

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет фізико-математичний**  
**Кафедра інформатики та прикладної математики**

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ В. М. Соловйов  
(підпис)

Реєстраційний № \_\_\_\_\_

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

**Настільна гра з використанням технології NFC**

Кваліфікаційна робота студента  
групи Ім-16

ступінь вищої освіти магістр

спеціальності

014.09 Середня освіта (Інформатика)

Моїсеєва Олександра Андрійовича

Керівник к. ф.-м. н., доц.

Мерзликін Павло Володимирович

Оцінка:

Національна шкала \_\_\_\_\_

Шкала ECTS \_\_\_\_\_ Кількість балів \_\_\_\_\_

Голова ЕК \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище, ініціали)

Члени ЕК \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище, ініціали)

Кривий Ріг – 2021

## ЗАПЕВНЕННЯ

Я, Моїсеєв Олександр Андрійович, розумію і підтримую політику Криворізького державного педагогічного університету з академічної доброчесності. Запевняю, що ця кваліфікаційна робота виконана самостійно, не містить академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Я не надавав і не одержував недозволену допомогу під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають покликання на відповідне джерело. Із чинним Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату в роботах здобувачів вищої освіти Криворізького державного педагогічного університету ознайомлений. Чітко усвідомлюю, що в разі виявлення у кваліфікаційній роботі порушення академічної доброчесності робота не допускається до захисту або оцінюється незадовільно.



**ЗМІСТ**

<b>ВСТУП</b>	<b>4</b>
<b>РОЗДІЛ 1</b>	
<b>ТЕХНОЛОГІЯ NFC І ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ В ІГРОВІЙ ІНДУСТРІЇ</b>	<b>6</b>
1.1 Загальна характеристика технології NFC	6
1.2 Огляд наявних реалізацій настільних ігор з використанням технології NFC	12
1.3 Постановка задачі	16
Висновки до розділу 1	17
<b>РОЗДІЛ 2 ПРОЄКТУВАННЯ НАСТІЛЬНОЇ ГРИ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ NFC</b>	<b>18</b>
2.1 Вибір інструментів розробки	18
2.1.1 Вибір платформи для розробки	18
2.1.2 Вибір середовища програмування	24
2.3. Проектування ігрової логіки	26
2.4. Проектування графічної складової гри	29
Висновки до розділу 2	36
<b>РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ НАСТІЛЬНОЇ ГРИ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ NFC</b>	<b>36</b>
3.1 Реалізація програмування NFC тегів	37
3.2 Створення інтерфейсу програми	37
3.3 Основні функції програми	40
3.4 Тестування програмного забезпечення	45
Висновки до розділу 3	45
<b>ВИСНОВКИ</b>	<b>46</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	<b>47</b>

## ВСТУП

З кожним роком ми все більше чуємо про технологію NFC. Ця технологія значного спрощує життя її користувачам. Її прототипи були створені в кінці минулого століття, це була технологія RFID. Дуже довго цій технології не приділяли достатню кількість уваги, оскільки діапазон передачі даних є дуже малим, і швидкість також є обмеженою.

Проте зовсім нещодавно технологію знову почали використовувати, оскільки швидкість з'єднання двох пристроїв просто блискавична. І зараз сфера її використання дуже широка.

NFC використовується в розумних будинках, візитівках, смарт-браслетах, смарт-годинниках, телефонах, але не можна не зазначити, що найактивніше ця технологія використовується в безконтактній оплаті.

Особливо популярною технологія NFC стала завдяки пандемії респіраторної хвороби COVID-19, спричиненої коронавірусом SARS-CoV-2 коли люди стали більше використовувати безконтактні засоби оплати та за можливості переходити від контактних комунікацій до безконтактних. В умовах пандемії значної популярності здобули настільні ігри, тому що люди почали більше часу проводити з сім'єю.

Це викликало значне збільшення популярності настільних ігор усіх жанрів. І в перспективі ні NFC, ні настільні ігри не втратять своєї популярності. Однак потенціал використання безконтактної технології NFC в настільних іграх усе ще повністю не розкритий. Таке поєднання є відносно новим, і тривають пошуки жанрів, де таке поєднання дозволить покращити й урізноманітнити ігровий процес.

Таким чином, тема роботи є **актуальною**.

**Об'єкт дослідження:** можливості використання технології NFC в ігровій індустрії.

**Предмет дослідження:** настільна гра з використанням технології NFC.

**Мета:** створити настільну гру з використанням технології NFC.

Для досягнення мети слід розв'язати такі **задачі:**

проаналізувати основи технології NFC;

порівняти наявні на ринку ігрові продукти, що використовують технологію NFC;

висунути функціональні вимоги до настільної гри;

обрати мобільну платформу;

обрати інструменти розробки відповідно до вимог і обраної платформи;

спроєктувати ігрову логіку та основні алгоритми;

розробити графічну складову гри;

здійснити тестування й, за необхідності, вдосконалення мобільного застосунку.

**Новизна** роботи полягає в тому, що створено нову настільну гру, частиною ігрового процесу якої є технологія NFC.

**Практичне значення** роботи полягає в тому, що створене програмне забезпечення може використовуватися шанувальниками настільних ігор у ігровому процесі.

# РОЗДІЛ 1

## ТЕХНОЛОГІЯ NFC І ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ В ІГРОВІЙ ІНДУСТРІЇ

### 1.1 Загальна характеристика технології NFC

NFC (Near Field Communication, «комунікація ближнього поля») — система бездротового високочастотного зв'язку малого радіусу дії, що дозволяє обмінюватися даними між пристроями, які знаходяться на відстані близько 10 см [3].

Модель передачі включає пристрій-ініціатор, що створює електромагнітне поле, і пристрій-ціль. Пристрій-ціль може бути як активним (наприклад, інший мобільний пристрій зв'язку або платіжний термінал), так і пасивним (радіомітка RFID, безконтактна карта). Підтримуються наявні формати радіоміток та безконтактних карток.

При роботі з пасивною міткою пристрій-ініціатор випромінює безперервний сигнал, а пристрій-ціль лише модулює створене таким чином електромагнітне поле. Пасивний пристрій-ціль, таким чином, можна розглядати як приймач-передавач. У разі роботи з активною міткою пристрої чергують порядок передачі, перериваючи своє випромінювання на час очікування відповіді. [1]

Аналогічно роботі систем із безконтактною картою, в системах на основі технології NFC зв'язок встановлюється між двома рамковими антенами, що знаходяться в межах ближнього поля один одного. Зв'язок відбувається в межах суспільно доступних та неліцензійних радіочастот ISM Band (Industrial, Scientific and Medical radio Band, Промислові, Наукові та Медичні радіочастоти), на частоті хвилі-носія 13,56 МГц. Переважна частина енергії інформаційного сигналу — в межах смуги 14 кГц, але при

використанні амплітудної модуляції повна ширина смуги може досягати 1,8 МГц.

Максимальна можлива дальність передачі даних із стандартними компактними антенами – 20 см.

Технологією NFC використовуються два види кодування сигналу.

У першому з них активний пристрій використовує дворівневе кодування двійкових даних (також зване в англійській мові джерелах кодуванням Міллера) зі 100% амплітудною модуляцією. Швидкість передачі у такому режимі становить 106 кб/с.

У другому активним пристроєм використовується код без повернення на нульовий рівень (також відомий як манчестерський код) з 10% амплітудною модуляцією. Швидкість передачі в такому режимі може становити 212 або 424 кб/с.

Пасивний пристрій завжди використовує манчестерський код із 10% амплітудною модуляцією.

Оскільки пристрої з підтримкою NFC можуть одночасно передавати та приймати дані, їм необхідно виявляти колізії. Виявлення колізій базується на порівнянні частот переданого та отриманого сигналу, і у разі їх збігу отриманий сигнал відкидається.

Технологія NFC не включає стандартів криптографічного захисту інформації, і передбачається, що він буде забезпечений протоколами верхніх рівнів.

Ця технологія бере свій початок у 1983 році, коли Чарльз Велтон отримав патент на «портативний радіочастотний випромінювач-ідентифікатор» [3].

В березні 2004 року відомі компанії, як-от Sony, Nokia, Royal Philips Electronics заснували NFC Forum [5], для стандартизації формату NFC, в 2011 році до них доєдналася Google [6].

Вони вирішили затвердити стандарт цієї технології. Зв'язок NFC запускається, коли два пристрої, сумісні з NFC, знаходяться в безпосередній близькості, приблизно в чотири сантиметри. Оскільки діапазон передачі настільки короткий, транзакції на основі NFC за своєю суттю захищені [3]; більше про це йтиметься далі. З цього можна зробити висновок, що ця технологія не дає змоги передавати дані з високою швидкістю, особливо порівняно з технологією «5G», яка набуває все більшої популярності й дозволяє передавати та обмінюватись даними на швидкості до 20 Гб/с за даними [7].

Проте ця технологія має й свої переваги. Раніше згадувана технологія «Bluetooth» має значно вищу швидкість передачі даних (24 Мб/с), проте швидкість з'єднання аж 6 с. NFC у свою чергу зв'язується з іншим пристроєм або чипом за 0,1 с, що набагато швидше [8].

Логічним продовженням цієї технології стала технологія Android Beam, що давала змогу передавати дані за допомогою «Bluetooth», але зв'язок та підключення пристроїв здійснювалися за допомогою NFC.

Передача великих об'єктів, як-от зображень, мультимедійних файлів та ін., не єдине призначення цієї технології. У 2021 році найчастіше її використовують для здійснення операцій з POS-терміналами (рис. 1.1).



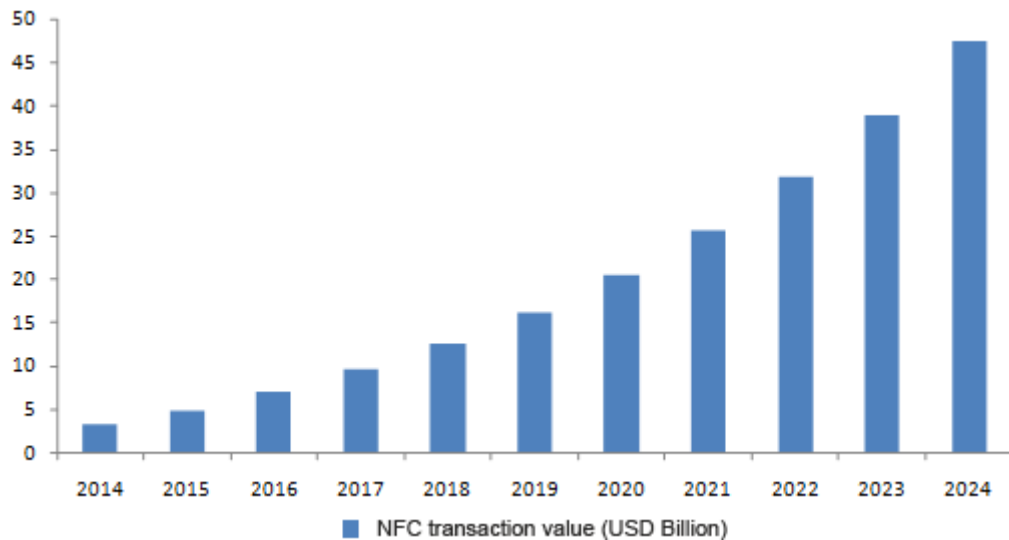


Рис. 1.1. Кількість транзакцій в мільярдах доларів США за даними [9].

І, виходячи з динаміки графіку, можна зробити висновок, що найближчими роками використання технології NFC буде ще більш розповсюдженим.

Також NFC технологія підтримує вже наявні стандарти радіоміток (RFID). Проте часта взаємодія з такими пасивними пристроями (RFID або вимкнені телефони), дуже сильно збільшує енергоспоживання.

Стандарти тегів NFC базуються на стандартах технології RFID.

#### **ISO/IEC:**

NFC стандартизований в ECMA-340 і ISO/IEC 18092. Ці стандарти визначають схеми модуляції, кодування, швидкість передачі й формат кадрів пристроїв NFC, а також схеми ініціалізації та умови, необхідні для управління зіткненням даних під час ініціалізації як для пасивного, так і для активного режимів NFC. Вони також визначають транспортний протокол, включаючи методи активації протоколу обміну даними. Повітряний інтерфейс для NFC стандартизований в:

ISO/IEC 18092 / ECMA-340 — інтерфейс і протокол зв'язку ближнього поля-1 (NFCIP-1) [34];

ISO/IEC 21481 / ECMA-352 — інтерфейс і протокол зв'язку ближнього поля-2 (NFCIP-2) [35].

NFC включає в себе різні стандарти, включаючи ISO/IEC 14443 типу А, типу В, а також FeliCa. Телефони з підтримкою NFC працюють на базовому рівні з наявними зчитувачами. У «режимі емуляції карти» пристрій NFC має передавати, як мінімум, унікальний ідентифікаційний номер зчитувача. Крім того, Форум NFC визначив загальний формат даних, званий форматом обміну даними NFC (NDEF), який може зберігати й транспортувати елементи, починаючи від будь-якого об'єкта з MIME-типом і закінчуючи ультракороткими RTD-документами, як URL-адреси. Форум NFC додав простий протокол обміну NDEF (SNEP) до специфікації, яка дозволяє відправляти й отримувати повідомлення між двома пристроями NFC [36].

### **GSMA**

Асоціація GSM (GSMA) є торговельною асоціацією, яка представляє близько 800 операторів мобільного зв'язку і понад 200 компаній з виробництва продуктів і послуг у 219 країнах. Багато з його членів провели випробування NFC і готують сервіси для комерційного запуску [37].

Позитивні зміни, які виникли після створення стандарту GSMA:

- стандарти: GSMA розробляє стандарти сертифікації й тестування для забезпечення глобальної сумісності послуг NFC [37];

- ініціатива Pay-Buy-Mobile: спрямована на визначення загального глобального підходу до використання технології NFC для зв'язку мобільних пристроїв з платіжними та безконтактними системами [38].

17 листопада 2010 року, після двох років обговорень, AT&T, Verizon і T-Mobile запустили спільне підприємство з розробки платформи, за допомогою якої платежі в точках продажів могли б здійснюватися з використанням NFC в мобільних телефонах. Спочатку відоме як мобільний гаманець Isis, а потім як Softcard, підприємство було розроблено для

широкого впровадження технології NFC, яка дозволяє мобільним телефонам їх клієнтів з підтримкою NFC функціонувати аналогічно кредитним картам по всій території США [39].

### **StoLPaN**

StoLPaN (Store Logistics and Payment with NFC) — загальноєвропейський консорціум, підтримуваний програмою Європейської комісії за технологіями інформаційного суспільства. StoLPaN вивчає потенціал локальної бездротової мобільного зв'язку NFC [40].

### **NFC Forum**

NFC Forum розробив стандарти, що включають чотири різних типи тегів, які забезпечують різні швидкості зв'язку й можливості, що охоплюють гнучкість, пам'ять, безпеку, зберігання даних і довговічність запису. Форум NFC сприяє впровадженню та стандартизації технології NFC для забезпечення взаємодії між пристроями й сервісами. Станом на січень 2020 року у Форумі NFC взяли участь понад 120 компаній [41].

Форум NFC просуває NFC і сертифікує пристрої на відповідність [5].

### **Інші органи по стандартизації**

GSMA визначила платформу для розгортання стандартів NFC GSMA[42] в мобільних телефонах. Зусиллями GSMA було розроблено Однодротовий протокол, тестування та сертифікацію, а також безпечний елемент [43]. Стандарти GSMA, що стосуються розгортання протоколів NFC (регульованих Форумом NFC) на мобільних телефонах, не є ні винятковими, ні загальноприйнятими. Наприклад, розгортання Google емуляції карти хоста на Android KitKat забезпечує програмне керування універсальним радіо.

Інші органи стандартизації, які беруть участь у NFC, включають:

- ETSI / SCP (Платформа смарт-карт) для визначення інтерфейсу між SIM-картою та набором мікросхем NFC.

- EMVCo — відповідає за вплив на платіжні додатки EMV.

## 1.2 Огляд наявних реалізацій настільних ігор з використанням технології NFC



*Рис 1.2 Іконка гри Gun Bros [44]*

«Gun Bros» [10] — гра жанру «шутер», яка вийшла 28 жовтня 2010 року. Спочатку гра була для одного гравця, проте через декілька патчів було додано багатокористувацький режим. Підключення гравців здійснювалось за допомогою швидкого застосунку Android Beam. Це дозволяло швидко та без особливих зусиль з'єднати два пристрої.



*Рис. 1.3 Іконка гри Gun Bros [11]*

«Near Field Ninja» [11] — гра, випущена в 2015 році. Для неї NFC було вже не лише засобом підключення, ай основою ігрової механіки. Для гри потрібні були дві людини. Одна з них повинна була обирати атаку, а інша, відповідно, захист. І потрібно було доторкнутись телефоном, який атакує, до телефону, який захищається.



*Рис. 1.4 Іконка гри Skylanders [46]*

«Skylanders» [12] — гра від компанії Activision, побачила світ у 2013 році. У цій грі NFC використовується як додатковий периферійний пристрій для підключення через USB порт до PC або PlayStation. Являє собою дошку зі зчитувачем тегів. Також потрібно окремо придбати комплекти персонажів. І при встановленні персонажа на дошку-зчитувач (портал), персонаж з'являється на екрані. І починається безпосередньо гра у стилі RPG.



*Рис 1.5 Іконка гри Disney Infinity [47]*

«Disney Infinity» [13] вийшла 15 січня 2013 року. Вона була прямим конкурентом гри «Skylanders». Розробником «Disney Infinity» є компанія «Disney Interactive Studios». Гра є жанру «пісочниця», де гравці також використовують периферійний пристрій для того, щоб «оживити» персонажів з «реального світу».



*Рис 1.6 Логотип Amiibo [48]*

Виключно для платформ «Nintendo Switch», «Wii U», «New Nintendo 3DS XL», за умови підключення модулю NFC, був розроблений застосунок

«Amiibo» [14], який дозволяв за наявності спеціальних фігурок, які зчитуються модулем NFC, запускати окрему гру для кожної «фігурки» або «картки». Також на мітці могла зберігатись інформація, про одне збереження гри.

Також, починаючи з iPhone 6, пристрої компанії «Apple», почали підтримувати мікротранзакції в мобільних застосунках. І все більше мобільних застосунків почали підтримувати цю функцію.

Тож, якщо підводити підсумки, технологія NFC застосовувалась для:

- швидкого зв'язування двох пристроїв перед початком гри;
- самого процесу гри (ігрова механіка пов'язана з використанням NFC);
- засіб додаткового інтерактиву, більш глибокого занурення в ігровий вимір;
- засіб для виконання мікротранзакцій .

Загалом ігри, що використовують технологію NFC, займають дуже маленьку частину на ринку ігор. Це пов'язано з використанням додаткових модулів або пристроїв.

### **1.3 Постановка задачі**

Розглянувши наявні реалізації, можна прийти до висновку, що ігри з використанням технології NFC можна розділити на категорії:

- ігри, де NFC є складовою ігрової механіки;
- ігри, де NFC є засобом для з'єднання;
- ігри, де NFC є додатковим модулем для підвищення рівня інтерактивної взаємодії.

Оскільки NFC має дистанцію підключення 10 см, використання декількох міток на невеликій площі дуже неоптимально, оскільки вони будуть заважати одна одній.

Тож серед вимог до гри можна назвати:



- гра повинна містити гральну дошку;
- у грі повинні бути карти з NFC мітками;
- гра є настільною грою жанру економічна стратегія;
- гра має містити механіку підкидання гральних кубиків.

### **Висновки до розділу 1**

Було проаналізовано основні можливості технології NFC, визначено технічні можливості даної технології та основні стандарти її використання.

Було проаналізовано наявні реалізації проєктів з використанням технології комунікації ближнього поля та визначено основні типи ігор.

Також були висунуті вимоги до власної гри.

## РОЗДІЛ 2 ПРОЄКТУВАННЯ НАСТІЛЬНОЇ ГРИ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ NFC

### 2.1 Вибір інструментів розробки

#### 2.1.1 Вибір платформи для розробки

У 2021 власниками мобільних телефонів є близько  $6,4 \cdot 10^9$  всіх людей на планеті. Майже 99,9% всіх мобільних телефонів працюють на базі операційних систем Android, та iOS.

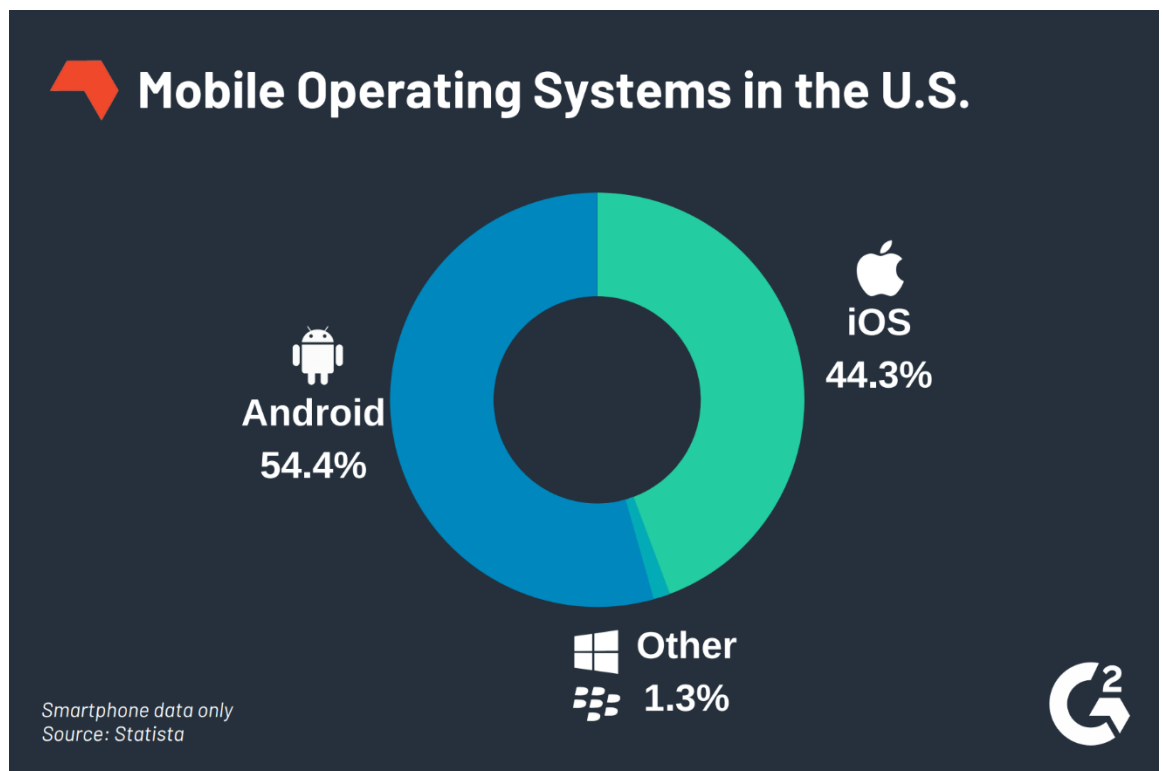


Рис. 2.1. Діаграма кількості мобільних пристроїв за операційними системами [15]

За діаграмою можна зробити висновок, що оптимальним є вибір лише з двох операційних систем iOS, або Android.

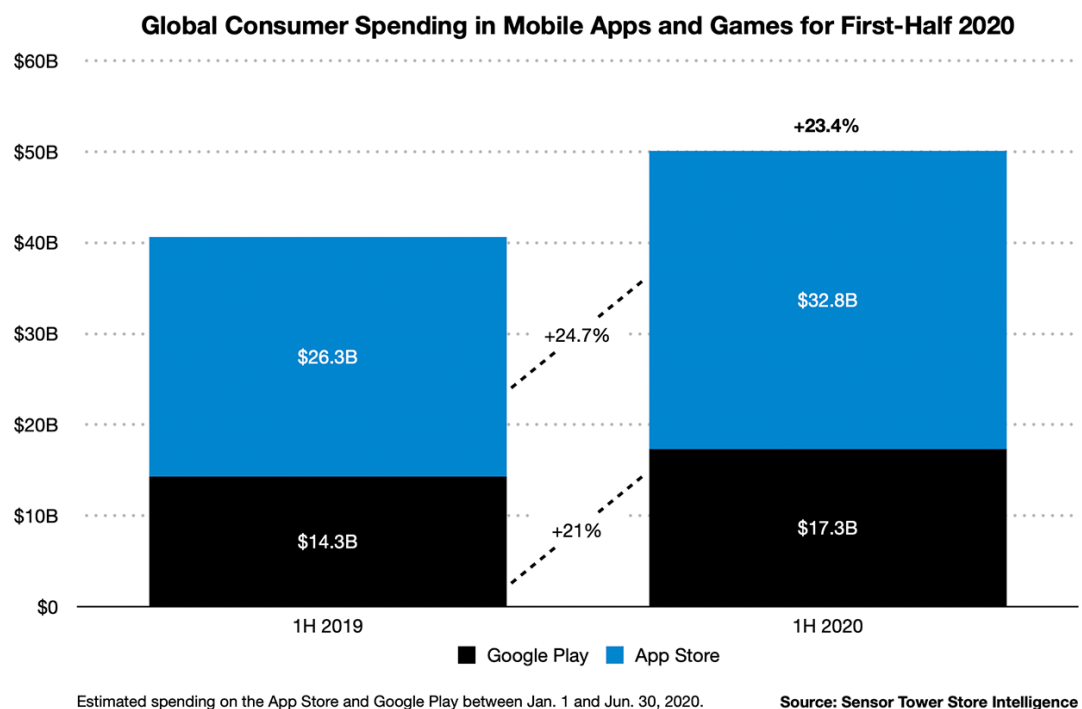
Вибір між платформами є вибором, який більше орієнтований на аудиторію. У Європі та країнах СНД більша кількість користувачів Android

пристроїв, проте в США та Канаді близько 60% усіх користувачів мобільних пристроїв обирають iOS [32].

Щодо статі, то чоловіки частіше обирають Android, жінки надають перевагу iOS [20].

Майже в усіх вікових групах переважає Android, окрім групи 65+.

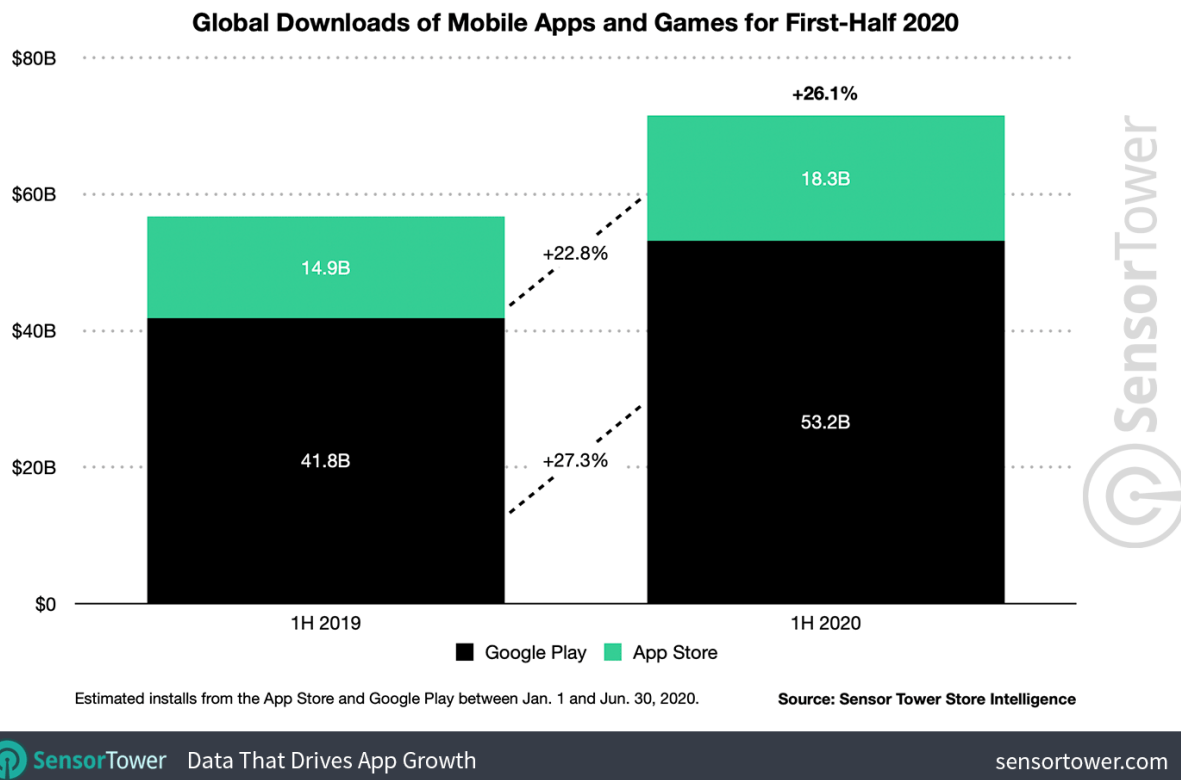
Дохідність платформ також не рівна згідно дослідження Sensor Tower 2020 року (рис. 2.2).



*Рис.2.2. Діаграма дослідження кількості транзакцій за 2020 рік.[19]*

Можна побачити, що кількість транзакцій у мобільних застосунках iOS користувачів (32.8 мільярди \$ США) більш ніж удвічі вища за Android (17,3 мільярдів доларів США).

Проте, важливим критерієм для вибору можна є також загальна кількість завантажень застосунків (рис. 2.3).



*Рис. 2.3. Загальна кількість завантажень мобільних ігор та програм за першу половину 2020 року [19]*

З цієї діаграми можна побачити протилежну картину. Кількість завантажень на Android пристроях у 2,8 рази більша за iOS. І це не дивно, оскільки користувачів Android більше. Більше користувачів — більше можливостей.

Розробка для Android і iOS сильно відрізняється в технічному плані. Android має відкритий вихідний код, тому його можна легко адаптувати для тисяч різних пристроїв. Код iOS закритий і працює тільки на пристроях Apple.

Android надає перевагу Java, а іноді й Kotlin, у той час як iOS також зберегла право на ексклюзивність: застосунки для неї можуть бути написані тільки спеціально створеною для неї мовою Swift [21]. Доки вона не

отримала широкого розповсюдження, програмісти iOS використовували компільовану об'єктно-орієнтовану мову програмування Objective-C.

Однак усе більш широке впровадження Kotlin може змінити ситуацію: очікується, що незабаром він замінить Java через прозорість, інтуїтивну зрозумілість і простоту читання.

### **Переваги або особливості Swift:**

- молода мова: Swift була випущений відносно недавно, в 2019 році, що означає, що вона є актуальною мовою;
- миттєве оновлення інтерфейсу користувача завдяки функції «Xcode Live Previews»: це дає змогу одразу побачити зміни, не чекаючи компіляції та збирання програми;
- швидкість: завдяки «Xcode Live Previews», декларативному характеру «swiftUI», можна проектувати користувацькі інтерфейси в рази швидше;
- налаштування шаблонів дизайну: завдяки можливості налаштування шаблонів дизайну можна додати набагато більше унікальності в проект порівняно з UIKit, де використання шаблонів є необхідним;
- Swift-це мова, якою легко писати й легко читати: синтаксис Swift простий для засвоєння й використання; код мовами C, C++ також виконується мовою Swift.
- стабільність: завдяки своїй новизні є дуже стабільним і підтримуваним розробниками середовищем програмування.

### **Переваги або особливості Java:**

- простота: Java проста, її легко вивчити, зрозуміти; це об'єктно-орієнтована мова, як і C++; синтаксис Java заснований на C++; Java не підтримує покажчики й перевантаження операторів;
- кросплатформність: Java — це незалежна від платформи мова програмування, це означає, що Java може виконуватися на багатьох

платформах, як-от Windows, Linux, MacOS та інших операційних системах;

- об'єктно-орієнтоване програмування: Java — повністю об'єктно-орієнтована мова, має всі основні ознаки ООП: класи, об'єкти, наслідування, інкапсуляція, поліморфізм, абстракція.

- надійність: Java — потужна й сильна мова, вона використовує автоматичне збирання сміття й обробку винятків.

Для Android середовище Eclipse раніше було найпопулярнішим засобом розробки. Довгий час воно вважалося основним, активно розвивалося й набрало величезну армію прихильників серед програмістів. Розробники регулярно покращують Eclipse, випускаючи оновлення, створюючи нові інструменти і впроваджуючи функції, корисні для програмістів. У цьому середовищі можна підключити додаткові модулі розширення функціональності.

Відносно нове середовище Android Studio, створене Google в 2013 році, є гідним конкурентом [22]. Ця програма для розробки мобільного застосунку підтримує декілька мов програмування, включаючи C/C++ і Java, має вбудований емулятор і велику бібліотеку зі всілякими шаблонами й компонентами, які значно спрощують і прискорюють процес розробки застосунків. Android Studio може працювати практично на будь-якому пристрої без обмежень.

Із недоліків можна зазначити відсутність налаштування автоматичного збереження файлів. Це може дуже негативно вплинути на досвід програмування, оскільки ви повинні робити резервні копії або власноруч перед кожною компіляцією, або бути надзвичайно обережним [29].

Серед інших недоліків можна зазначити високі системні вимоги [31].

**Для Windows:**

Версія: Microsoft Windows 10/8/7/Vista/2003 (32 або 64-bit)

Процесор: архітектура X86\_64, 2 або вище покоління процесору Intel Core, або AMD з підтримкою візуалізатора Windows Hypervisor

Оперативна пам'ять: 8 ГБ або більше

Вільного місця на диску: 8 ГБ

Версія JDK: Java Development Kit 8

Мінімальна роздільна здатність екрану: 1280 x 800

**Для OS x:**

Версія: MacOS® 10.14 (Mojave) або новіша

Процесор: на базі чіпу ARM, 2 або вище покоління процесору Intel Core з підтримкою візуалізатора Windows Hypervisor

Оперативна пам'ять: 8 ГБ або більше

Вільного місця на диску: 8 ГБ

Версія JDK: Java Development Kit 8

Мінімальна роздільна здатність екрану: 1280 x 800

**Для Linux:**

Версія: Будь який 64-бітний дистрибутив Linux який має підтримку Gnome, KDE або Unity DE

Процесор: архітектура X86\_64, 2 або вище покоління процесору Intel Core, або AMD з підтримкою візуалізатора (AMD-V) та SSSE3.

Оперативна пам'ять: 8 ГБ або більше

Вільного місця на диску: 8 ГБ

Версія JDK: Java Development Kit 8

Мінімальна роздільна здатність екрану: 1280 x 800

Для iOS розробники також покладаються на власний винахід Apple Xcode [23]. Це інтегроване середовище розробки програмного забезпечення для OSX і iOS, яке має зручний інтерфейс, підтримку автозаповнення й багато інших функцій, що полегшують швидку розробку, для платформ

MacOS, iOS, watchOS и tvOS. Однак з одним значним недоліком: Xcode працює лише на пристроях з такими операційними системами [23]:

- Mac OS X 10.3 (Версія 1.x)
- Mac OS X 10.4 (Версія 2.x)
- Mac OS X 10.5 (Версії 2.5, 3.0, 3.1)
- Mac OS X 10.6 (Версії 3.2, 4.0, 4.1, 4.2)
- OS X 10.7 (Версії 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6)
- OS X 10.8 (Версії 4.4, 4.5, 4.6, 5.0)
- OS X 10.9 (Версії 5.0, 5.1, 6.0, 6.2)
- OS X 10.10 (Версії 6.0, 6.1, 6.3, 6.4, 7.0)
- OS X 10.11 (Версія 7.0)
- MacOS 10.12 (Версія 8.0)
- MacOS 10.13 (Версія 9.0)
- MacOS 10.14 (Версія 10.0)
- MacOS 10.15 (Версія 11.0)
- MacOS 11.0 (Версія 12.0)

### 2.1.2 Вибір середовища програмування

**Unity** є середовищем мультиплатформенної розробки. Воно дає змогу створювати застосунки для більш ніж 25 платформ.

В Unity є Drag&Drop [25] інтерфейс, який легко налаштовувати. Для написання та редагування скриптів використовується мова програмування C#. Для фізичних розрахунків використовується фізичний рушій «PhyX» [26] від компанії Nvidia, графічне API – DirectX 11 [27].

Перевагами використання Unity можна назвати використання візуального середовища розробки, що в багато разів пришвидшує розробку програмного забезпечення. Підтримується кросплатформність, тобто



програму, розроблену на Unity, можна використовувати на різних операційних системах.

Третьою перевагою вважається модульна система компонентів Unity, за допомогою якої відбувається конструювання ігрових об'єктів, коли останні є комбінованими пакетами функціональних елементів. На відміну від механізмів успадкування, об'єкти в Unity створюються за допомогою об'єднання функціональних блоків, а не розміщення у вузли дерева успадкування. Такий підхід полегшує створення прототипів, що є актуальним при розробці ігор [24, с. 22].

Як недоліки наводяться обмеження візуального редактора під час роботи з багатокомпонентними схемами. Другим недоліком називається відсутність підтримки в Unity посилань на зовнішні бібліотеки, роботу з якими програмістам доводиться налаштовувати самостійно, і це ускладнює командну роботу. Ще один недолік пов'язаний із використанням шаблонів екземплярів (англ. prefabs). З одного боку, ця концепція Unity пропонує гнучкий підхід візуального редагування об'єктів, але з іншого боку редагування таких шаблонів є складним [24, с 23].

Однак використання цього середовища не є оптимальним, оскільки останнє оновлення плагіну для роботи з NFC (Unity 3D Android NFC Plugin) було викладене на GitHub понад 6 років тому [28]. Зараз цей плагін не є підтримуваним у поточній версії Unity, що унеможлиблює його використання.

**Android Studio** – інтегроване середовище розробки від компанії Google. Одним з найбільших плюсів програмування в даному середовищі є вибір підтримуваних версій Android SDK.

Ще одним величезним плюсом даної IDE є режим роботи з користувацьким інтерфейсом. Є, так само як і в Unity, функція Drag&Drop для налаштування інтерфейсу. Вона виконана гарно, особливо добре

працювати в режимі Split, коли можна, змінюючи XML файл, одразу побачити зміни на макеті та навпаки.

Автоматичний рефакторинг коду також дуже допомагає при роботі у великому проєкті.

Підтримка розробки для таких пристроїв як Android Wear, Android TV, дає змогу розширити сферу використання цього середовища розробки.

Із недоліків крім описаних вище можна зазначити високі системні вимоги та відсутність вимкнення автоматичного збереження файлів.

### **2.3. Проєктування ігрової логіки**

Для виконання висунутих вимог до гри та враховуючи вибір інструментів та середовища було розроблено ігрову логіку.

Для гри потрібно:

- 1 дошка;
- 2 гральних кубики з шістьма гранями;
- мобільний телефон з функцією NFC та завантаженим застосунком гри для кожного учасника;
- 18 карток активів, 10 карток «Лист від імператора», 10 карток «Виклик фінансового радника», картка «Старт», 4 картки «Подарунків» та «Раптових витрат» з NFC мітками, на яких записані дані;
- фішка для кожного гравця.

#### **Правила гри.**

Фаза підготовки:

Усі гравці запускають застосунок і перевіряють щоб функція NFC була увімкнена на телефоні.

Гра починається з того, що гравці по черзі підкидають два кубики, тим самим визначаючи черговість ходів.

Гравець, який отримав найбільше число після підкидання гральних кубиків, сумуючи кількість цятток на верхніх гранях, ходить першим. І далі по чергово в порядку спадання.

Далі всі гравці заходять в застосунок, вводять своє ім'я, пересвідчуються, що в кожного на рахунку 1500\$. Гравці виставляють свої фішки на клітинці «Старт».

Фаза гри:

- 1) Гравець підкидає два гральні кубики та пересуває власну фігуру на кількість клітинок, яка дорівнює сумі кількості цятток на верхніх гранях;
- 2) Далі все залежить від клітинки, на яку він потрапив:
  - a. Клітинка незайнятого активу. Гравець може її придбати, для цього він прикладає картку до мобільного телефона та підтверджує придбання.
  - b. Клітинка активу зайнятого активу. Ви повинні заплатити оренду плати за актив іншому гравцю. Для цього прикладаєте карту активу до смартфона. І обираєте, що не бажаєте придбати цей актив, гроші автоматично знімуться з вашого рахунку, далі суперник прикладає картку до свого смартфона й обирає зарахування коштів, після чого кошти автоматично потраплять на його рахунок. Якщо суперник володіє всіма компаніями одного кольору, слід повторити процедуру.
  - c. Клітинка «Лист від імператора» або «Виклик фінансового радника». Уважно прочитайте, що написано на карті. Якщо це пов'язано з зарахуванням або списанням коштів, прикладіть картку, до телефону або виконайте те, що написано на картці.

- d. Клітинка «Раптові витрати» або «Подарунок». Прикладіть картку до зчитувача. Гроші зарахуються/спишуться автоматично.
  - e. Клітинка «Кава брейк» Нічого не відбувається. Хід завершено.
  - f. Клітинка «Подорож Рікшею». Пересувайте вашу фігуру на клітинку «Старт». Прикладіть картку «Старт». Хід завершено. Хід переходить, до наступного гравця, перейдіть до пункту 1).
  - g. Клітинка «Відпочинок під Сакурою». Ваш хід закінчується. Наступний раз ви ходите двічі. Хід переходить, до наступного гравця, перейдіть до пункту 1).
  - h. Клітинка «Старт». Прикладіть картку «Старт» до телефона, гроші зарахуються автоматично.
- 3) Перевіряється, чи не є жоден з гравців банкрутом. (баланс менше 0\$)
- 4) Якщо гравець банкрут, він повинен:
- a. Закласти свої активи. Отримує 60% від вартості покупки.
  - b. Якщо після закладання останнього активу, гравець все ще «Банкрут», він програє та повертає свої активи на поле.
- 5) Хід завершено. Право ходу передається наступному гравцю. Перейдіть до пункту 1.

Фаза визначення переможця:

Переможцем є гравець, який залишиться єдиним з додатнім балансом серед всіх гравців.

## 2.4. Проектування графічної складової гри

При розробці гри були використані зображення, поширювані за ліцензією CC0 [49] або вільнопоширюванні [50]. Логотипи торгових марок взяті з ліцензією «The public domain» [51] та використовуються не з комерційною ціллю.

Гра була створена в сетингу Японії.

Для гри використовується поле, яке зображене Рис. 2.4.



Рис. 2.4 Ігрове поле для настільної гри

Поле поділено на 30 клітинок, зону, де лежать карти «Виклик фінансового радника», та зону, де лежать картки «Лист від імператора», зони «Старту, Кава брейку, Подорожі рікшею, Відпочинку під сакурою» та зон активів, які в свою чергу поділені за кольорами по 3 активи на колір.

Першим полем, з якого починається гра, є поле «Старт»:



Рис. 2.5 Поле «Старт»

З поля «Старт» гравці починають свою гру. Проходячи повне коло, в незалежності від того, зупинявся на полі «Старт», чи пройшов його, гравець прикладає карту до телефону та отримує на рахунок 500\$.

Всього в настільній грі 6 категорій активів: телекомунікаційні компанії, храми, аніме студії, оператори зв'язку, автомобільні компанії, виробники цифрової електроніки.

Перша категорія «Телекомунікаційні компанії» (рис. 2.6).



Рис. 2.6 Телекомунікаційні компанії настільної гри

Для розділу «Телекомунікаційні компанії» були обрані 3 компанії, що доволі популярні в цій країні. Для позначення використаний синій колір.

Друга категорія «Храми» (рис. 2.7).

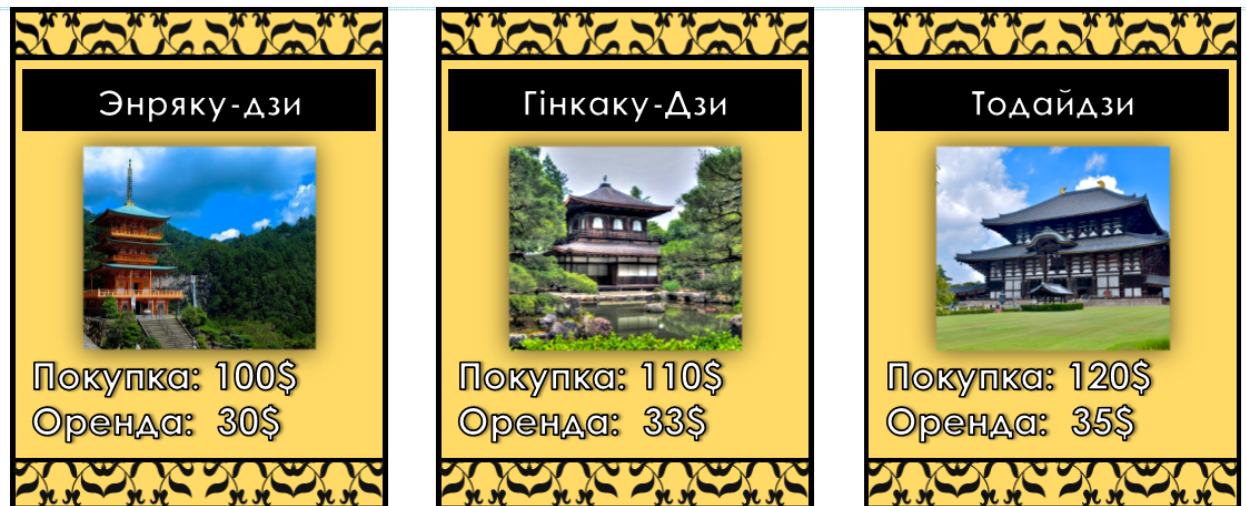


Рис. 2.7 Категорія Храми для настільної гри

Для розділу «Храми» були відібрані, найпопулярніші храми Японії. Картки цього розділу мають жовтий колір.

Третя категорія «Аніме студії» (рис. 2.8).

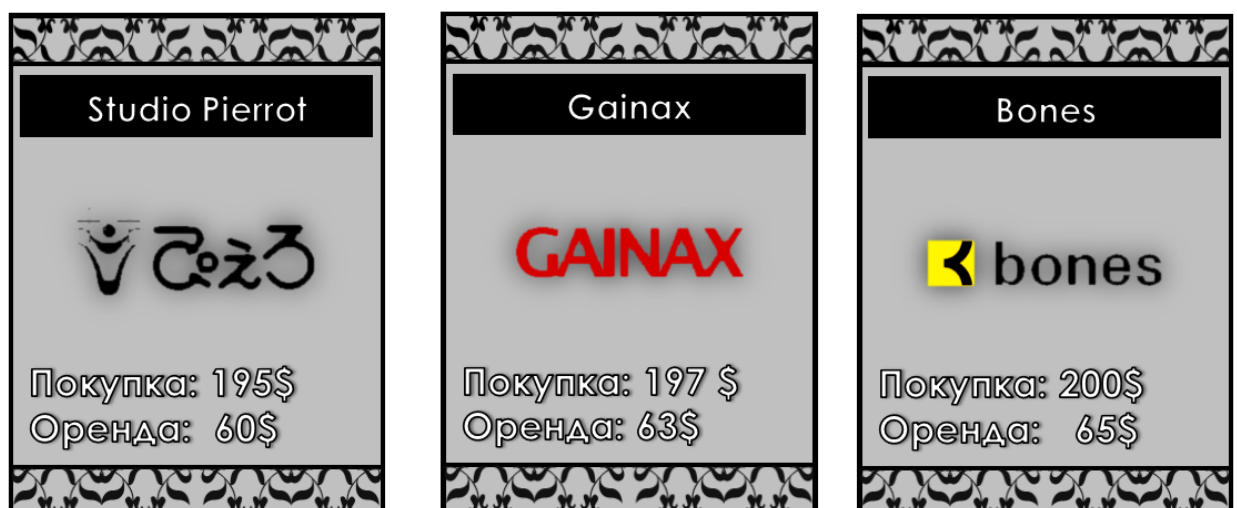


Рис. 2.8 Категорія «аніме студії» для настільної гри

За останні роки аніме індустрія стала дуже важливою складовою життя не лише в Японії, а й за її межами. Були відібрані найбільші компанії, які створюють аніме контент. Цей розділ був пофарбований у сірий колір.

Четверта категорія «Оператори мобільного зв'язку» (рис. 2.9).



Рис. 2.9 Категорія «Оператори мобільного зв'язку» для настільної гри

Оператори мобільного зв'язку є дуже важливими для життя такої високотехнологічної країни, як Японія. Тож їх було додано під зеленим кольором.

П'ята категорія «Автомобільні компанії» (рис. 2.10).

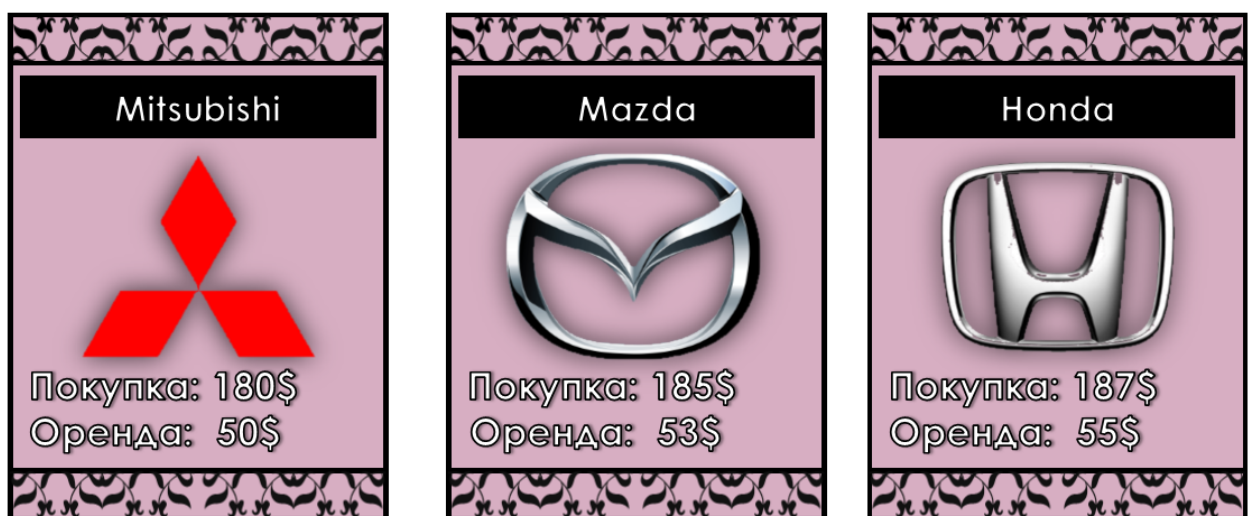


Рис. 2.10 Категорія «Автомобільні виробники» для настільної гри



В усьому світі автомобілі виробництва даних компаній дуже цінуються, та є дуже популярними, і саме завдяки цьому вони були включені до гри, і їх категорія має бузковий колір.

Остання шоста категорія «Виробники цифрової електроніки» (рис. 2.11).



Рис. 2.11 Категорія «Виробники цифрової електроніки» для настільної гри

Японія як високотехнологічна країна є дуже потужним експортером цифрової електроніки, тому ця категорія є в грі. І вона має темно-помаранчевий колір.

Також у грі присутні картки «Лист від імператора» (рис. 2.12).

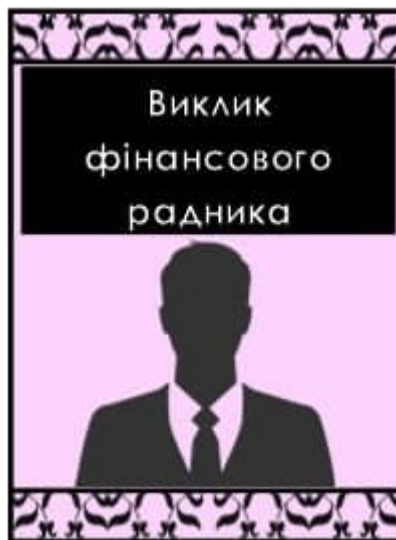


Рис. 2.12 Картка лист від імператора

У грі присутні 10 карток категорії «Лист від імператора». Дані картки пришвидшують гру, оскільки змушують гравців до дій. Коли гравець потрапляє на відповідне поле, він витягує картку, на якій написано якесь завдання, і повинен його виконувати.

У цій категорії усі «завдання» пов'язані з переміщенням по полю, як вперед так і назад, що в свою чергу пришвидшує гру.

Іншим типом карток є картки «Виклик фінансового радника» (рис. 2.13).



*Рис. 2.13 Картка виклик фінансового радника*

Гравець, потрапивши на поле, бере картку та виконує дії, написані на ній.

Усі дії, написані в цій категорії, впливають на баланс гравця. Є як позитивні надходження, так і негативні витрати, що в свою також впливає на гравців, змушуючи їх розробляти більш складні стратегії.

Також для стимулювання гравців розробляти різноманітні стратегії на дошці додані поля «Кава брейк», «Подорож рікшею» та «Відпочинок під сакурою» Рис. 2.14.



Рис. 2.14 Спеціальні поля настільної гри

Поле «Кава брейк» створене для уповільнення гравця, позбавляючи його можливості придбання активів під час ходу, проте, під час пізньої стадії потрапляння на дане поле захищає гравця, від сплати орендної плати.

«Подорож рикшею» створено для значного прискорення гравця. Оскільки це поле змушує йти на поле «Старт» та отримати 500\$. Потрапляння на це поле корисне на всіх стадіях гри.

«Відпочинок під сакурою» – поле, яке дає сповільнення на один хід, проте наступний робиться двічі, що компенсує неможливість придбання якогось активу. Нейтральна картка.



Рис. 2.15 Поля подарунок та раптові витрати

Ці поля (рис. 2.15) були введені в гру для підвищення її складності та використання додаткових стратегій. На полі всього 4 таких поля. Два для «подарунку», та два для «раптових витрат». Вони зменшують або збільшують баланс гравця, що може бути корисним або навпаки шкідливими.

## **Висновки до розділу 2**

Було обрано платформу Android для програмування гри завдяки значній аудиторії користувачів, та значній кількості завантажень додатків з Play Market за останні роки.

Мовою розробки було обрано Java, оскільки нині саме ця мова користується найбільшою популярністю серед Android розробників та є стабільною, швидкою в роботі .

Android Studio була обрана за тим самим принципом, як найпопулярніше та стабільне IDE для розробки додатків на Android.

Були спроектовані та записані основні правила настільної гри.

Були розроблені та створені графічні об'єкти гри.

## РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ НАСТІЛЬНОЇ ГРИ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ NFC

### 3.1 Реалізація програмування NFC тегів

Для програмування використовуються картки з NFC тегами всередині. Використовуються теги типу NXP-NTAG215, виготовлені за стандартом ISO-14443-3A, з технологіями NfcA, Ndef, MIFARE.

Вони обладнані пам'яттю 540 байтів, з яких доступно 492 байти для запису. Формат даних NFC Forum Type 2.

Для використання потрібно занести в пам'ять мітки її ідентифікатор для того, щоб програма змогла відрізнити мітки одна від одної та заблокувати картки паролем від несанкціонованих змін.

Таблиця 3.1.

Ідентифікаційні номери тегів

Тип картки	ІД
«Старт»	1
«Подарунок»	2,3
«Раптові витрати»	4,5
«Виклик фінансового радника»	6-15
«Активи»	16-33

Теги були запрограмовані з допомогою мобільного застосунку NFC tools [52], в пам'ять кожної мітки був занесений її номер, і вона була заблокована від перепрограмування іншими користувачами, які не мають паролю.

### 3.2 Створення інтерфейсу програми

Інтерфейс користувача в даній програмі складається з компонентів TextView, ImageView та під час зчитування картки застосовується AlertDialog.

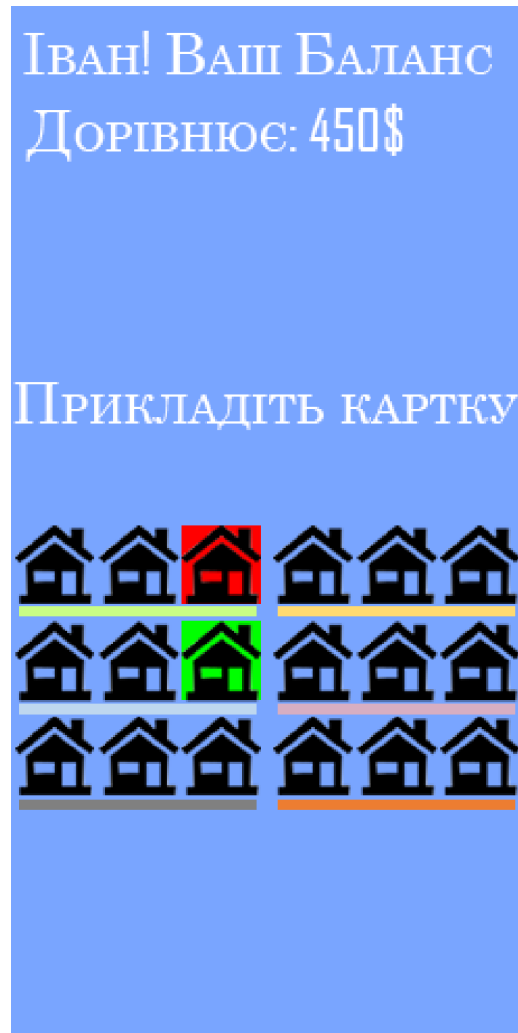


*Рис. 3.1 Головне вікно програми*

Головне вікно програми складається з текстового поля згори, що забезпечує відображення імені гравця, та повідомлення з його балансом. Трішки вище за центр екрану знаходиться ще одне текстове поле з написом «Прикладіть картку», воно статичне та незмінне. Під текстовим полем знаходиться компонент `ImageView`, який відображає стан активів гравця. Лінії, що підкреслюють будинки, відображають категорію, до якої відноситься цей актив. Рис. 3.1.

Для відображення стану активів використовується 18 об'єктів `ImageView1-ImageView18`. Якщо актив у власності гравця властивість `srcComac="@android:color/holo_red_light"`, якщо актив є закладеним,

він відображається червоним.  
rcComac="@android:color/holo\_red\_light". Це показано на Рис. 3.2.



*Рис. 3.2 Головне вікно, закладеним та купленою власністю*

Під час зчитування картки, якщо це картка активу, то з'являється діалогове вікно. Або з пропозицією купити актив (якщо його немає у власності гравця), або з пропозицією його закласти (якщо він є у власності гравця). І якщо він уже є закладеним, то з'явиться віконце для можливості його викупу. На Рис. 3.3, зображене діалогове вікно з пропозицією купити власність, оскільки у власності гравця немає жодного активу з категорії «Виробники цифрової електроніки».



Рис. 3.3 Діалогове вікно з питанням про покупку активів

### 3.3 Основні функції програми

Перш за все потрібно виконати модифікацію файлу `Android_manifest.xml`. Додамо ось такі умови:

```
<uses-permission android:name="android.permission.NFC"/>
<uses-feature android:name="android.hardware.nfc"/>
```

Це дасть нам змогу використовувати модуль NFC в смартфоні та приховає в Play Market наш застосунок від усіх мобільних пристроїв, які не підтримують функцію NFC.

```
<action android:name="android.nfc.action.NDEF_DISCOVERED"/>
```



Цей код дозволить нам обробляти подію «був розпізнаний NDEF тег».

У директорії `res` створено директорію `xml`, у ній створимо `nfc_tech_filter.xml`

Для зчитування з тегу даних використаємо ось такий код в `MainActivity.java`

```
public void onNewIntent(Intent intent) {
    getTag(intent);
}

private void getTag(Intent i) {
    if (i == null)
        return ;

    String type = i.getType();
    String action = i.getAction();
    List<ndefdata>dataList = new ArrayList<ndefdata>();

    if (NfcAdapter.ACTION_NDEF_DISCOVERED.equals(action)) {

        Parcelable[] parcs =
i.getParcelableArrayExtra(NfcAdapter.EXTRA_NDEF_MESSAGES);

        for (Parcelable p : parcs) {
            recNumberTxt.setText(String.valueOf(numRec));
            NdefRecord[] records = msg.getRecords();
            for (NdefRecord record: records) {
                short tnf = record.getTnf();
            }
        }
    }
}
```

Для зберігання даних про користувача був використаний клас `User`.

```
class User{
    private String name; //
```

```
private int bank; //
private final byte[] activesArray =
{0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}; //
private byte[] arr2 = {};

public User(String name) {
    this.name=name;
}
public void bankManagement(int k) {
    bank+=k;
}
public void byeSell(int actv, int k,int j) {
    if (j==1){
        byte[actv-1]=1;
        bank+=k
    }
    else if (j==2){
        byte[actv-1]=2;
        bank+=k
    }

}

public String getName() {
    return name;
}

public void setName(String name) {
    this.name = name;
}

public int getBank() {
    return bank;
}

public void setBank(int bank) {
    this.bank = bank;
}
```

```
public byte[] getActivesArray() {  
    return activesArray;  
}  
  
public byte[] getArr2() {  
    return arr2;  
}  
  
public void setArr2(byte[] arr2) {  
    this.arr2 = arr2;  
}  
  
}
```

Блок-схема роботи програми показана на рис. 3.4.

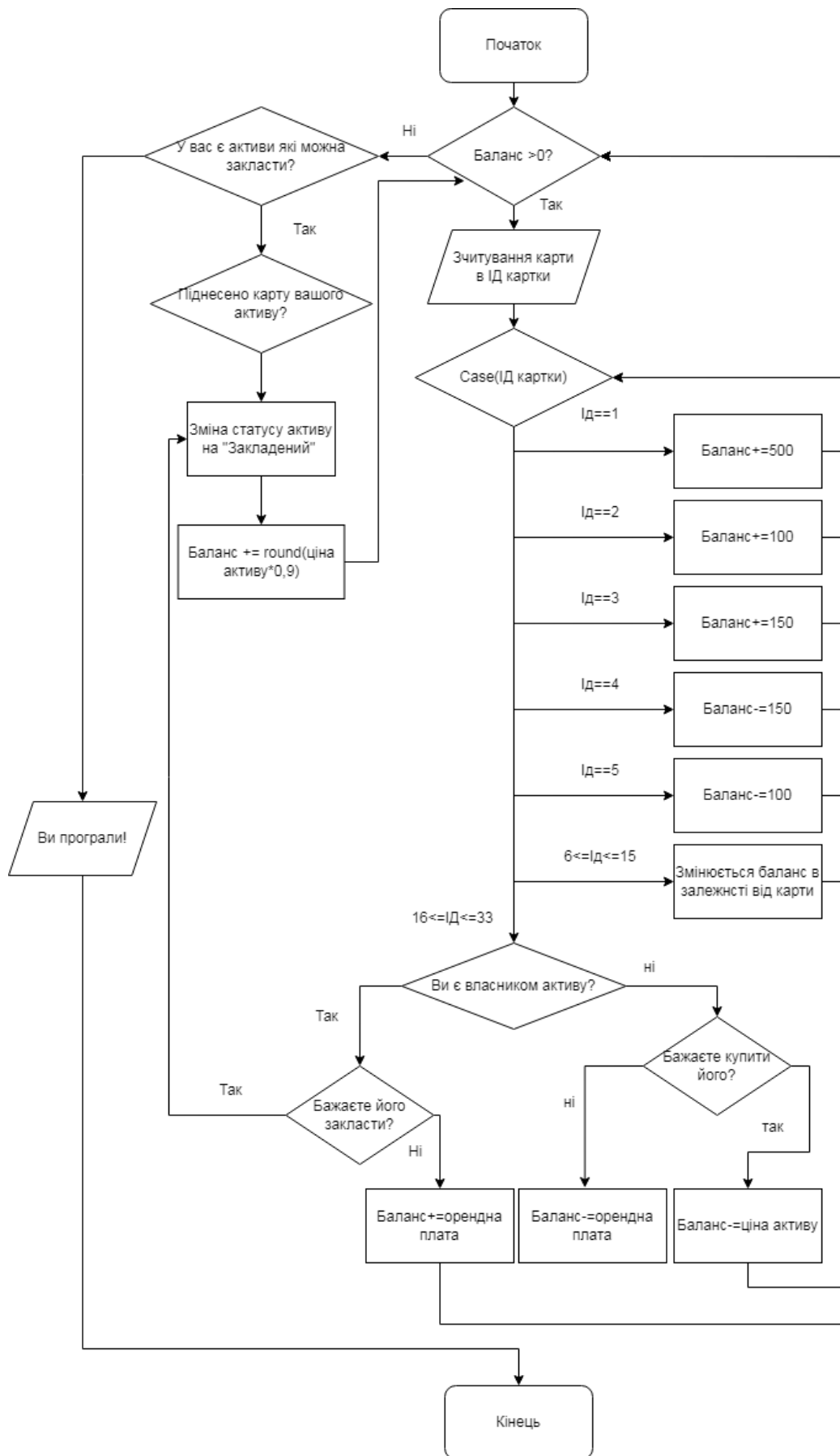


Рис. 3.4 Блок схема роботи програми

### 3.4 Тестування програмного забезпечення

Під час проєктування гри та тестування функціоналу картки розміщувались на полі, проте дистанція зчитування картки є приблизно 10 см, і дуже частим випадком було випадкове зчитування сусідніх карток. Щоб виправити це, малюнки карток були нанесені на поле, а самі картки зберігаються поруч, і видаються по одній, щоб дані з карток не зміщувались.

Під час тестування на пристрої з ОС Android 4.4.2, було виявлено помилку зчитування тегів, для попередження нових помилок був збільшений мінімальний рівень Android API.

Під час тестування програми на пристроях з різною роздільністю екрану елементи інтерфейсу зміщувались або перекривали одне одного.

Щоб уникнути даної проблеми, елементи інтерфейсу були поміщені в Layout.

### Висновки до розділу 3

Були запрограмовані NFC теги. У пам'ять були записані унікальні ідентифікатори для кожної картки, та картки були заблоковані від змінення паролем.

Був розроблений графічний інтерфейс користувача з усіма елементами, необхідними для правильної роботи програми.

Розроблений програмний код та продемонстровано основні функції програми. Посилання на повний код програми: <https://github.com/AlexandrKoteyko/MangaGame.git>.

Алгоритм роботи програми був зображений на блок-схемі. У результаті тестувань, було виявлено та усунуено недоліки.

## ВИСНОВКИ

Аналіз технології NFC дозволяє стверджувати, що нині вона є невід'ємною складовою мобільних пристроїв, а її сфера застосування постійно розширюється.

У результаті порівняння наявних на ринку ігрових продуктів з використанням технології NFC було виявлено, що вона використовується у різний спосіб: від з'єднання двох пристроїв для початку гри до ігрових механік на основі NFC. Водночас, беручи до уваги відносно невелику кількість подібних ігор, можна говорити про те, що потенціал використання NFC у цій галузі ще повністю не розкритий.

Виходячи з порівняння наявних аналогів, популярності різноманітних настільних ігор та пристосованості їх ігрових механік до реалізації за допомогою NFC, було висунуто функціональні вимоги до програмного й апаратного забезпечення.

Як цільову мобільну платформу обрано Android через те, що кількість користувачів цієї операційної системи складає понад 50% від усіх користувачів мобільних пристроїв, кількість завантажень в Play Market значно перевищує Apple Store за останні роки.

Для реалізації обрано такі інструменти розробки: Android Studio через те, що вона підтримує розробку на ОС Android, має можливість програмування на Java і є стабільним та зручним у використанні середовищем програмування.

За основу ігрової механіки було обрано жанр економічної настільної стратегії.

Створено графічні елементи гри (дизайн ігрового поля, дизайн карток, дизайн інтерфейсу користувача мобільного додатку).

У результаті тестування було усунуто всі виявлені недоліки.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1) Кочетков К. Технология NFC в смартфонах и ее практическое использование URL: <https://www.ixbt.com/mobile/nfc-2013.shtml> (дата звернення: 8.12.2021).
- 2) Semantically Enhanced Representation of Legal Contracts for Web Applications URL: <https://ercim-news.ercim.eu/en76/rd/enhancing-authentication-in-ebanking-with-nfc-enabled-mobile-phones> (дата звернення: 8.12.2021).
- 3) Enrique C. An Introduction to Near-Field Communication and the Contactless Communication API URL: <https://www.oracle.com/technical-resources/articles/javame/nfc.html#1> (дата звернення: 8.12.2021)
- 4) Near Field Communication (NFC) Ближняя бесконтактная связь URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:NFC\\_-\\_Near\\_Field\\_Communication\\_Ближняя\\_бесконтактная\\_связь](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:NFC_-_Near_Field_Communication_Ближняя_бесконтактная_связь) (дата звернення: 8.12.2021)
- 5) NFC Forum URL: <https://nfc-forum.org/> (дата звернення: 8.12.2021)
- 6) NFC Forum Welcomes Google To Board Of Directors URL: <https://nfc-forum.org/nfc-forum-welcomes-google-to-board-of-directors/> (дата звернення: 8.12.2021)
- 7) Verizon Mobile What is 5g? URL: <https://www.verizon.com/about/our-company/5g/what-5g> (дата звернення: 8.12.2021)
- 8) Near field communication, NFC URL: <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/nfc> (дата звернення: 8.12.2021)
- 9) Near Field Communication Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (SD Cards, SIM Cards, NFC Covers, NFC ICs, NFC Tags

and NFC Readers), By Application (Access Control, Ticketing, Data Sharing) And Segment Forecasts Till 2024 URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/near-field-communication-nfc-market> (дата звернення: 8.12.2021)

10) Gun Bros Wiki URL: [https://gunbros.fandom.com/wiki/Gun\\_Bros\\_Wiki](https://gunbros.fandom.com/wiki/Gun_Bros_Wiki) (дата звернення: 8.12.2021)

11) Near Field Ninja NFC Game URL: <https://apkpure.com/near-field-ninja-nfc-game/com.wolvenware.nfninja> (дата звернення: 8.12.2021)

12) Skylanders official web site URL: <https://www.activision.com/games/skylanders/skylanders-imaginators> (дата звернення: 8.12.2021)

13) Pixar Вики. Disney Infinity URL: [https://pixar.fandom.com/ru/wiki/Disney\\_Infinity](https://pixar.fandom.com/ru/wiki/Disney_Infinity) (дата звернення: 8.12.2021)

14) Amiibo official web site URL: <https://www.nintendo.com/amiibo/> (дата звернення: 8.12.2021)

15) Poetker B. The Mobile Operating Systems That Matter Right Now (+Effects on Development) URL: <https://www.g2.com/articles/mobile-operating-systems> (діаграма про андроид IOS) (дата звернення: 8.12.2021)

16) Top Programming Languages For Android Development URL: <https://develux.com/blog/top-languages-for-android-apps> (дата звернення: 8.12.2021)

17) Мурашева А. Что выбрать: iOS- или Android-разработку? URL: <https://blog.skillfactory.ru/ios-vs-android-razrabotka-chto-vybrat/> (дата звернення: 8.12.2021)



- 18) Mozolevskaya V. ANDROID VS IOS GAME DEVELOPMENT: WHICH PLATFORM RUNS THE SHOW IN 2021? URL: <https://kevurugames.com/blog/android-vs-ios-game-development-which-platform-runs-the-show-in-2021/> (дата звернення: 8.12.2021)
- 19) Chan S. Global App Revenue Reached \$50 Billion in the First Half of 2020, Up 23% Year-Over-Year URL: <https://sensortower.com/blog/app-revenue-and-downloads-1h-2020> (дата звернення: 8.12.2021)
- 20) Дегрік А. IOS vs Android: користувачі якої платформи платять більше? URL: <https://ua.news/ua/ios-vs-android-polzovately-kakoj-platformy-platyat-bo-lshe/>
- 21) Swift vs Java: What are The Differences between these languages URL: <https://medium.com/@coursementor19/swift-vs-java-what-are-the-differences-between-these-languages-4c77dd302e5d> (дата звернення: 8.12.2021)
- 22) Meet Android Studio URL: <https://developer.android.com/studio/intro> (дата звернення: 8.12.2021)
- 23) Xcode 13 URL: <https://developer.apple.com/xcode/> (дата звернення: 8.12.2021)
- 24) Хокинг, Джозеф. Unity — в действии. Мультиплатформенная разработка на C# : [рус.]. — 2. — СПб : Питер, 2016. — 336 с.
- 25) Supporting drag and drop URL: <https://docs.unity3d.com/2020.1/Documentation/Manual/UIE-Events-DragAndDrop.html>
- 26) NVIDIA PHYSX SYSTEM SOFTWARE URL: <https://www.nvidia.com/ru-ru/drivers/physx/physx-9-19-0218-driver/>

- 27) Unity Documentation URL: <https://docs.unity3d.com/Manual/UsingDX11GL3Features.html> (дата звернення: 8.12.2021)
- 28) Unity 3D Android NFC Plugin URL: <https://github.com/twisprite-developers/unity-nfc-plugin>
- 29) Meet Android Studio URL: <https://developer.android.com/studio/intro> (дата звернення: 8.12.2021)
- 30) Is there complete 'autosave disable' in IntelliJ (Android Studio) URL: <https://intellij-support.jetbrains.com/hc/en-us/community/posts/206155449-Is-there-complete-autosave-disable-in-IntelliJ-Android-Studio-> (дата звернення: 8.12.2021)
- 31) Android Studio download page. URL: <https://developer.android.com/studio> (дата звернення: 8.12.2021)
- 32) Андроид против IOS или как выбрать платформу разработки приложения URL: <https://yagla.ru/blog/marketing/android-protiv-ios-ili-kak-vybrat-platformu-razrabotki-prilozheniya--2110u94911/> (дата звернення: 8.12.2021)
- 33) Azam M. Why You Should Learn SwiftUI in 2021? URL: <https://medium.com/swlh/why-you-should-learn-swiftui-in-2021-b81c5ff46230> (дата звернення: 8.12.2021)
- 34) ECMA-340., Near Field Communication Interface and Protocol (NFCIP-1) 3rd edition, June 2013 URL: <http://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-340.htm> (дата звернення: 8.12.2021)
- 35) ECMA-352., Near Field Communication interface and protocol -2 (NFCIP-2)4th edition, December 2021 URL: <http://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-352.htm> (дата звернення: 8.12.2021)

- 36) New NFC spec lets two phones swap messages URL:  
<https://web.archive.org/web/20120512004443/http://www.electronista.com/articles/11/09/29/nfc.revision.allows.peer.to.peer.message.sending/#ixzz1Zuj6DGxH> (дата звернення: 8.12.2021)
- 37) Evetts B. World's Leading Mobile Operators Announce Commitment to NFC Technology URL:  
<https://web.archive.org/web/20110425173531/http://www.gsmworld.com/newsroom/press-releases/2011/6057.htm> (дата звернення: 8.12.2021)
- 38) GSM Association Aims For Global Point Of Sale Purchases by Mobile Phone URL:  
<https://web.archive.org/web/20111005185227/http://gsmworld.com/newsroom/press-releases/1990.htm#nav-6> (дата звернення: 8.12.2021)
- 39) Welch C., Softcard is shutting down on March 31st, and Google Wallet will replace it URL:  
<https://web.archive.org/web/20160404212736/http://www.theverge.com/2015/3/5/8152801/softcard-shutting-down-march-31> (дата звернення: 8.12.2021)
- 40) Benyó B., Vilmos A, Kovacs K., Kutor L., NFC Applications and Business Model of the Ecosystem. Mobile and Wireless Communications Summit, 2007. 16th IST DOI:10.1109/ISTMWC.2007.4299324
- 41) Our Members NFC URL:  
<https://web.archive.org/web/20191010141046/https://nfc-forum.org/about-us/our-members/> (дата звернення: 8.12.2021)
- 42) Newsroom Resources URL:  
<https://www.gsma.com/newsroom/resources/> (дата звернення: 8.12.2021)

- 43) Mobile Money Programme URL:  
<http://www.gsma.com/digitalcommerce/wp-content/uploads/2012/08/GSMA-Mobile-NFC-Infrastructure-v1-01.pdf> (дата звернення: 8.12.2021)
- 44) Gun Bros Multiplayer URL:  
<https://gun-bros.ru.uptodown.com/android> (дата звернення: 8.12.2021)
- 45) Activision URL:  
[http://www.giantbomb.com/skylanders-spyros-adventure/61-34129/box-art/52-527655/box\\_ssa/51-1988281](http://www.giantbomb.com/skylanders-spyros-adventure/61-34129/box-art/52-527655/box_ssa/51-1988281) (дата звернення 8.12.2021)
- 46) DISNEY INFINITY Starter Pack PS3 (Davy Jones). URL:  
<http://www.amazon.com/DISNEY-INFINITY-Starter-including-Playstation-3/dp/B002I0I81I/> (дата звернення 8.12.2021).
- 47) Nintendo URL:  
[https://farm6.staticflickr.com/5478/14392570035\\_6b31b28e7d\\_o\\_d.png](https://farm6.staticflickr.com/5478/14392570035_6b31b28e7d_o_d.png),  
(дата звернення 8.12.2021).
- 48) PNGWing - Exclusive png design images. URL:  
<https://www.pngwing.com/> (дата звернення 8.12.2021).
- 49) Public domain , URL:  
<https://creativecommons.org/share-your-work/public-domain/> (дата звернення 8.12.2021).
- 50) NFC tools URL:  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.wakdev.wdnfc&hl=ru&gl=US> (дата звернення 8.12.2021).