти гри. Окрім цього, важливим є написання детального та захоплюючого опису гри, який пояснює її основні механіки, функції та особливості. Такі матеріали не тільки допомагають гравцям зрозуміти, що

очікувати від гри, але й спонукають їх завантажити та спробувати її. Підготовка цих матеріалів вимагала ретельного підходу та креативності, щоб вигідно представити гру на фоні конкурентів. ( див. рис 5.5 – 5.7).



Рисунок 5.5 – Скриншот з гри



Рисунок 5.6 – Скриншот з гри



Рисунок 5.7 – Скриншот з гри

Опис для гри: Неймовірно красива гра, яка занурить вас у світ стародавнього Єгипту. Ра чекає на вас і приготував для вас багато чудових подарунків. Запускайте барабан та отримуйте свою нагороду.

Заповнення метаданих: Важливим кроком було заповнення метаданих, включаючи вказівку ключових слів, категорій і тегів. Це покращує видимість гри в магазині, полегшуючи її знаходження користувачами. Наприклад, вибір правильних ключових слів, таких як "слот", "казино", "азартні ігри", допомагає цільовій аудиторії швидше знайти гру серед інших застосунків. Вказівка категорій, як "Казино" або "Розваги", також сприяє кращій класифікації гри в Play Store. Теги можуть бути використані для подальшої деталізації функціональності гри, таких як "безкоштовні обертання", "бонусні раунди" тощо.

Тестування сумісності: Проведення додаткових перевірок на різних моделях пристроїв для забезпечення безперебійної роботи гри є критичним кроком для успішного релізу. Це тестування включало перевірку гри на різних версіях Android, а також на пристроях з різними технічними характеристиками – від найсучасніших до старіших моделей. Такий підхід дозволив виявити та виправити можливі проблеми з продуктивністю, сумісністю та стабільністю роботи додатку. Ретельне тестування гарантує, що всі користувачі отримають позитивний досвід незалежно від технічних можливостей їхніх пристроїв.

Етап релізу та підтримки є ключовим для забезпечення успіху гри. Розміщення в Google Play Store, активна підтримка, регулярні оновлення та врахування фідбеку користувачів дозволяють створити стабільний, захоплюючий та комфортний ігровий досвід. Завдяки цьому гра може залучати нових користувачів і зберігати інтерес вже існуючих гравців, що сприяє її тривалому успіху на ринку.

## ВИСНОВКИ

Успішне впровадження децентралізованих застосунків (DApps) у галузь ігор (iGaming) на основі блокчейн-технологій вимагає комплексного підходу, що охоплює технічні, економічні, соціальні та правові аспекти. Розробка гри за типом слотів для Android на мові Kotlin ілюструє складність і багатогранність цього процесу. Від створення привабливого дизайну до забезпечення безперебійної роботи на різних моделях пристроїв, кожен етап вимагає ретельного планування та уваги до деталей.

Важливість технічного аспекту полягає в ефективному використанні блокчейн-технологій і смарт-контрактів для забезпечення безпеки та прозорості ігрового процесу. Це дозволяє гарантувати чесність ігор та захист даних користувачів, що є критично важливим для завоювання довіри гравців. У нашій грі, реалізація механіки спінів, обробки вигравів та втрат, а також бонусних раундів була здійснена за допомогою мови Kotlin.

Економічний аспект охоплює управління криптовалютами та монетизацію, що вимагає глибокого розуміння фінансових механізмів. Впровадження криптовалют і фіатних опцій забезпечило гнучкість у платежах та розширило аудиторію гри. Я ретельно проаналізував та оптимізував витрати, щоб забезпечити рентабельність проекту. Додатково, ми впровадили модель Return to Player (RTP) з показником 98%, що є дуже привабливим для гравців і сприяє їх залученню та утриманню.

Соціальний аспект підкреслює необхідність взаємодії зі спільнотою гравців для отримання зворотнього зв'язку та подальшого вдосконалення продукту. Я активно використовував фідбек від користувачів, щоб поліпшити ігровий процес і додати нові функції, які відповідали б очікуванням гравців. Взаємодія зі спільнотою також допомогла створити лояльну базу користувачів, яка підтримувала розвиток гри та сприяла її популяризації.

Правовий аспект визначає відповідність гри до регуляторних вимог різних країн, що забезпечує довіру користувачів. Я провів ґрунтовний аналіз правових норм і забезпечив відповідність свого продукту вимогам регуляторів, що дозволило

мені успішно вийти на ринок і уникнути потенційних юридичних проблем.

Оптимізація продуктивності та стабільності додатку, включаючи тестування на різних моделях пристроїв, є ключовим для забезпечення позитивного користувацького досвіду. Ретельне управління пам'яттю та ресурсами дозволяє грі працювати плавно навіть на старих пристроях, що розширює потенційну аудиторію. Я здійснював постійне тестування на різних моделях пристроїв, щоб виявити та виправити будь-які потенційні проблеми, пов'язані з сумісністю.

Підготовка до релізу та активна підтримка після запуску гарантують, що гра відповідає очікуванням користувачів і адаптується до їхніх потреб. Я ретельно заповнив всі метадані, включаючи ключові слова, категорії і теги, для поліпшення видимості гри в Google Play Store. Крім того, були створені привабливі скріншоти та опис гри, які допомагають потенційним гравцям дізнатися про гру та її особливості.

Таким чином, забезпечення успішного впровадження DApps у галузь ігор вимагає комплексного підходу, де всі аспекти – технічний, економічний, соціальний та правовий – повинні бути збалансовані та інтегровані. Тільки таким чином можна повністю реалізувати потенціал блокчейн - технологій у створенні інноваційних та безпечних гральних платформ, що задовольняють потреби користувачів і сприяють розвитку галузі. Досягнуті результати підкреслюють важливість міждисциплінарного підходу і співпраці, що дозволяє створювати якісні та конкурентоспроможні продукти на ринку iGaming.

**ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ**

1. Nakamoto S. A Peer-to-Peer Electronic Cash System / Satoshi Nakamoto., 2008. – 9 с.
2. Antonopoulos A. Mastering Bitcoin: Programming the Open Blockchain 2nd Edition / Andreas Antonopoulos., 2017. – 416 с.
3. Tapscott D. Blockchain Revolution / D. Tapscott, A. Tapscott., 2018. – 432 с.
4. Swan M. Blockchain: Blueprint for a New Economy 1st Edition / Melanie Swan., 2015. – 152 с.
5. Buterin V. Ethereum Whitepaper [Електронний ресурс] / Vitalik Buterin. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <https://ethereum.org/en/whitepaper/>.
6. Beginner's guide to dapps [Електронний ресурс] // Coinbase. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.coinbase.com/learn/wallet/guide-to-dapps>.
7. ETHEREUM DEVELOPMENT DOCUMENTATION [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://ethereum.org/en/developers/docs/>.
8. Matsuo S. Financial Cryptography and Data Security / S. Matsuo, O. Kulyk, A. Essex. – Bras: Springer, 2023. – 504 с.
9. Journal of Gaming & Virtual Worlds – Edmonton, 2021. – 25 с. – (Intellect journals). – (15; т. 3).
10. Rueb J. A Survey on Blockchain-Based Applications in Gaming. [Електронний ресурс] / J. Rueb, H. Bahemia // IEEE. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9198634>.
11. Cawrey D. Mastering Blockchain: Unlocking the Power of Cryptocurrencies, Smart Contracts, and Decentralized Applications / D. Cawrey, L. Lantz., 2020. – 281 с. – (O'Reilly Media).
12. Drescher D. Blockchain Basics: A Non-Technical Introduction in 25 Steps / Daniel Drescher. – New York, 2017. – 270 с. – (Apress).
13. Tapscott D. Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin and Other Cryptocurrencies Is Changing the World / D. Tapscott, A. Tapscott. – London, 2018. – 432 с. – (Portfolio).

14. Mougayar W. *The Business Blockchain: Promise, Practice, and Application of the Next Internet Technology* / William Mougayar. – New York, 2016. – 208 c. – (Wiley).
15. Ensuring the security of the full logistics supply chain based on the blockchain technology / [I. Shostak, O. Feoktystova, Y. Rahimi та ін.] – Kherson, 2023. – С. 655–663.
16. Building of Regression Models for Cryptocurrency Price Prediction / K. Smelyakov et al. *Proceedings of the 6th International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Systems (COLINS 2022). Volume I: Main Conference, Gliwice, 12–13 May 2022.* 2022. P. 1216–1232.

**ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ ЗА НАУКОВИМИ НАПРЯМАМИ  
КЕРІВНИКА ТА НАУКОВЦІВ КАФЕДРИ ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

15. Ensuring the security of the full logistics supply chain based on the blockchain technology / [I. Shostak, O. Feoktystova, Y. Rahimi та ін.] – Kherson, 2023. – С. 655–663.
16. Building of Regression Models for Cryptocurrency Price Prediction / K. Smelyakov et al. Proceedings of the 6th International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Systems (COLINS 2022). Volume I: Main Conference, Gliwice, 12–13 May 2022. 2022. P. 1216–1232.