

Шифр «ArduinoExergame»

**Методика оцінки ефективності комп'ютерної ігровізації фізичних вправ з використанням фізіотерапевтичного обладнання з мікроконтролерами
Arduino**

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ	4
2 МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІГРОВІЗАЦІЇ ФІЗИЧНИХ ВПРАВ З ВИКОРИСТАННЯМ ФІЗІОТЕРАПЕВТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	3
МІКРОКОНТРОЛЕРАМИ ARDUINO	6
2.1 Опис методики оцінки ефективності комп'ютерної ігровізації фізичних вправ з використанням фізіотерапевтичного обладнання з мікроконтролерами Arduino	6
2.2 Розробка критеріїв	7
2.2.1 Критерії оцінки виконання фізичних вправ	7
2.2.2 Критерії оцінки комп'ютерних ігор	8
2.3 Особливості оцінки ефективності виконання фізичних вправ з використанням балансуючих дошок	9
2.4 Особливості оцінки ефективності комп'ютерної ігровізації фізичних вправ з використанням балансуючих дошок	12
2.5 Особливості оцінки ефективності комп'ютерної ігровізації фізичних вправ з використанням балансуючих дошок та адаптованих комп'ютерних ігор з відкритого репозиторія	15
2.6 Особливості оцінки ефективності комп'ютерної ігровізації фізичних вправ з використанням механотерапевтичного обладнання	17
ВИСНОВКИ	19
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	20
ДОДАТКИ	22

ВСТУП

Впродовж багатьох років історії комп'ютерних ігор механізми людино-комп'ютерної взаємодії пройшли розвиток від паперових перфокарт до природного інтерфейсу, одним із прикладів якого стали мікроконтролери з датчиками відстеження руху людини. Використання таких мікроконтролерів, наприклад, мікроконтролерів Arduino, дозволяє створювати активні комп'ютерні ігри, так звані ExerGame-ігри (Exercise – фізичні вправи, Game – гра), коли гравець рухом свого тіла, виконуючи фізичні вправи, може керувати ігровими об'єктами на екрані комп'ютера. Особливе значення такі ігри мають при виконанні фізично-лікувальних вправ, що демонструють впровадження реабілітаційного обладнання у медичних центрах Європи, наприклад, балансуєчих дошок, м'ячів, на яких встановлено мікроконтролери або смартфони із вбудованими датчиками контролю їх руху. В той же час, аналіз наукових досліджень за темою ExerGame-ігор виявив відсутність аналізу ефективного використання обладнання різних типів для керування персонажами в комп'ютерних іграх для різних видів їх взаємодії із гравцем, який виконує фізичні вправи.

Метою дослідження стало надання оцінки ефективності комп'ютерної ігровізації фізичних вправ з використанням фізіотерапевтичного обладнання з мікроконтролерами Arduino або вбудованими датчиками на смартфонах.

Об'єктом дослідження є комп'ютерна ігровізація фізичних вправ з використанням фізіотерапевтичного обладнання із підключеними мікроконтролерами Arduino або вбудованими датчиками на смартфонах.

Предметом дослідження моделі комп'ютерних ігор, особливості контролю рухів людини з використанням мікроконтролеру Arduino та смартфона, особливості виконання фізичних вправ на фізіотерапевтичному обладнанні.

Практична цінність роботи полягає у наданні рекомендацій з ефективної комп'ютерної ігровізації фізичних вправ з використанням фізіотерапевтичного обладнання з мікроконотролерами Arduino.

1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ

У 2007 році була представлена ігрова система Nintendo Wii Fit, яка використовує не класичну балансуєчу дошку, а спеціальний контролер Wii Balance Board з чотирма датчиками тиску тіла людини, розташованими по кутах дошки, дані з яких дозволяли отримати індикатор постуральних коливань і, отже, показник здатності людини зберігати рівновагу [1].

Для ігровізації навчання та реабілітації було розроблено багато ігор [2]. Розробники системи «My Fitness Trainer» [3] спочатку пропонували використовувати Wobble-дошку спеціально для позасезонних тренувань лижників і серфінгістів. Але пізніше була доведена ефективність системи на регулярних тренуваннях за 6 ігровими сценаріями: «Ping Pong», «Cross», «Butterfly», «Football», «Skiing», «Motor Racing».

Система Plankpad [4] використовує дошку Rocker зі смартфоном із вбудованим гіроскопом на поверхні для тренувань у 10 ігрових сценаріях, де рух персонажа контролюється нахилом дошки вліво/вправо: «Fruit Splicer», Hopper, «Stix n` Stones», «Meteor Madness», «Candy Monster», «Duck Shoot», «Snow Cruisin'», «Pong Goal», «Wave Rider», «Gift Rush».

У системі Bobobalance [5] використовується дошка Wobble з датчиком гіроскопа/акселерометра, яка передає дані про кути дошки в усіх напрямках через мережу Bluetooth на смартфон для тренувань у 12 ігрових сценаріях. Системи типу Bobobalance мають перевагу в тому, що дозволяють виконувати різні вправи, але системи типу Plankpad обмежують використання вправ лише для ніг/рук, які лише нахиляють дошку вліво/вправо. Перевагою систем Plankpad є можливість виконувати вправи за допомогою смартфона, а для систем Bobobalance потрібні спеціальні датчики.

У системах, що розглядаються, комп'ютерні ігри розробляються в професійних середовищах програмування з компіляцією алгоритмів програмного коду в замкнуті програмні модулі. Окремо слід відзначити створення ігор в рамках

відкритих освітніх ресурсів, прикладом яких є середовище візуального програмування Scratch block [6].

У статті [7] наведено приклади керування рухами людини за допомогою інфрачервоної камери MS Kinect у середовищі Scratch з використанням чотирьох ігрових сценаріїв для навчання студентів основам програмування: «Alien attack», «Hungry shark», «Hungry ant», «Ping Pong».

У [8] ми використали ігри з [7] і створили чотири нові ігри не для розваги школярів, а для реабілітації хворих на інсульт: «Whack-a-mole», «Harvest carrots», «Picking apples», «Bowling», «Boxing».

У роботі [9] запропоновано метод Exergame для керування рухами людини в спортивних комп'ютерних іграх для підвищення рівня фізичної активності студентів на онлайн-заняттях, який використовує відкрите сховище комп'ютерних ігор Scratch (47 ігор для 28 літніх видів спорту, 16 ігор для 10 зимових видів спорту) і розпізнає рухи на основі нейронної мережі PoseNet.

2 МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІГРОВІЗАЦІЇ ФІЗИЧНИХ ВПРАВ З ВИКОРИСТАННЯМ ФІЗІОТЕРАПЕВТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ З МІКРОКОНТРОЛЕРАМИ ARDUINO

2.1 Опис методики оцінки ефективності комп'ютерної ігровізації фізичних вправ з використанням фізіотерапевтичного обладнання з мікроконтролерами Arduino

На рисунку 2.1 зображено схему взаємодії компонентів методики оцінки ефективності комп'ютерної ігровізації фізичних вправ з використанням фізіотерапевтичного обладнання з мікроконтролерами Arduino

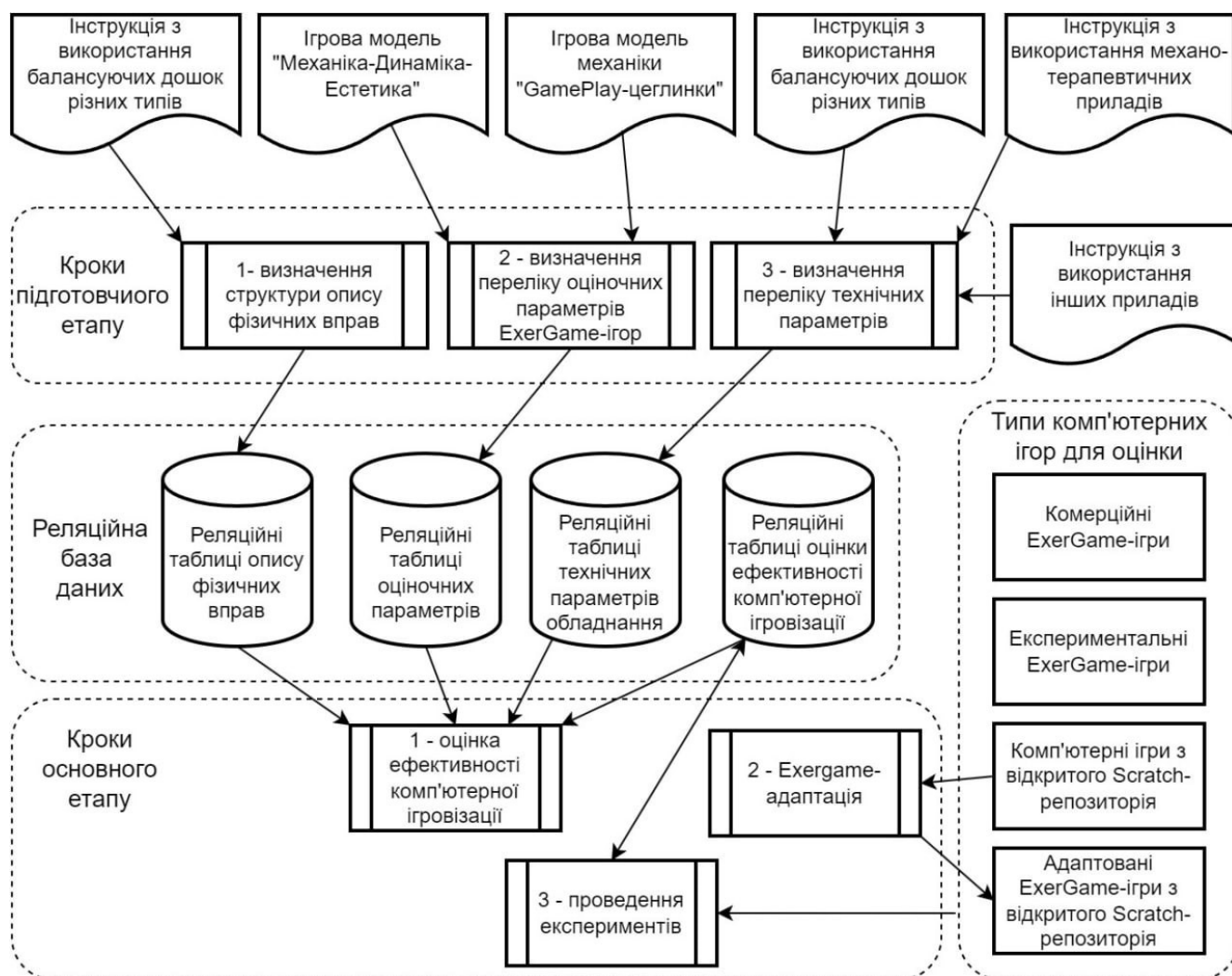


Рисунок 2.1 – Схема взаємодії компонентів методики оцінки ефективності комп'ютерної ігровізації фізичних вправ з використанням фізіотерапевтичного обладнання з мікроконтролерами Arduino

2.2 Розробка критеріїв

2.2.1 Критерії оцінки виконання фізичних вправ

Запропоновано дві групи критеріїв:

- перша група критеріїв описує оцінку виконання фізичних вправ;
- друга група критеріїв описує оцінку зручності майбутньої комп'ютерної ігровізації;

До першої групи запропоновано:

- групи м'язів, на які за результатами експериментів більш за все впливає вправа (Експерт 1) (MG1);
- групи м'язів, на які за результатами експериментів більш за все впливає вправа (Експерт 2) (MG2);
- ступінь впливу на м'язи (1 - слабкий, 5 - сильний) (DI);
- тип дошки (Rocker-дошка та Wobble-дошка/Wobble-дошка) (BT);
- напрям рухів на дошці (ліворуч/праворуч, вперед/назад, всі напрямки) та рівень нахилу дошки (повний, частковий) (DM);
- порівняльна складність виконання рухів на Rocker-дошці та Wobble-дошці (DE);

До 2 групи запропоновано:

- основний напрямок (кут) погляду очей під час виконання вправ (горизонтальний, вертикальний) (DV);
- зручність погляду на екран під час виконання вправи (зручно, частково зручно, незручно) (EV);
- інформаційне сповіщення про процесі гри завдяки звукам та промовам (IN);

Критерії MG1, MG2, DI дозволяють оцінити, фізичні можливості яких м'язів покращить людина шляхом виконання цих вправ.

Критерій BT дозволить оцінити, яку дошку можна використовувати для виконання фізичних вправ.

Критерій DM важливий в контексті комплексного тренування здібностей балансу.

Критерій DE дозволяє оцінити різницю виконання рухів на різних дошках.

Критерій DV дозволяє визначити найбільш оптимальне розташування екрану під час виконання вправи.

Критерій EV дозволяє визначити наскільки зручно дивитися на екран під час виконання вправи та впливає на потрібність у інформаційному сповіщенні.

Критерій IN допоможе під час виконання вправ, завдяки ньому виконання вправ буде більш коректним.

2.2.2 Критерії оцінки комп'ютерних ігор

Для методики оцінки ефективності комп'ютерної ігровізації фізичних вправ з використанням фізіотерапевтичного обладнання з мікроконтролерами Arduino було розроблено такі критерії:

- швидкісна динаміка гри: за присутності антагоніста – відношення швидкостей персонажів (протагоніста до антагоніста) гри, інакше – швидкість протагоніста, при цьому, якщо керування мишею, тоді гру не враховано (DR);
- частотна динаміка гри: частота появи персонажів гри (DF);
- наявність концепції сил (hit points) (PS);
- наявність персонажа-антагоніста (PA);
- баланс механік керування матеріальними ресурсами: за присутності антагоніста – співвідношення сил персонажів ігор (протагоніста до антагоніста) гри, інакше – сили протагоніста чи антагоніста (BM);
- можливість збільшувати кількість сил протагоніста або антагоніста (немає можливості збільшувати кількість сил протагоніста або є можливість збільшувати кількість сил антагоніста) => потрібно більш зусиль гравця, немає можливості збільшувати кількість сил антагоніста або є можливість збільшувати кількість сил протагоніста => потрібно менш зусиль гравця (IH);
- можливість зміни рівня складності (CD);
- складність гри (від 1 до 10, де 1 – нескладно) (DG);

– методи оцінювання результату користувача (кількість накопичених балів/час гри, кількість балів до закінчення гри, підрахунок часу гри до її закінчення) (ЕМ);

Критерії DR, DF, PS, PA, BM, IH, CD впливають на складність гри, зацікавленість користувача ігровим процесом, залученість до ігрового процесу, прихильність до тренувань.

Критерій CD дозволяє користувачам з різними фізичними можливостями та різним рівнем тренуваності грати в одну і ту ж саму гру (роблять її більш доступною для різних користувачів), а також дозволяє будувати прогресію навантажень (шляхом корекції рівня складності гри) для покращення фізичних можливостей та підвищення рівня тренуваності.

Критерій DG дозволяє визначити, яка гра може бути застосована для тренування користувача з урахуванням його фізичних можливостей та рівня тренуваності. Це впливає на зацікавленість користувача ігровим процесом, залученість до ігрового процесу, прихильність до тренувань.

Критерій ЕМ дозволяє оцінювати прогрес користувача у грі, допомагає будувати прогресію навантажень (шляхом порівняння результатів для різних тренувальних занять), ставить конкретну мету перед користувачем. Це впливає на зацікавленість ігровим процесом, залученість до ігрового процесу, прихильність до тренувань.

2.3 Особливості оцінки ефективності виконання фізичних вправ з використанням балансуючих дошок

Для проведення порівняльного аналізу фізичних вправ на дошках Rocker і Wobble були використані фізичні вправи з буклетів:

- Si Boards;
- CoolBoard;
- CanDo Balance Boards.

На рисунку 2.2 зображені фізичні вправи, які взяті з буклетів.

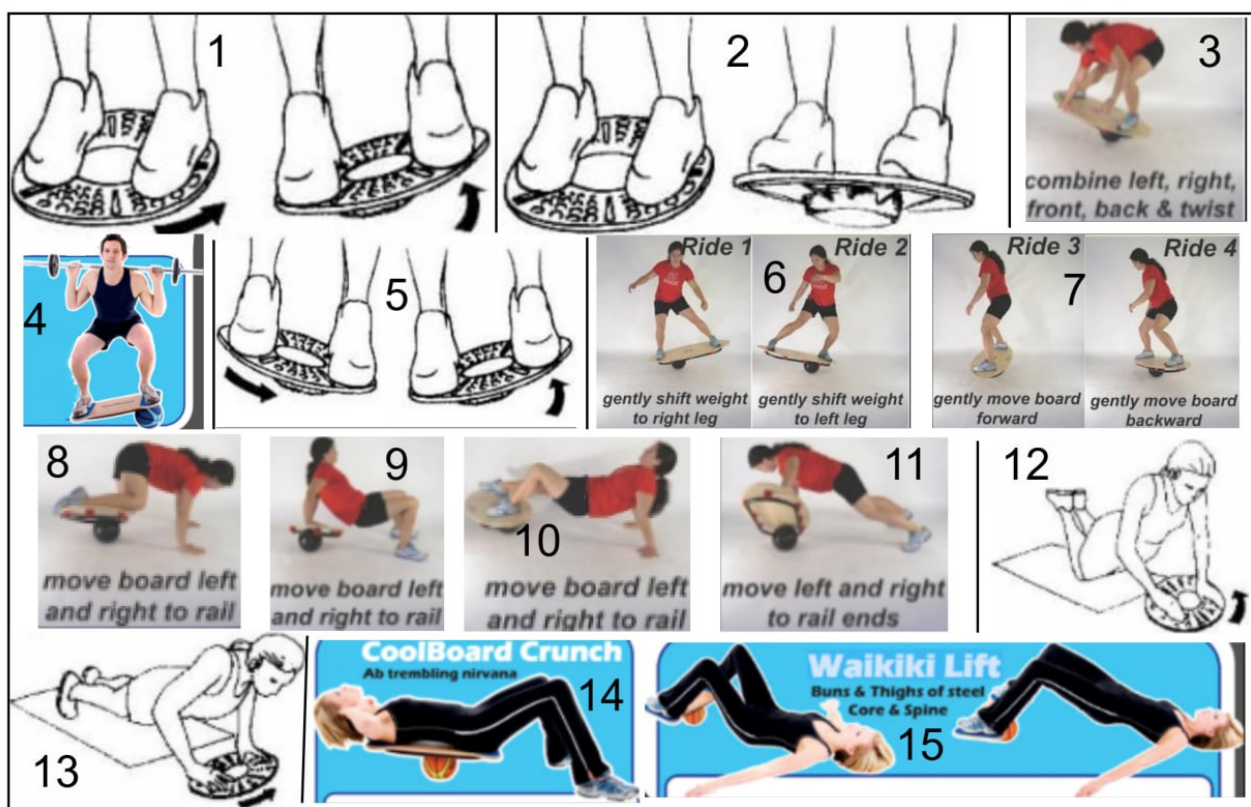


Рисунок 2.2 – Приклади фізичних вправ, які взяті з буклетів

Експерименти виявили наступне:

- 15 вправ поділено на три групи: стоячи – 47%, стійка на руках – 40%, лежачи – 13%;
- статистичний аналіз (СА) використання груп м'язів встановив, що у вправах найчастіше задіяні м'язи № 4-6, № 10, № 14;
- кореляційний аналіз (КА) взаємозв'язку між групами м'язів, напрямком руху на дошці з рівнем нахилу дошки встановив, що за рух у всіх напрямках відповідають м'язи № 10, № 14, м'язи № 1-6, № 10 відповідають за рух вліво/вправо; м'язи № 4-9, № 11-13 відповідають за рух вперед/назад;
- СА співвідношення між групами вправ і напрямком погляду очей під час виконання вправ, що для стоячи на ногах погляд має горизонтальний напрямок, для стійки на руках горизонтально-вертикальний з меншим кутом нахилу, у лежачи положення – погляд вертикальний з верхнім кутом;

– КА зв'язку між групами фізичних вправ та зручністю погляду на тренажер (екран) під час виконання вправи за шкалою «зручно», «частково зручно», «незручно» визначено, що стояти на ногах зручно, стояти на руках і лежачи частково зручно дивитися в екран;

– СА взаємозв'язку між рухами на дошці та порівняльною складністю виконання рухів на дошці Rocker/Wobble визначила, що виконання рухів на дошці Wobble складніше, ніж на дошці Rocker.

– розподілено групи м'язів, які мали найбільше навантаження під час виконання вправ (рисунок 2.3) (за експертом 1): для вправ № 1-3, 5-7 – м'язи № 14; вправа № 4 – м'язи № 10; вправа № 8 – м'язи № 5; вправа № 9 – м'язи № 1-2, 4-6; вправи № 10-11 – м'язи № 3-6; вправи № 12-13 – м'язи № 1-3; вправа № 14 – м'язи № 4-5; для вправи № 15 – м'язи № 4-9, 11-13;

– розподілено групи м'язів, які мали найбільше навантаження під час виконання вправ (рисунок 2.3) (за експертом 2): для вправ № 1, 3, 5-7 – м'язи № 14; вправа № 2 – м'язи № 10-14; вправа № 4 – м'язи № 10-13; вправа № 8 – м'язи № 3; вправа № 9 – м'язи № 1; вправи № 10 – м'язи № 3-5; вправи № 11 – м'язи № 3; вправа № 12 – м'язи № 3; вправа № 13 – м'язи № 1, 3-6; вправа № 14 – м'язи № 4-6; для вправи № 15 – м'язи № 8;

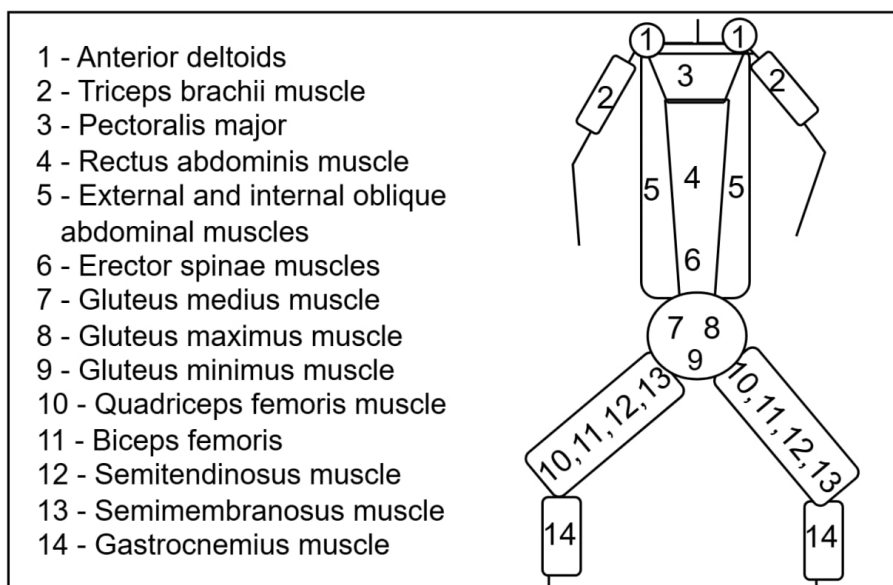


Рисунок 2.3 – Групи м'язів, які мали найбільше навантаження під час виконання вправ

Результати експериментів з виконання фізичних вправ на балансуючих дошках представлено у додатку А.

2.4 Особливості оцінки ефективності комп'ютерної ігровізації фізичних вправ з використанням балансуючих дошок

Серед комерційних систем, розглянутих у першому розділі, лише система Plankpad з апаратними технологіями типу Smartphone надає безкоштовний доступ до тестування гри з балансуєючою дошкою типу Rocker. Тому для проведення оцінки ефективності комп'ютерної ігровізації фізичних вправ з використанням балансуючих дошок було порівняно дві ігрові системи: Smartphone games (Plankpad) та Microcontroller games.

На рисунку 2.4 зображено скріншоти комп'ютерних ігор з комерційної системи Plankpad: (1) “Fruit Splicer”, (2) “Hopper”, (3) “Stix n' Stones”, (4) “Meteor Madness”, (5) “Candy Monster”, (6) “Duck Shoot”, (7) “Snow Cruisin’”, (8) “Pong Goal”, (9) “Wave Rider”, (10) “Gift Rush”.

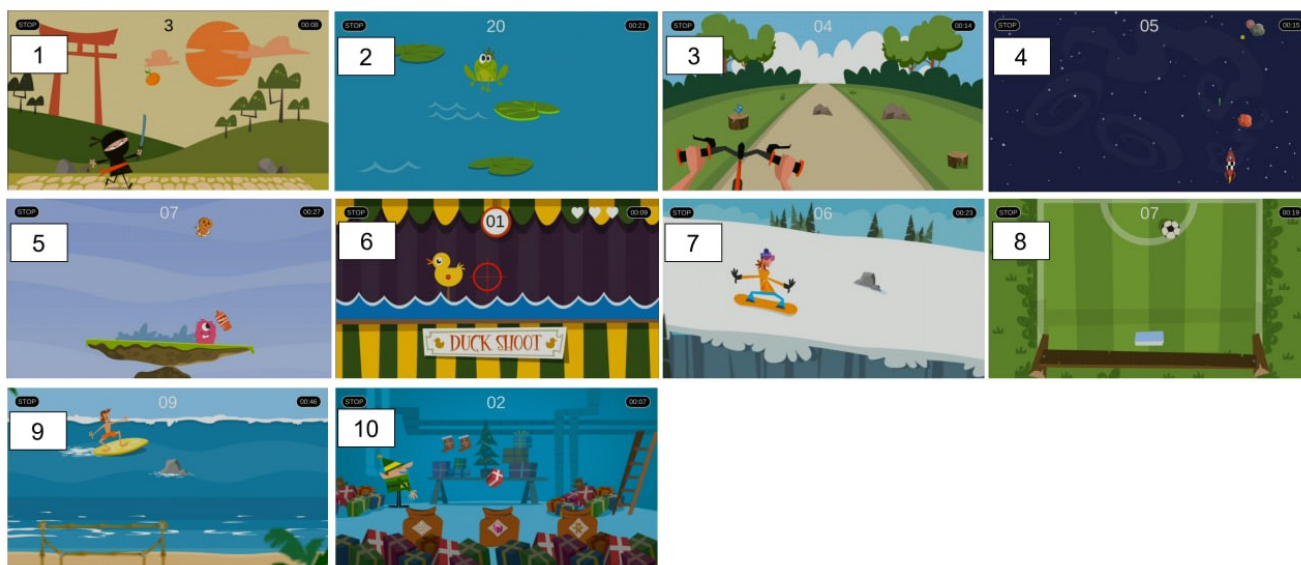


Рисунок 2.4 – Скріншоти фрагментів комп'ютерних ігор з комерційної системи Plankpad

Автори цієї роботи створили експериментальну дошку Rocker і Wobble. Щоб перевірити апаратну технологію, таку як мікроконтролер, було створено дев'ять комп'ютерних ігор з такими властивостями:

- мікроконтролер Arduino Nano і модуль MPU6050 з датчиками гіроскопа/акселерометра;
- датчики підключені до нижньої поверхні плати;
- створено програмне забезпечення Arduino Nano на C для обробки сигналів від датчиків та передачі їх на ОС комп'ютера;
- комп'ютерні ігри створюються в програмі блокового візуального програмування Scratch for Arduino (S4A).

На рисунку 2.5 наведено скріншоти комп'ютерних ігор, розроблених авторами: (1) "Летюча миша"; (2) "Крабик"; (3) "Космічний теніс"; (4) "Пташка"; (5) "Лижник"; (6) "Автомобіль"; (7) "Чарівні капелюхи", (8) "Вогняний напад" and "Лабіринт" (9).



Рисунок 2.5 – Скріншоти комп'ютерних ігор, розроблених авторами для експериментів

Результати порівняльного аналізу виявилися такими:

- порівняльний аналіз швидкісної динаміки гри визначив, що для всіх ігрових режимів медіана для Smartphone games становить 0.29 (режим Easy), 0.33 (режими Normal/Arcade), 0.5 (режим Hard), а для Microcontroller games медіана становить 1;

- порівняльний аналіз частотної динаміка гри визначив, що для всіх ігрових режимів – медіана для Smartphone games становить 1 секунду між появами (режим Easy), 1.25 секунди між появами (режими Normal/Arcade), 0.25 секунди між появами (режим Hard), а для Microcontroller games медіана становить 0 секунд між появами;

- порівняльний аналіз балансу механік керування матеріальними ресурсами ігрових персонажів (медіана) встановив, що медіана для Smartphone games дорівнює 3, а для Microcontroller games медіана дорівнює 1;

- порівняльний аналіз складності гри з урахуванням всіх ігрових режимів встановив, що медіана для Smartphone games становить 2 (режим Easy), 3 (режим Normal), 5 (режим Arcade), 4 (режим Hard), а для Microcontroller games медіана становить 5;

- порівняльний аналіз методів оцінки результату користувача встановив, що для всіх Smartphone games методом оцінки результату користувача є кількість накопичених балів/час гри, а для Microcontroller games – підрахунок часу гри до її закінчення (6 разів (67%) в іграх № 2-3, №5-6, №8-9), кількість балів до закінчення гри (2 рази (22%) – в іграх №4, №7), кількість накопичених балів/час гри (один раз – у грі №1 (11%)) є способи оцінки результату.

- порівняльний аналіз наявності концепції сил (hit points) визначив, що 90% Smartphone games мають концепцію сил, 10% не мають; серед Microcontroller games 88% мають концепцію сил, 12% не мають.

- порівняльний аналіз наявності персонажа-антагоніста визначив, що 40% Smartphone games мають антагоніста, 60% не мають антагоніста; серед Microcontroller games 88% мають антагоніста, 12% не мають антагоніста.

– порівняльний аналіз можливості збільшувати кількість сил протагоніста або антагоніста визначив, що 44% Smartphone games – немає можливості збільшувати кількість сил протагоніста та антагоніста; 56% Smartphone games – немає можливості збільшувати кількість сил тільки протагоніста, 37% Microcontroller games – є можливість збільшувати кількість сил протагоніста та немає можливості збільшувати кількість сил антагоніста; 13% Microcontroller games – є можливість збільшувати кількість сил протагоніста та антагоніста; 13% Microcontroller games – немає можливості збільшувати кількість сил тільки протагоніста; 37% Microcontroller games – немає можливості збільшувати кількість сил протагоніста та антагоніста.

– порівняльний аналіз можливості зміни рівня складності гри визначив, що 90% Smartphone games мають можливість змінювати рівень складності гри, 10% не мають можливість змінювати рівень складності гри; серед Microcontroller games нема ігор, котрі мають можливість змінювати рівень складності гри.

Результати експериментів з використання балансууючої дошки з Smartphone-технологією системи Plankrad представлено у додатку Б .

Результати експериментів з використання балансууючої дошки з Arduino-технологією експериментальної системи представлено у додатку В.

2.5 Особливості оцінки ефективності комп'ютерної ігровізації фізичних вправ з використанням балансууючих дошок та адаптованих комп'ютерних ігор з відкритого репозиторія

На першому етапі експериментів автори створили балансууючі Rocker-дошку і Wobble-дошку. Для управління персонажами спортивних ігор до плат підключили мікроконтролер Arduino Leonardo з модулем MPU6050 для вимірювання кута нахилу дошки в різні боки. Нові дослідження присвячені оцінюванню динамічних властивостей спортивних комп'ютерних ігор із репозиторію Scratch з точки зору можливої ігровізації балансууючих дошок. Усі ігри були проаналізовані на можливість ігровізації за допомогою дошок. Програмний код деяких ігор був

модифікований для проведення реальних експериментів. Приклади експериментів з ігровізації балансуєчих дошок наведено за посиланням [10].

На рисунку 2.6 представлені основні компоненти оцінки динамічних властивостей 62 спортивних комп'ютерних ігор зі репозиторію Scratch.

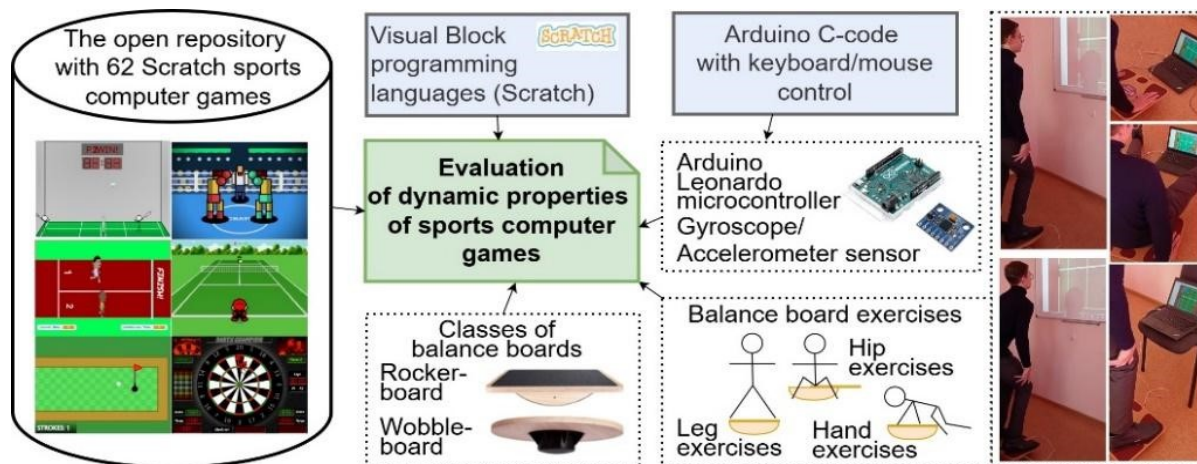


Рисунок 2.6 – Основні компоненти оцінки динамічних властивостей 62 спортивних комп'ютерних ігор зі репозиторію Scratch

Результати проведення аналізу виявилися такими:

- наявність персонажа-антагоніста: у 28 іграх (45%) нема персонажа-антагоніста; у 34 іграх (55%) – є персонаж-антагоніст;
- швидкісна динаміка гри (медіана): 1.6;
- частотна динаміка гри (медіана): 0 секунд між появами персонажів гри;
- наявність концепції сил (hit points): у 43 іграх (69%) присутня концепція сил; у 19 іграх (31%) відсутня концепція сил;
- баланс механік керування матеріальними ресурсами (медіана): 1;
- можливість збільшувати кількість сил протагоніста або антагоніста: нема можливості збільшувати кількість сил протагоніста та антагоніста – 20 ігор (47%); нема можливості збільшувати кількість сил тільки протагоніста – 16 ігор (38%); є можливість збільшувати кількість сил протагоніста та антагоніста – 5 ігор (11%); нема можливості збільшувати кількість сил тільки антагоніста – 1 гра (2%); є можливість збільшувати кількість сил протагоніста та нема можливості збільшувати кількість сил антагоніста – 1 гра (2%);

- можливість зміни рівня складності: відсутня можливість для 56 ігор (90%), є можливість для 6 ігор (10%);
- складність гри (медіана): 5;
- методи оцінювання результату користувача: кількість накопичених балів/час гри – 7 ігор (11%), кількість балів до закінчення гри – 36 ігор (58%), підрахунок часу гри до її закінчення – 19 ігор (31%);

Результати експериментів представлено в додатку Г.

2.6 Особливості оцінки ефективності комп'ютерної ігровізації фізичних вправ з використанням механотерапевтичного обладнання

Для проведення оцінки ефективності комп'ютерної ігровізації фізичних вправ з використанням механотерапевтичного обладнання авторами роботи було створено експериментальний механотерапевтичний прилад (рисунок 2.6), який не відрізняється від комерційного приладу [11] за своїми руховими властивостями верхніх кінцівок людини (рисунок 2.7): рух типу 1 – круговий рух зап'ястя при його розміщені паралельно горизонтальній поверхні; рух типу 2 – рух зап'ястя верх/вниз при його розміщені паралельно горизонтальній поверхні; рух типу 3 – рух зап'ястя верх/вниз при його розміщені перпендикулярно горизонтальній поверхні [12].

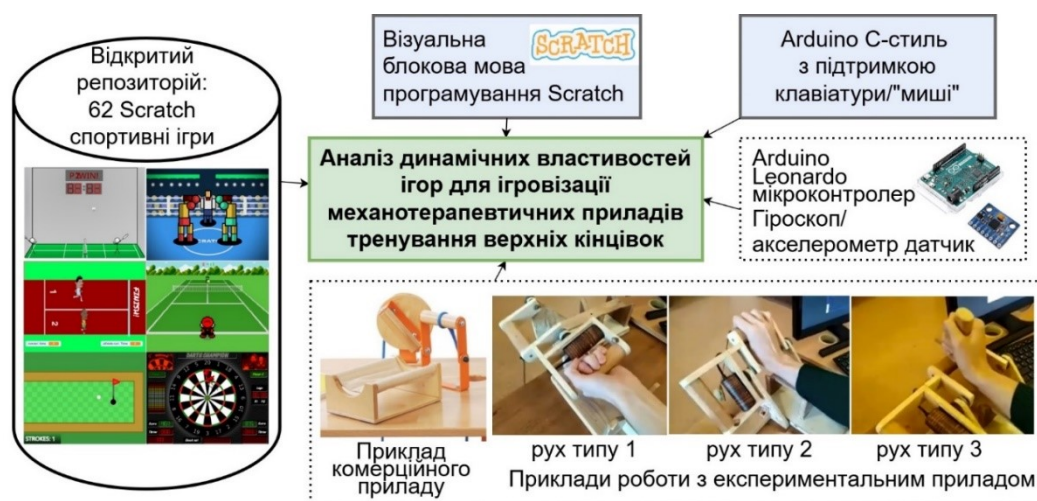


Рисунок 2.7 Exergame-компоненти комп'ютерної ігровізації вправ на механотерапевтичному приладі

Для контролю руху одної з верхніх кінцівок людини під час використання

приладу до рухової частини було підключено *Arduino*-датчик з гіроскопом/акселерометром, який, в свою чергу, підключено до мікроконтролера *Arduino Leonardo*, розташованого за межами приладу та підключеного до комп'ютера.

Результати проведення аналізу виявилися такими:

- наявність персонажа-антагоніста: у 17 іграх (45%) є персонаж-антагоніст; у 21 грі (55%) – нема персонажа-антагоніста;
- швидкісна динаміка гри: медіана = 1.5, мода = 1;
- частотна динаміка гри (медіана): 0 секунд між появами персонажів гри, мода = 0 секунд між появами персонажів гри;
- наявність концепції сил (hit points): у 25 іграх (66%) присутня концепція сил; у 13 іграх (34%) відсутня концепція сил;
- баланс механік керування матеріальними ресурсами: медіана = 1, мода = 1;
- можливість збільшувати кількість сил протагоніста або антагоніста: немає можливості збільшувати кількість сил протагоніста та антагоніста – 9 ігор (36%); немає можливості збільшувати кількість сил тільки протагоніста – 14 ігор (56%); є можливість збільшувати кількість сил протагоніста та антагоніста – 2 гри (8%);
- можливість зміни рівня складності: відсутня можливість для 36 ігор (95%);
- складність гри: медіана = 4, мода = 6;
- методи оцінювання результату користувача: кількість накопичених балів/час гри – 4 гри (11%), кількість балів до закінчення гри – 23 гри (60%), підрахунок часу гри до її закінчення – 11 ігор (29%);

Результати експериментів представлено в додатку Д.

ВИСНОВКИ

Запропонована в роботі методика оцінки ефективності комп'ютерної ігровізації фізичних вправ з використанням фізіотерапевтичного обладнання з мікроконтролерами Arduino або вбудованими датчиками на смартфонах була перевірена на за серією експериментів за наступними прикладами:

- 15 фізичних вправ;
- 10 Exergame-ігор з використанням смартфонів;
- 9 Exergame-ігор з використанням Arduino;
- 62 Exergame-ігор, які було попередньо адаптовано на основі комп'ютерних ігор із відкритого Scratch-репозиторія.

Практична цінність методики полягає у наданні рекомендацій щодо оцінки можливої комп'ютерної ігровізації фізичних вправ з використанням:

- балансуючих дошок двох типів для підтримки фізичної активності різних частин тіла;
- механотерапевтичного обладнання відновлення руху верхніх кінцівок
- інших типів обладнання, до якого можна підключити мікроконтролер Arduino або смартфон для контролю зміни нахилу обладнання.

За результатами проведених експериментів в майбутньому планується впровадити розроблену методику у навчальну дисципліну «Фізичне виховання» для студентів першого курсу ІТ-спеціальностей.

Під час дослідження визначено напрями покращення інтерфейсу користувача розроблених Exergame-ігор:

- створення бази знань із експертною системою для автоматизованого надання рекомендацій ігрофікації вправ, наприклад, надання переліку вправ для обраного сценарію гри, або надання переліку сценаріїв ігор для обраної вправи;
- впровадження сповіщень про події гри через звукові сигнали та промови текстових повідомлень, які дадуть можливість виконувати фізичні вправ без необхідності направляти погляд до екрану комп'ютера;
- автоматичне налаштування динаміки гри під фізичні вправи;
- автоматизоване створення сценарію гри для фізичної вправи.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Eguchi R, Takahashi M. Validity of the Nintendo Wii Balance Board for Kinetic Gait Analysis. Applied Sciences. 2018; 8(2):285. <https://doi.org/10.3390/app8020285>
2. Goble, D.J., Cone, B.L. & Fling, B.W. Using the Wii Fit as a tool for balance assessment and neurorehabilitation: the first half decade of “Wii-search”. J NeuroEngineering Rehabil 11, 12 (2014). <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-12>
3. MFT-bodyteamwork, "MFT CHALLENGE DISC," MFT-bodyteamwork, n.d. [Online]. Available: <https://www.mft-bodyteamwork.com/en/products/mft-challenge-disc/>. [Accessed 15 December 2023].
4. Plankpad. URL: <https://plankpad.com/en/>
5. Bobobalance. URL: <https://bobo-balance.shop/pages/bobo-home-app-games> [Accessed January 2024].
6. Dúo-Terrón, P. Analysis of Scratch Software in Scientific Production for 20 Years: Programming in Education to Develop Computational Thinking and STEAM Disciplines. Educ. Sci. 2023, 13, 404. <https://doi.org/10.3390/educsci13040404>
7. Howell, S. (2012). Install Scratch and Kinect2Scratch. In J. St. Jean (Ed.), Kinect Hacks: Tips and Tools for Motion and Pattern Detection (1st ed., pp. 184 - 206). Sebastopol, CA: O'Reilly.
8. Hung, Jen-Wen & Chou, Chiung-Xia & Chang, Yao-Jen & Wu, Ching-Yi & Chang, Ku-Chou & Wu, Wen-Chi & Howell, Stephen. (2019). Comparison of Kinect2Scratch game-based training and therapist-based training for the improvement of upper extremity functions of patients with chronic stroke: A randomized controlled single-blinded trial. European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine.
9. ...
... Proceedings
of International Conference on ... 2024; ...
...
10. Examples of experiments for gamification of balance boards. URL: <https://bit.ly/3OApmDm> [Accessed 01 December 2024]

11. Hand exercise boards. URL: <https://juventas-shop.com/27-hand-exercise-boards>

12. Приклади комп'ютерної ігровізації вправ на механотерапевтичному пристрої. URL:

ДОДАТКИ

Додаток А Результати експериментів з виконання фізичних вправ на балансуючих дошках

Група фізичних вправ (стояння, ноги, стійка, руки, лежання)	Опис фізичної вправи (або посилання на фото)	Групи м'язів, на які за результатами експериментів впливає вправа (Дані за Волковим)	Групи м'язів, на які за результатами експериментів впливає вправа (Дані за Волковим)	Групи м'язів, на які за результатами експериментів впливає вправа (Дані за Волковим)	Ступінь впливу на м'язи (1 - слабкий, 5 - сильний) Експерт1+ Експерт2 (середнє)	Тип дошки (Rocker-дошка та Wobble-дошка Wobble-дошка)	Напрямок рухів на дошці (ліворуч/праворуч, вперед/назад, всі напрямки) та рівень нахилу дошки (повний, частковий)	Порівняння складності виконання рухів на Rocker-дошці та Wobble-дошці	Основний напрямок погляду очей під час виконання вправ (горизонтальний, вертикальний)	Зручність погляду на екран під час виконання вправ (зручно, частково зручно, незручно)	Інформаційне сповіщення про процесі при задачі звуку та промовою
1	1. Розташуйте ноги по обидві сторони від центру. Покладіть вагу на пальці ніг і нахиліться вперед. Затримайтеся на 2 секунди. 2. Покладіть вагу на п'яти і нахиліться назад. Затримайтеся на 2 секунди. 3. Повторіть для бажаних повторень. Посилання на фото: ■ FORWARD-BACKWARD ROCK.jpg	М'язи № 14. Посилання на фото: ■ Зображення ...	М'язи № 14. Посилання на фото: ■ Зображення ...	М'язи № 14. Посилання на фото: ■ Зображення ...	1 - 1.5 2 - 1 3 - 1 4 - 2.5 5 - 2.5 6 - 2.5 7 - 2.5 8 - 2.5 9 - 2.5 10 - 3.5 11 - 3.5 12 - 3.5 13 - 3.5 14 - 5	Rocker-дошка та Wobble-дошка	Вперед/назад	Виконання рухів складніше на Wobble-дошці	Спереду	Зручно	відсутнє
2	1. Розташуйте ноги по обидві сторони від центру. Нахиліть дошку ліворуч. Затримайтеся на 2 секунди. 2. Нахиліть дошку праворуч. Затримайтеся на 2 секунди. 3. Повторіть для бажаних повторень. Посилання на фото: ■ LEFTWARD-RIGHTWARD ROCK.jpg	М'язи № 14. Посилання на фото: ■ Зображення ...	М'язи № 14. Посилання на фото: ■ Зображення ...	М'язи № 14. Посилання на фото: ■ Зображення ...	1 - 1.5 2 - 1 3 - 1 4 - 2.5 5 - 2.5 6 - 2.5 7 - 3 8 - 3.5 9 - 3.5 10 - 4 11 - 4 12 - 4 13 - 4 14 - 4	Rocker-дошка та Wobble-дошка	Ліворуч/праворуч	Виконання рухів складніше на Wobble-дошці	Спереду	Зручно	відсутнє
3	1. Розташуйте ноги по обидві боки від центру. Перенесіть вагу на пальці ніг, нахиліться вперед і крутити. Перемістіть вагу зліва направо. 2. Покладіть вагу на п'яти, нахиліться назад і виконайте повороти в протилежному напрямку. 3. Перемістіть вагу в протилежну сторону і покрутіть. Повторіть для бажаних повторень. Посилання на фото: ■ CLOCKWISE-COUNTER-CLOCKWISE TWIST.jpg	М'язи № 14. Посилання на фото: ■ Зображення ...	М'язи № 14. Посилання на фото: ■ Зображення ...	М'язи № 14. Посилання на фото: ■ Зображення ...	1 - 1.5 2 - 1 3 - 1 4 - 3 5 - 3 6 - 3 7 - 3 8 - 3 9 - 3 10 - 3.5 11 - 3.5 12 - 3.5 13 - 3.5 14 - 5	Wobble-дошка	Всі напрямки	Виконання рухів складніше на Wobble-дошці	Спереду	Зручно	відсутнє
4	1. Розташуйте ноги по обидві сторони від центру. Нахиліть дошку вліво разом з присіданням. 2. Повторіть для бажаних повторень. Посилання на фото: ■ Inclined Squat.jpg	М'язи № 10. Посилання на фото: ■ Зображення ...	М'язи № 10. Посилання на фото: ■ Зображення ...	М'язи № 10-13. Посилання на фото: ■ Зображення ...	1 - 1.5 2 - 1 3 - 1 4 - 3 5 - 3 6 - 3 7 - 4 8 - 4 9 - 4 10 - 4.5 11 - 4.5 12 - 4.5 13 - 4.5 14 - 4	Rocker-дошка та Wobble-дошка	Ліворуч/праворуч	Виконання рухів складніше на Wobble-дошці	Спереду	Зручно	відсутнє

Рисунок А.1 – Перший фрагмент таблиці з результатами експериментів з виконання фізичних вправ на балансуючих дошках

Група фізичних вправ (стояння ногами, стійка, руками, лежання)	Опис фізичної вправи (або посилання на фото)	Групи м'язів, на які експериментів впливає вправа (Дані за Волковим)	Групи м'язів, на які за результатами експериментів впливає вправа (Дані за Волковим)	Ступінь впливу на м'язи (1 - слабкий, 5 - сильний) Експерт1+Експерт2 (середнє).	Тип дошки (Rockerg-дошка та Wobble-дошка)	Напрямок рухів на дошці (ліворуч/праворуч, вперед/назад, всі напрямки) та рівень нахилу дошки (повний, частковий)	Порівняння складності виконання рухів на Rockerg-дошці та Wobble-дошці	Основний напрямок погляду очей під час виконання вправ (горизонтальний, вертикальний)	Зручність погляду на екран під час виконання вправи (зручно, частково зручно, незручно)	Інформаційне сповіщення про процесі при завадках звуком та промова
N				1 - 1.5 2 - 1 3 - 1 4 - 2.5 5 - 2.5 6 - 2.5 7 - 3.5 8 - 3.5 9 - 3.5 10 - 3.5 11 - 3.5 12 - 3.5 13 - 3.5 14 - 4.5						
5	Стояння ногами	1. Розташуйте ноги по обидві сторони від центру. Зігніть ноги в колінах. Покладіть вагу на пальці ніг і нахиліться вперед. Затримайтесь на 2 секунди. 2. Покладіть вагу на п'яти і нахиліться назад. Затримайтесь на 2 секунди. 3. Повторіть для бажаних повторень. Посилання на фото: Ride 3-4.jpg	М'язи № 14. Посилання на фото: Зображення ...	М'язи № 14. Посилання на фото: Зображення ...	Rockerg-дошка та Wobble-дошка	Вперед/назад	Виконання рухів складніше на Wobble-дошці	Спереду	Зручно	відсутнє
6	Стояння ногами	1. Розташуйте ноги по обидві сторони від центру. Зігніть ноги в колінах. Нахиліть дошку ліворуч. Затримайтесь на 2 секунди. 2. Нахиліть дошку праворуч. Затримайтесь на 2 секунди. 3. Повторіть для бажаних повторень. Посилання на фото: Ride 1-2.jpg	М'язи № 14. Посилання на фото: Зображення ...	М'язи № 14. Посилання на фото: Зображення ...	Rockerg-дошка та Wobble-дошка	Ліворуч/праворуч	Виконання рухів складніше на Wobble-дошці	Спереду	Зручно	відсутнє
7	Стояння ногами	1. Розташуйте ноги по обидва боки від центру. Зігніть ноги в колінах. Перенесіть вагу на пальці ніг, нахиліться вперед і крутити. Перемістіть вагу збоку і поверніться. 2. Покладіть вагу на п'яти, нахиліться назад і виконайте повороти в протилежному напрямку. Перемістіть вагу в протилежну сторону і покрутіть. 3. Повторіть для бажаних повторень. Посилання на фото: Deer Ride.jpg	М'язи № 14. Посилання на фото: Зображення ...	М'язи № 14. Посилання на фото: Зображення ...	Wobble-дошка	Всі напрямки		Спереду	Зручно	відсутнє
8	Стояння ногами	1. Розташуйте ногу на дошці. Покладіть вагу на пальці ніг і нахиліться вперед. Затримайтесь на 2 секунди. 2. Покладіть вагу на п'яти і нахиліться назад. Затримайтесь на 2 секунди. 3. Повторіть для бажаних повторень. Посилання на фото: FORWARD-BACKWARD WITH ONE FOOT.jpg	М'язи № 14. Посилання на фото: Зображення ...	М'язи № 14. Посилання на фото: Зображення ...	Rockerg-дошка та Wobble-дошка	Вперед/назад	Виконання рухів складніше на Wobble-дошці	Спереду	Зручно	відсутнє

Рисунок А.2 – Другий фрагмент таблиці з результатами експериментів з виконання фізичних вправ на баланруючих дошках

Група фізичних вправ (стояння, ноги, стійка, руки, лежання)	Опис фізичної вправи (або посилання на фото)	Групи м'язів, на які впливають експериментів (Дані за Волковим)	Групи м'язів, на які впливають експериментів (Дані за Волковим)	Тип дошки (Rocke-дошка та Wobble-дошка)	Напрямок рухів на дошці (ліворуч/праворуч, вперед/назад, всі напрямки) та рівень нахилу дошки (повний, частковий)	Порядок виконання рухів на дошці (Rocke-дошка та Wobble-дошка)	Основний напрямок погляду очей під час виконання вправ (горизонтальний, вертикальний)	Зручність погляду на екран під час виконання вправи (зручно, частково зручно, незручно)	Інформаційне сповіщення про процесі гри заздалегідь та промовою
9 Лежання	1. Лягайте на підлогу. Поставте ноги на дошку з обох боків від центру. Розташуйте тіло близько чи далі від дошки, щоб знайти ідеальне положення. 2. Підніміть сідниці якомога вище, затримайтеся і повільно опустіть. 3. Повторіть для бачаних повторень. Посилання на фото: Walkie Lift.jpg	М'язи № 4-9, № 11-13. Посилання на фото: Зображення ...	М'язи № 8. Посилання на фото: Зображення ...	Rocke-дошка та Wobble-дошка	Вперед/назад	Виконання рухів на Wobble-дошці та на Rocke-дошці мають однакову складність	Зверху	Частково зручно	Якщо користувач зміг нахилити дошку ліворуч/праворуч і/або вперед/назад, то має бути звукове сповіщення.
10 Лежання	1. Сядьте на нижню частину дошки, широко розставивши ноги. Лякьте на спину і відштовхуйтеся ногами. 2. Виконуйте скручування в поперековому та грудному відділах хребта. 3. Повторіть для бачаних повторень. Посилання на фото: Crunch.jpg	М'язи № 4-5. Посилання на фото: Зображення ...	М'язи № 4-5. Посилання на фото: Зображення ...	Rocke-дошка та Wobble-дошка	Вперед/назад	Виконання рухів на Wobble-дошці та на Rocke-дошці мають однакову складність	Зверху	Частково зручно	Якщо користувач зміг нахилити дошку ліворуч/праворуч і/або вперед/назад, то має бути звукове сповіщення.
11 Стія руками	Станьте на коліна на підлогу та поставте дошку балансу перед собою. Покладіть руки на дошку, на ширині плечей, спина пряма і виконайте модифіковане відхилення, повертаючи дошку вліво або вправо. Повторіть скручування в протилежному напрямку. Посилання на фото: Push-Up Figure 1.jpg	М'язи № 1-3. Посилання на фото: Зображення ...	М'язи № 3. Посилання на фото: Зображення ...	Rocke-дошка та Wobble-дошка	Ліворуч/праворуч	Виконання рухів на Wobble-дошці та на Rocke-дошці мають однакову складність	Знизу	Частково зручно	Якщо користувач зміг нахилити дошку ліворуч/праворуч і/або вперед/назад, то має бути звукове сповіщення.
12 Стія руками	Тримайте ноги та спину прямо, виконуючи відхилення та поставте дошку балансу перед собою. Покладіть руки на дошку, на ширині плечей, спина пряма і виконайте модифіковане відхилення, повертаючи дошку вліво або вправо. Повторіть скручування в протилежному напрямку. Повторіть для бачаних повторень. Посилання на фото: Push-Up Figure 2.jpg	М'язи № 1-3. Посилання на фото: Зображення ...	М'язи № 1 та 3-8. Посилання на фото: Зображення ...	Rocke-дошка та Wobble-дошка	Ліворуч/праворуч	Виконання рухів на Wobble-дошці та на Rocke-дошці мають однакову складність	Знизу	Частково зручно	Якщо користувач зміг нахилити дошку ліворуч/праворуч і/або вперед/назад, то має бути звукове сповіщення.

Рисунок А.3 – Третій фрагмент таблиці з результатами експериментів з виконання фізичних вправ на балансуєчих дошках

N	Група фізичних вправ (стояння, ноги, стійка, руками, лежання)	Опис фізичної вправи (або посилання на фото)	Групи м'язів, на які впливає вправа (Дані за Волковим)	Групи м'язів, на які за результатами експериментів впливає вправа (Дані за Волковим)	Ступінь впливу на м'язи (1 - слабкий, 5 - сильний) Експерт1+ Експерт2 (середнє).	Тип дошки (Rocke-дошка та Wobble-дошка/Wobble-дошка)	Напрямок рухів на дошці (ліворуч/праворуч, вперед/назад, всі напрямки) та рівень нахилу дошки (повний, частковий)	Порівняння складності виконання рухів на Rocke-дошці та Wobble-дошці	Основний напрямок (кут) погляду очей під час виконання вправ (горизонтальний, вертикальний)	Зручність погляду на екран під час виконання вправи (зручно, частково зручно, незручно)	Інформаційне сповіщення про процесі гри завдяки звукам та промовам
13	Стійка руками	Тримайте ноги та спину прямо, виконуючи планку та поставте дошку балансу перед собою. Покладіть руки на дошку, на ширині плечей, спина пряма і виконайте модифіковану планку, повертаючи дошку вліво або вправо. Повторіть для багатьох повторень. Посилання на фото: Plank.jpg	М'язи № 3-6. Посилання на фото: Зображення ...	М'язи № 3. Посилання на фото: Зображення ...	1 - 4 2 - 3.5 3 - 4.5 4 - 3 5 - 3 6 - 3 7 - 2.5 8 - 2.5 9 - 2.5 10 - 1.5 11 - 2 12 - 2 13 - 2 14 - 2.5	Rocke-дошка та Wobble-дошка	Ліворуч/праворуч	Виконання рухів на Wobble-дошці та на Rocke-дошці мають однакову складність	Знизу	Частково зручно	Якщо користувач зміг нахилити дошку ліворуч/праворуч і/або вперед/назад, то має бути звукове сповіщення.
14	Стійка руками	Тримайте руки та спину прямо, виконуючи зворотну планку та поставте дошку балансу перед собою. Покладіть ноги на дошку, на ширині плечей, спина пряма і виконайте модифіковану зворотну планку, повертаючи дошку вліво або вправо. Повторіть для багатьох повторень. Посилання на фото: Rev Plank.jpg	М'язи № 3-6. Посилання на фото: Зображення ...	М'язи № 3-5. Посилання на фото: Зображення ...	1 - 3.5 2 - 3 3 - 4.5 4 - 4.5 5 - 4.5 6 - 4 7 - 3 8 - 4 9 - 3 10 - 1.5 11 - 2 12 - 2 13 - 2 14 - 1.5	Rocke-дошка та Wobble-дошка	Ліворуч/праворуч	Виконання рухів на Wobble-дошці та на Rocke-дошці мають однакову складність	Знизу	Частково зручно	Якщо користувач зміг нахилити дошку ліворуч/праворуч і/або вперед/назад, то має бути звукове сповіщення.
15	Стійка руками	Тримайте руки та спину прямо, виконуючи цю вправу та поставте дошку балансу позаду себе. Зігніть ноги в колінах, покладіть їх на дошку, покладіть руки на підлогу, на ширині плечей, спина пряма і виконайте бокові скручування, повертаючи дошку вліво або вправо. Повторіть для багатьох повторень. Посилання на фото: Ab Swing.jpg	М'язи № 5. Посилання на фото: Зображення ...	М'язи № 3. Посилання на фото: Зображення ...	1 - 3 2 - 3 3 - 4 4 - 3 5 - 3 6 - 3 7 - 2 8 - 2 9 - 2 10 - 1 11 - 1 12 - 1 13 - 1 14 - 1	Rocke-дошка та Wobble-дошка	Ліворуч/праворуч	Виконання рухів складніше на Wobble-дошці	Знизу	Частково зручно	Якщо користувач зміг нахилити дошку ліворуч/праворуч і/або вперед/назад, то має бути звукове сповіщення.
16	Стійка руками	Тримайте руки та спину прямо, виконуючи цю вправу та поставте дошку балансу позаду себе. Покладіть руки на дошку, на ширині плечей, спина пряма і виконайте бокові скручування, повертаючи дошку вліво або вправо. Повторіть для багатьох повторень. Посилання на фото: Rev Side Swing.jpg	М'язи № 1-2, № 4-6. Посилання на фото: Зображення ...	М'язи № 1. Посилання на фото: Зображення ...	1 - 4 2 - 3 3 - 3 4 - 3.5 5 - 3.5 6 - 3.5 7 - 2 8 - 2 9 - 2 10 - 2 11 - 1.5 12 - 1.5 13 - 1.5 14 - 1.5	Rocke-дошка та Wobble-дошка	Ліворуч/праворуч	Виконання рухів на Wobble-дошці та на Rocke-дошці мають однакову складність	Знизу	Частково зручно	Якщо користувач зміг нахилити дошку ліворуч/праворуч і/або вперед/назад, то має бути звукове сповіщення.

Рисунок А.4 – Четвертий фрагмент таблиці з результатами експериментів з виконання фізичних вправ на балансуєчих дошках

Додаток Б Результати експериментів з використання балануючої дошки з Smartphone-технологією системи Plankpad

Назва гри	Тип дошки - Rocker-дошка	Динаміка гри у різних відношеннях швидкості персонажів гри). Антагоністи з'являються частіше зі зростанням рівня складності гри (Easy, Normal, Hard). У режимі Arcade використовуються ті ж самі швидкісні характеристики, що і у рівні складності Normal, але додатково додається сила протагоніста	Сила (hit points) персонажів тор (протагоніст, антагоніст). Чим більша кількість сил у антагоніста, тим більше зусиль гравця потрібно. Чим більша кількість сил у протагоніста, тим менш зусиль гравця потрібно. Сила протагоніста з'являється тільки у режимі Arcade	Складність гри у різних режимах (Easy, Normal, Hard, Arcade) (від 1 до 10, де 1 - нескладно, 10 - складно)	Рухи на дошці (ліворуч/праворуч, вперед/назад, д. всі напрямки)	Тип керування (координатне, керування кутовий нахил), рівень чутливості (підвищення рівня чутливості призводить до плавності рухів, що є більш зручним для використання)	Методи оцінювання результату користування (Паразюнок часу гри до її закінчення (Чим менше часу гри, тим краще АБО Чим більше часу гри знадобилося для поразки, тим краще). Кількість накопичених балів/час гри (Чим більший результат, тим краще). Кількість балів до закінчення гри (Чим більше балів на момент закінчення гри, тим краще))	Естетика (1 - відчуття (Sensation), 2 - фантазія (Fantasy), 3 - розповідь (Narrative), 4 - виклик (Challenge), 5 - братерство (Fellowship), 6 - дослідження (Discovery), 7 - виразність (Expression), 8 - підпорядкування (Submission))	
Plankpad: Fruit Splicer	Rocker-дошка	Швидкість ніндзі (протагоніст) залежить від швидкості нахилу дошки гравцем. Швидкість фруктів (антагоніст): за 3 секунди фрукт досягає нижнього краю карти. Частота появи фруктів (антагоніст): перший фрукт з'являється після 1 секунди після початку гри, між появами фруктів проходить 3 секунди (Easy), 2 секунди (Normal, Arcade), 1 секунда (Hard).	Сила ніндзі (протагоніст): 3. Сила фруктів (антагоніст): 1. Сила ніндзі втрачається, якщо гравець дозволяє фруктам доторкнутись нижнього краю карти	3 (Easy), 4 (Normal), 5 (Hard, Arcade)	ліворуч/праворуч	координатне керування, більший рівень чутливості	Кількість накопичених балів/час гри	1, 2	Ma, D, Mn, Mv, R
Plankpad: Hopper	Rocker-дошка	Швидкість жаби (протагоніст) залежить від швидкості нахилу дошки гравцем.	Сила жаби (протагоніст): 3. Сила жаби не втрачається протогом гри, тому фактично сила жаби необмежена	3. Мікс режимів не вицялено різниці	ліворуч/праворуч	координатне керування, більший рівень чутливості	Кількість накопичених балів/час гри	1, 2	Ma, Mn, Mv, R
Plankpad: Six n' Stones	Rocker-дошка	Швидкість велосипедиста (протагоніст) залежить від швидкості нахилу дошки гравцем. Швидкість перешкод (антагоніст): за 4 секунди (Easy), 3 секунди (Normal, Arcade), 2 секунди (Hard) перешкода досягає нижнього краю карти. Частота появи перешкод (антагоніст): після початку гри та між появами перешкод проходить 3 секунди (Easy), 2 секунди (Normal, Arcade), 1 секунда (Hard)	Сила велосипедиста (протагоніст): 3. Сила велосипедиста втрачається, якщо гравець дозволяє перешкодам доторкнутись до велосипедиста	1 (Easy), 2 (Normal), 3 (Hard, Arcade)	ліворуч/праворуч	координатне керування, більший рівень чутливості	Кількість накопичених балів/час гри	1, 2	A, Mn, Mv, R
Plankpad: Meteor Madness	Rocker-дошка	Швидкість космічного корабля (протагоніст) залежить від швидкості нахилу дошки гравцем. Швидкість космічних об'єктів (антагоніст): за 6 секунд (Easy), 4 секунди (Normal, Arcade), 3 секунди (Hard) космічний об'єкт досягає нижнього краю карти. Частота появи космічних об'єктів (антагоніст): перший космічний об'єкт з'являється на 1 секунду після початку гри, між появами космічних об'єктів проходить 3 секунди (Easy), 2 секунди (Normal, Arcade), 1 секунда (Hard).	Сила космічного корабля (протагоніст): 3. Сила космічних об'єктів (антагоніст): 1. Сила космічного корабля втрачається, якщо гравець дозволяє космічним об'єктам доторкнутись нижнього краю карти або доторкнутись до космічного корабля	4 (Easy), 5 (Normal), 7 (Hard), 8 (Arcade)	ліворуч/праворуч	координатне керування, більший рівень чутливості	Кількість накопичених балів/час гри	1, 2, 4 (у режими гри: Hard, Arcade)	A, D, Mn, Mv, R, Sh

Рисунок Б.1 – Перший фрагмент таблиці з результатами експериментів

Назва гри	Тип дошки - Rocker-дошка	Динаміка гри у різних персонажів гри). Антагоністи з'являються частіше зі зростанням рівня складності гри (Easy, Normal, Hard). У режимі Arcade використовуються ті ж самі швидкісні характеристики, що і у рівні складності Normal, але додатково додається сила протагоніста	Сила (hit points) персонажів ігор (протагоніст, антагоніст). Чим більша кількість сил у антагоніста, тим більше зусиль гравця потрібно. Чим більша кількість сил у протагоніста, тим менш зусиль гравця потрібно. Сила протагоніста з'являється тільки у режимі Arcade	Складність гри у різних режимах (Easy, Normal, Hard, Arcade) (від 1 до 10, де 1 - нескладно, 10 - складно)	Рухи на дошці (ліворуч/пра воруч, вперед/назад Д, всі напрямки)	Тип керування протагоністом (координатне, кутовий нахил), рівень чутливості (підвищення рівня чутливості приводить до плавності рухів, що є більш зручним для використання)	Методи оцінювання результату користувача (Підрахунок часу гри до її закінчення (Чим менше часу гри знадобилося для перемоги в грі, тим краще АБО Чим більше часу гри знадобилося для поразки, тим краще). Кількість накопичених балів за час гри (Чим більший результат, тим краще). Кількість балів до закінчення гри (Чим більше балів на момент закінчення гри, тим краще)	Естетика (1 - відчуття (Sensation), 2 - фантазія (Fantasy), 3 - розповідь (Narrative), 4 - виклик (Challenge), 5 - братерство (Fellowship), 6 - дослідження (Discovery), 7 - вираження (Expression), 8 - підпорядкування (Submission))	GamePlay- целінки
Plankrad: Candy Monster	Rocker-дошка	Швидкість монстра (протагоніст) залежить від швидкості нахилу дошки гравцем. Швидкість соподощів (антагоніст): за 6 секунд (Easy), 4 секунди (Normal, Arcade), 3 секунди (Hard) соподощі досягає нижнього краю карти. Частота появи соподощів (антагоніст): мік появами соподощі проходить 2 секунди (Easy), 1.5 секунди (Normal, Arcade), 1 секунда (Hard). Частота появи першої соподощі: після 1 секунди (Easy, Normal, Arcade), на 1 секунді (Hard).	Сила монстра (протагоніст): 3. Сила соподощів (антагоніст): 1. Сила монстра втрачається, якщо гравець дозволяє соподощам доторкнутися нижнього краю карти	1 (Easy), 2 (Normal), 3 (Hard, Arcade)	ліворуч/пра воруч	координатне керування, більший рівень чутливості	Кількість накопичених балів за час гри	1, 2	Ma, D, Mn, Mv, R
Plankrad: Duck Shoot	Rocker-дошка	Швидкість стрілка (протагоніст) залежить від швидкості нахилу дошки гравцем. Частота появи качки (антагоніст): за 1 секунду знищення попередньої качки: проходить 0 секунд.	Сила стрілка (протагоніст): 3. Сила стрілка втрачається протогом гри, якщо не виходить дого утримувати приціл на цілі. Сила качки (антагоніст): за 1 секунду (Easy), за 2 секунди (Normal, Arcade), за 3 секунди (Hard) качка знищується.	3 (Easy), 4 (Normal), 5 (Hard), 7 (Arcade)	ліворуч/пра воруч	координатне керування, більший рівень чутливості	Кількість накопичених балів за час гри	1, 2, 4 (у режимі гри: Arcade)	Ma, D, Mn, Mv, R
Plankrad: Snow Cruisin'	Rocker-дошка	Швидкість сноубордиста (протагоніст) залежить від швидкості нахилу дошки гравцем. Швидкість перешкод (антагоніст): за 3 секунди (Easy), 2 секунди (Normal, Arcade), 1.5 секунди (Hard) перешкода досягає нижнього краю карти. Частота появи перешкод (антагоніст) після знищення попередньої: проходить 1 секунда (Easy, Normal, Arcade), 0 секунд (Hard). Частота появи першої перешкоди: після 1 секунди (Easy), на 1 секунді (Normal, Arcade, Hard).	Сила сноубордиста (протагоніст): 3. Сила сноубордиста втрачається, якщо гравець дозволяє перешкодам доторкнутися до сноубордиста	1 (Easy), 4 (Normal), 6 (Hard), 7 (Arcade)	ліворуч/пра воруч	координатне керування, більший рівень чутливості	Кількість накопичених балів за час гри	1, 2, 4 (у режимах гри: Hard, Arcade)	A, Mn, Mv, R

Рисунок Б.2 – Другий фрагмент таблиці з результатами експериментів

Назва гри	Тип дошки - Rocker-дошка	Динаміка гри у різних (відношення швидкостей персонажів гри). Антагоністи з'являються частіше зі зростанням рівня складності гри (Easy, Normal, Hard). У режимі Arcade використовуються ті ж самі швидкісні характеристики, що і у рівні складності Normal, але додатково додається сила протагоніста	Сила (hit points) персонажів ігор (протагоніст, антагоніст). Чим більша кількість сил у антагоніста, тим більше зусиль гравця потрібно. Чим більша кількість сил у протагоніста, тим менш зусиль гравця потрібно. Сила протагоніста з'являється тільки у режимі Arcade	Складність гри у різних режимах (Easy, Normal, Hard, Arcade) (від 1 до 10, де 1 - нескладно, 10 - складно)	Руки на дошці (ліворуч/пра воруч, вперед/назад, д. всі напрями)	Тип керування протагоністом (координатне, кутовий нахил), рівень чутливості (підвищення рівня чутливості приводить до плавності рухів, що є більш зручним для використання)	Методи оцінювання результату користувача (Підрахунок часу гри до її закінчення (Чим менше часу гри знадобилося для перемоги в грі, тим краще AEO Чим більше часу гри знадобилося для поразки, тим краще). Кількість накопичених балів/час гри (Чим більший результат, тим краще). Кількість балів на момент закінчення гри (Чим більше балів на момент закінчення гри, тим краще))	Естетика (1 - відчуття (Sensation), 2 - фентезі (Fantasy), 3 - розповідь (Narrative), 4 - виклик (Challenge), 5 - братерство (Fellowship), 6 - дослідження (Discovery), 7 - виразність (Expression), 8 - підпорядкування (Submission))	GamePlay- цеглини
Plankpad: Pong Goal	Rocker-дошка	Швидкість воротара (протагоніст) залежить від швидкості нахилу дошки гравцем. Швидкість м'яча (антагоніст): за 2 секунди (Easy), 1.5 секунди (Normal, Arcade), 1 секунда (Hard) м'яч досягає нижнього краю картки. Частота появи м'яча (антагоніст) першого разу та після знищення попереднього: проходить 0 секунд.	Сила воротара (протагоніст): 3. Сила воротара втрачається, якщо гравець дозволяє м'ячу попасти у ворота воротара	2 (Easy), 4 (Normal), 5 (Hard), 6 (Arcade)	ліворуч/пра воруч	координатне керування, більший рівень чутливості	Кількість накопичених балів/час гри	1, 2, 4 (у режимі гри: Arcade)	Ma, Mn, Mv
Plankpad: Wave Rider	Rocker-дошка	Швидкість серфінгіста (протагоніст) залежить від швидкості нахилу дошки гравцем. Швидкість перешийод (антагоніст): за 8 секунд (Easy), 3 секунди (Normal, Arcade), 2 секунди (Hard) перешийод досягає верхнього краю картки. Частота появи перешийоди (антагоніст) після зникнення попередньої: проходить 1 секунда (Easy), 0 секунд (Normal, Arcade, Hard). Частота появи першої перешийоди (антагоніст): після 1 секунди (Easy, Normal, Arcade, Hard).	Сила серфінгіста (протагоніст): 3. Сила серфінгіста втрачається, якщо гравець дозволяє перешийодам доторкнутись до серфінгіста	1 (Easy), 2 (Normal), 4 (Hard), 3 (Arcade)	ліворуч/пра воруч	координатне керування, більший рівень чутливості	Кількість накопичених балів/час гри	1, 2	A, Mn, Mv, R
Plankpad: Gift Rush	Rocker-дошка	Швидкість протагоніста залежить від швидкості нахилу дошки гравцем. Швидкість подарунків (антагоніст): за 3 секунди (Easy, Normal, Arcade, Hard) досягають нижнього краю картки. Частота появи подарунку (антагоніст) після зникнення попереднього: проходить 0.5 секунд.	Сила протагоніста: 3. Сила протагоніста втрачається, якщо гравець дозволяє подарункам не попасти у необхідні контейнери	1 (Easy, Normal, Hard), 3 (Arcade)	ліворуч/пра воруч	координатне керування, більший рівень чутливості	Кількість накопичених балів/час гри	1, 2	Ma, Mn, Mv, R

Рисунок Б.3 – Третій фрагмент таблиці з результатами експериментів

Додаток В Результати експериментів з використання балануючої дошки з Arduino-технологією експериментальної системи

Назва гри	Тип дошки (Rocker-дошка та Wobble-дошка)	Динаміка гри (відношення швидкостей персонажів гри)	Сила (hit points) персонажів (гор (протагоніст, антагоніст, інше). Чим більше кількість сил у антагоніста, тим більше зусиль гравця потрібно. Чим більше кількість сил у протагоніста або іншого, тим менш зусиль гравця потрібно. Якщо під час гри є можливість збільшувати кількість сил протагоніста або іншого, то зусиль гравця потрібно менше	Складність гри (від 1 до 10, де 1 - нескладно, 10 - складно)	Рухи на дошці (ліворуч/під, вперед/назад, всі напрямки)	Тип керування протагоністом (координатне, кутовий нахил), рівень чутливості (підсилення рівня чутливості призводить до плавності руху, що є більш зручним для використання)	Методи оцінювання результату користування (Підрахунок часу гри до її закінчення (Чим менше часу гри знадобилося для перемоги в гри, тим краще АБО Чим більше часу гри знадобилося для поразки, тим краще). Кількість накопичених балів/час гри (Чим більший результат, тим краще). Кількість балів до закінчення гри (Чим більше балів на момент закінчення гри, тим краще))	Естетика (1 - відчуття (Sensation), 2 - фантазія (Fantasy), 3 - розповідь (Narrative), 4 - виклик (Challenge), 5 - братерство (Fellowship), 6 - дослідження (Discovery), 7 - виразність (Expression), 8 - підпорядкування (Submission))
Крабик	Rocker-дошка та Wobble-дошка	Швидкість бананів: 3. Швидкість краба: 5. Швидкість риби: 2. Частота появи бананів та риби: проходить 0 секунд (1-го разу), потім проходить 0.2 секунди для появи після знищення попередніх бананів та риби	Сила краба (протагоніст): 1. Є можливість збільшувати кількість сил протагоніста. Потрібно менш зусиль гравця	3	вперед/назад	кутовий нахил, менший рівень чутливості	Підрахунок часу гри до моменту поразки	1, 2
Космічний теніс	Rocker-дошка та Wobble-дошка	Швидкість тваринки: 10. Швидкість ракетки: 5. Частота появи ракеток та тваринки: проходить 0 секунд з початку гри.	Сила ворога (антагоніст): 3. Сила друга (протагоніст): 3. Немає можливості збільшувати кількість сил протагоніста. Потрібно більш зусиль гравця	5	вперед/назад	кутовий нахил, менший рівень чутливості	Підрахунок часу гри до її закінчення. Чим більше сил зберіг протагоніст, тим краще	1, 2
Пташка	Rocker-дошка та Wobble-дошка	Швидкість колонки: 3. Швидкість пташки: 3. Швидкість дна: 3. Частота появи колон: проходить 0 секунд (1-го разу), потім проходить 2 секунди між появи	Сила пташки (протагоніст): 1. Є можливість збільшувати кількість сил протагоніста. Потрібно менш зусиль гравця	6	вперед/назад	кутовий нахил, менший рівень чутливості	Кількість балів до закінчення гри	1, 2, 4
Легоча Миша	Wobble-дошка	Швидкість миші: 2. Частота появи миші: проходить 0 секунд (1-го разу), потім проходить 1 секунда для появи після знищення попередньої миші	Сила миші (антагоніст): 4. Щоб усунути антагоніста, потрібно утримувати мишень на ньому певний час. Потрібно більш зусиль гравця	5	всі напрямки	координатне керування, більший рівень чутливості	Кількість накопичених балів/час гри	1, 2
Чарівні капелюхи	Rocker-дошка та Wobble-дошка	Швидкість героя: 5. Швидкість капелюхів: 5. Тривалість дня: 5. Частота появи капелюхів для злих чар проходить 2 секунди (1-го разу), для добрих чар проходить 3 секунди (1-го разу), потім проходить 0 секунд для появи для обох після знищення попередніх капелюхів	Сила чудака (протагоніст): 1. Сила монстра (антагоніст): 1. Є можливість збільшувати кількість сил протагоніста або антагоніста. Антагоніст з'являється, якщо злі чари доторкнулись до протагоніста, а протагоніст має кількість сил: 1. Потрібно менш зусиль гравця	3	ліворуч/під, вперед/назад	кутовий нахил, менший рівень чутливості	Кількість балів до закінчення гри. Рахувати таким чином: Бали = Кількість добрих чар, що потрапили у протагоніста - кількість злих чар, що потрапили у протагоніста	1, 2

Рисунок В.1 – Перший фрагмент таблиці з результатами експериментів

Назва гри	Тип дошки (Rocker-дошка та Wobble-дошка/Wobble-дошка)	Динаміка гри (відношення швидкостей персонажів гри). Частота появи персонажів гри	Сила (hit points) персонажів ігор (протагоніст, антагоніст, інше). Чим більша кількість сил у антагоніста, тим більше зусиль гравця потрібно. Чим більша кількість сил у протагоніста або іншого, тим менш зусиль гравця потрібно. Якщо під час гри є можливість збільшувати кількість сил протагоніста або іншого, то зусиль гравця потрібно менше	Складність гри (від 1 до 10, де 1 - нескладно, 10 - складно)	Рухи на дошці (ліворуч/паворуч, вперед/назад, всі напрямки)	Тип керування протагоністом (координатне, кутовий нахил), рівень чутливості (підвищення рівня чутливості призводить до плавності рухів, що є більш зручним для використання)	Методи оцінювання результату користувача (Підрахунок часу гри до її закінчення (Чим менше часу гри знадобилося для перемоги в грі, тим краще АЕО Чим більше часу гри знадобилося для поразки, тим краще). Кількість накопичених балів/час гри (Чим більший результат, тим краще). Кількість балів до закінчення гри (Чим більше балів на момент закінчення гри, тим краще))	Естетика (1 - відчуття (Sensation), 2 - фантазія (Fantasy), 3 - розповідь (Narrative), 4 - виклик (Challenge), 5 - братерство (Fellowship), 6 - дослідження (Discovery), 7 - виразність (Expression), 8 - підпорядкування (Submission))
Лижник	Rocker-дошка та Wobble-дошка	Швидкість ялинки, пратору: 3. Швидкість пінгвіна: 2. Частота появи ялинок: проходить 0 секунд (1-го разу) для обох, потім проходить випадково від 0.5 до 1.5 секунд для появи однієї з них після знищення попередньої ялинки. Частота появи пратору: проходить випадково від 1 до 2 секунд.	Сила пінгвіна (протагоніст): 1. Є можливість збільшувати кількість сил протагоніста. Потрібно менш зусиль гравця	5	ліворуч/паворуч	координатне керування, більший рівень чутливості	Підрахунок часу гри до її закінчення	1, 2
Вогняний напад	Rocker-дошка та Wobble-дошка	Швидкість вогню: 10. Швидкість води: 5. Швидкість мавлик: 5. Частота появи вогню: проходить 2 секунди (1-го разу), потім проходить 0 секунд для появи вогню після згасання попереднього вогню	Сила трави (інше): 1. Немає можливості збільшувати кількість сил трави. Потрібно більш зусиль гравця	8	ліворуч/паворуч	кутовий нахил, менший рівень чутливості	Підрахунок часу гри до моменту поразки	1, 2, 4
Автомобіль	Rocker-дошка та Wobble-дошка	Швидкість повороту вліво/направо: 2.5. Швидкість гри автомобілів: 2.5. Тривалість гри для отримання гарного результату: > 30 секунд. Частота появи автомобілів першого разу: проходить 1*2/2.5 (для Авто1), 3*2/2.5 (для Авто2) секунд. Потім проходить 0 секунд для появи автомобілів після знищення попередніх автомобілів	Сила поліції (протагоніст): 7. Немає можливості збільшувати кількість сил протагоніста. Потрібно більш зусиль гравця	8	ліворуч/паворуч	кутовий нахил, менший рівень чутливості	Підрахунок часу гри до моменту поразки	1, 2, 4
Лабіринт	Wobble-дошка	Швидкість протагоніста: 4	У грі не використовується концепція сил	6	всі напрямки	кутовий нахил, менший рівень чутливості	Підрахунок часу гри до її закінчення	1, 2, 4, 6

Рисунок В.2 – Другий фрагмент таблиці з результатами експериментів

Додаток Г Результати експериментів з використання балансуючих дошок з Arduino-технологією для адаптованих ігор зі Scratch-репозиторія

Назва гри	Вид спорту: площина проєкції: ф-площин - 18 ігор (28%), Г-площин - 24 ігор (38%), Г-площин - 20 ігор (32%)	Код проєкту	Кількість гравців (1, 2), 1 гравець - 47 ігор (78%), 2 гравці - 6 ігор (10%), 1,2 - 9 ігор (14%)	Тип керування (клавіатура - k, миша - m), k - 48 (78%), m - 11 (20%), m, k - 3 (4%)	Кількість клавіш керування: 1 - 3 рази (5%), 2 - 10 раз (16%), 3 - 15 разів (24%), 4 - 10 разів (16%), 5 - 18 разів (28%), 6 - 2 рази (3%), 7 - 3 рази (5%), 8 - 1 раз (2%), Медіана - 4.	Опис клавіш керування (клавіші, миш)	Моклий клас дошки (Wobble - w, Rocker - r). Максимальна кількість сигналів для Rocker - 4 (2 основних (вліво/вправо або вперед/назад), 2 додаткових (зміна напрямку)). Wobble - 8 (4 основних (вліво/вправо та вперед/назад), 4 додаткових (зміна напрямку)), w - 23(37%), w, r - 39(63%)	Найбільш оптимальний клас дошки (Wobble - w, Rocker - r). Якщо клавіш сигналів (клавіш) > 2 - w, (клавіш - r, w - 49 (79%), r - 13 (21%)	Технічні обмеження (0 - нема, 1 - клавіш, перемищує сигналів, 0 - 62 раз (100%), інакше - 0) / Теоритично, всі ігри можна адаптувати.	Ступінь близькості (релевантності) рухів гравця на дошці з рухами персонажів в грі ((Сума зліпів (напряжів руху, де якщо напрямки руху на дошці збігаються, то 1, інакше - 0) / Кількість клавіш).	Наявність персонажів-антоністів (1 - персонажів, 0 - немає). В 34 іграх (65%) персонаж антоніст є. В 28 (45%) немає.	Динаміка гри: за присутності антоніста - відношення швидкостей персонажів (протоніста до антоніста) гри, інакше - швидкість протоніста. Якщо керування мишею - 1. Якщо використовують миш, то не враховуємо гру. Медіана - 1.6. Мода - 1.
Badminton in scratch!	Бадмінтон (Badminton), п-площина	17249279	1,2	k	4	У режимі 1-го гравця: Клавіші стрілочок вліво, вправо, вверх, вниз – переміщення вліво або вправо, стрибок, удар ракеткою; (4) У режимі 2-х гравців: Клавіші A, D, W, S – переміщення вліво або вправо, стрибок, удар ракеткою (1 гравець), Клавіші стрілочок вліво, вправо, вверх, вниз – переміщення вліво або вправо, стрибок, удар ракеткою (2 гравців)	w, r	w	0	0.3	1	1
Björne badminton	Бадмінтон (Badminton), ф-площина	86953088	1	m	2	Курсор «миш» вліво, вправо – переміщення ракетки вліво або вправо	w, r	r	0	1	1	-1
羽毛球比赛 Badminton competition	Бадмінтон (Badminton), г-площина	563192965	2	k	2	Клавіші W, S – переміщення вверх або вниз (1 гравець), Клавіші стрілочок вверх, вниз – переміщення вверх або вниз (2 гравців)	w, r	r	0	1	1	1
Basketball	Баскетбол (Basketball), п-площина	51240832	1,2	k	5	P1 (синій): Клавіші A, D, W, S, пробіл – переміщення вліво або вправо, вверх, вниз, кидок м'ячу. P2 (червоний): Клавіші стрілочок вліво, вправо, вверх, вниз, P10 – переміщення вліво або вправо, вверх, вниз, кидок м'ячу	w	w	0	0	1	1
Basketball	Баскетбол (Basketball), ф-площина	26869775	1	k	3	Клавіші стрілочок вверх, вниз – наближення або віддалення, клавіша Space – кидок м'яча	w, r	w	0	0.7	0	5
バスケットボール II Basketball II 世界記録付き	Баскетбол (Basketball), п-площина	715356475	1	m	5	Курсор «миш» (клік) – визначення напрямку кидка м'яча, клавіша «миш» – кидок м'яча	w	w	0	0.8	0	-1

Рисунок Г.1 – Перший фрагмент таблиці з результатами експериментів

Назва гри	Динаміка гри: частота появи персонажів в грі, секунди. Медіана - 0. Мода - 0.	Навчальність концепції сил (1 - с, 0 - немає). В 43 грах (86%) концепція сил є. В 19 (31%) - немає	Баланс механік типу патерні. За припустності антагоніста - співвідношення сил (hit points) персонажів до ігор (протагоніста) гри, антагоніста) гри, інакше - сили антагоніста чи антагоніста. Медіана - 1. Мода - 1. 1 - 37 разів (79%), 3 - 4 рази (9%), 4 - 2 рази (4%), 0.1-10, 0.4, 8, 15 - 1 раз (2%)	Можливість збільшувати кількість сил протагоніста або антагоніста (Немає можливості збільшувати кількість сил протагоніста (по protagonist hit points (nphrp)) АБО Є можливість збільшувати кількість сил антагоніста (antagonist hit points (ahrp)). => Потрібно більш зусиль гравця. Немає можливості збільшувати кількість сил антагоніста (по antagonist hit points (nahrp)) АБО Є можливість збільшувати кількість сил протагоніста (protagonist hit points (phrp)). => Потрібно менш зусиль гравця). nphrp, nahrp - 22 раз (47%), nphrp - 18 раз (38%), phrp, ahrp - 5 раз (11%), phrp, nahrp і nahrp - 1 раз (2%).	Зміна рівня складності (1- так, 0 - ні). 0 - медіана, мода, 56 разів (80%), 1 - 6 разів (10%)	Складність гри (від 1 до 10, де 1 - нескладно, 10 - складно). Медіана - 5. Мода - 6.	Методи оцінювання результату користувача (Кількість накопичених балів/час гри - score/time (st) (Чим більший результат, тим краще). Кількість балів до закінчення гри - score (s) (Чим більше балів на момент закінчення гри, тим краще). Парадокс часу гри до її закінчення - time (t) (Чим менше часу гри знадобилося для перемоги в грі, тим краще АБО Чим більше часу гри знадобилося для поразки, тим краще)). st - 7 раз (11%), t - 19 раз (31%), s - 36 раз (58%)	Кількість змін програмного кода для переходу під керування дошкою (враховуючи лише одного гравця). Вказано прогнозована мінімальна кількість змін. 2 - медіана, мода	Складність переносу гри (від 1 до 6, де 1 - нескладно, 6 - складно). 1 - мода. 2 - медіана	Bricks (Рухатися - 82, Обрати - 20, Стріляти - 14, Узгодити - 15, Уникнути - 30, Зруйнувати - 7, Створити - 0)
Badminton in scratch!	0	1	1	nphrp, nahrp	0	6	s	6	3	Рухатися, Обрати, Стріляти, Узгодити
Bjorne badminton	0	1	1	nphrp, nahrp	0	6	s	2	3	Рухатися, Обрати, Узгодити
羽毛球比賽, Badminton competition	0	1	1	nphrp, nahrp	0	4	s	2	1	Рухатися, Узгодити
Basketball!	0	1	1	nphrp, nahrp	1	5-8	s	8	4	Рухатися, Обрати, Стріляти, Узгодити
Basketball	0	0	-	-	0	3	slt	1	1	Рухатися, Стріляти, Узгодити
Basketball 世界記録付き	0	0	-	-	0	4	slt	6	3	Рухатися, Обрати, Узгодити

Рисунок Г.2 – Другий фрагмент таблиці з результатами експериментів

Назва гри	Вид спорту, площина проєкції, ф-площин - 18 гор (29%), Г-площин - 24 гор (39%), Г-площин - 20 гор (32%)	Код проєкту	Кількість гравців (1, 2), 1 гравець - 47 гра (78%), 2 гравця - 6 гор (10%), 1,2 - 9 гор (14%)	Тип керування (клаватура - k, миша - m), k - 48 (76%), m - 11 (20%), m, k - 3 (4%)	Кількість клавш керування 1 - 3 рази (5%), 2 - 10 рази (16%), 3 - 15 разів (24%), 4 - 10 разів (19%), 5 - 18 разів (29%), 6 - 2 рази (3%), 7 - 3 рази (5%), 8 - 1 раз (2%), Медіана - 4.	Опис клавш керування (клавш, миш)	Мокливий клас дошки (Wobble - w, Rocker - r). Максимальна кількість сигналів для Rocker - 4 (2 основних (влів/вправо або вперед/назад), 2 додаткових (змінна напрямку)). Wobble - 8 (4 основних (влів/вправо та вперед/назад), 4 додаткових (змінна напрямку)). w - 23(37%), w,r - 39(63%)	Найбільш оптимальний клас дошки (Wobble - w, Rocker - r). Якщо кількість сигналів > 2 - w. Інакше - r. w - 49 (78%), r - 13 (21%)	Теоретичні обмеження (0 - нема, 1 - кількість клавш, перемищує кількість сигналів). 0 - 62 раз (100%). Теоретично, всі гри можна адаптувати.	Ступінь близькості (реlevance) руху гравця на дошці з рухами персонажа в грі ((Сума збілів напрямків руху, де якщо напрямки руху на дошці збігаються, то 1, інакше - 0) / Кількість клавш). Ступінь близькості від 0 до 1. Медіана - 0.7. Moda - 1	Наявність персонажа-антатоніста (1 - є, 0 - немає). В 34 іграх (56%) персонаж антатоніст є. В 28 (45%) - немає.	Динаміка гри: за прикутності антатоніста - відношення швидкостей персонажів (пропратоніста до антатоніста) гри, інакше - швидкість пропратоніста. Якщо керування мишею - 1. Якщо використовують миш, то не враховуємо гру. Медіана - 1.6. Moda - 1.
BOXING / ボクシング	Бокс (Boxing), п-площина	391386137	1,2	k	7	Червоний (P1) Клавш A.D.W.S.H.F.G - переміщення вліво, вправо, захист голови/живота, пригнутися, удар лівою або правою рукавичкою. Зелений (P2) Клавш стрілочок вліво, вправо, вгору, вниз, L.J.K - переміщення вліво, вправо, захист голови/живота, пригнутися, удар лівою або правою рукавичкою	w	w	0	0.3	1	1
ボクシング / Boxing	Бокс (Boxing), ф-площина	224432326	2	k	4	Клавш A.D.F.G - переміщення вліво або вправо, удар лівою або правою рукавичкою (1 гравець) Клавш стрілочок вправо, вліво, L, K - переміщення вліво або вправо, удар лівою або правою рукавичкою (2 гравця)	w,r	w	0	0.5	1	1
8-Bit Boxing	Бокс (Boxing), г-площина	550005584	2	k	7	Клавш A.D.W.S.Q.E - переміщення вліво, вправо, вгору, вниз, удар лівою або правою рукавичкою (1 гравець) Клавш J.L.I.K.U.O - переміщення вліво, вправо, вгору, вниз, удар лівою або правою рукавичкою (2 гравця)	w	w	0	0	1	0.1-6
Wrestling: Singleplayer!	Боротьба вільна (Wrestling), п-площина	220802524	1	k	5	Клавш A.D.J.K.L - рух вперед або назад, захоплення, кидок через плече, притиснення до підлоги	w	w	0	0	1	0.5
Scratch Olympics Weightlifting	Важка атлетика (Weightlifting), ф-площина	114784172	1	k	2	Клавш Z та X - отримання енергії для підйому штанги	w,r	r	0	0	1	0.5
Track Cycling time trial (5Laps)	Велогонки на треку (Track Cycling), г-площина	113193524	1	k	3	Клавш стрілочок вперед, вліво, вправо - розгінатися, повернути ліворуч або праворуч	w,r	w	0	1	0	0.2-20

Рисунок Г.3 – Третій фрагмент таблиці з результатами експериментів

Назва гри	Динаміка гри: частота появи персонажів в гри, секунди. Медіана - 0. Мода - 0.	Нааяність концепції сил (1-є, 0- немає). В 43 грах (69%) концепція сил є. В 19 (31%) - немає	Баланс механік типу material. За припустності антагоніста - антагоніста сил (hit points) персонажів ігор (протгоніста) гри, антагоніста) гри, інакше - сили протгоніста чи антагоніста. Медіана - 1. Мода - 1, 1 - 37 разів (76%), 3 - 4 рази (9%), 4 - 2 рази (4%), 0.1-10, 0.4, 8, 15 - 1 раз (2%)	Можливість збільшувати кількість сил протгоніста або антагоніста (Немає можливості збільшувати кількість сил протгоніста (no protagonist hit points (nphrp)) АБО Є можливість збільшувати кількість сил антагоніста (antagonist hit points (ahrp)). => Потрібно більш зусиль правця. Немає можливості збільшувати кількість сил антагоніста (no antagonist hit points (nahrp)) АБО Є можливість збільшувати кількість сил протгоніста (protagonist hit points (phrp)). => Потрібно менш зусиль правця). nphrp, nahrp - 22 раз (47%), nphrp - 18 раз (38%), phrp, ahrp - 5 раз (11%), phrp, nahrp і nahrp - 1 раз (2%).	Зміна рівня складності (1- так, 0 - ні), 0 - медіана, мода, 56 разів (80%), 1 - 6 разів (10%)	Складність гри (від 1 до 10, де 1 - нескладно, 10 - складно). Медіана - 5. Мода - 8.	Методи оцінювання результату користуача (Кількість накопичених балів/час гри - score/time (st) (Чим більший результат, тим краще). Кількість балів до закінчення гри - score (s) (Чим більше балів на момент закінчення гри, тим краще). Паразюнок часу гри до її закінчення - time (t) (Чим менше часу гри знадобилося для перемоги в гри, тим краще АБО Чим більше часу гри знадобилося для поразки, тим краще)). st - 7 раз (11%), t - 19 раз (31%), s - 36 раз (58%)	Кількість змін програмного кода для переходу під керування дошкою (ерахуючи лише одного гравця). Вказано прогнозована мінімальна кількість змін. 2 - медіана, мода	Складність перемоги гри (від 1 до 5, де 1 - нескладно, 5 - складно). 1 - мода, 2 - медіана	Bricks (Рухатися - 62, Обрати - 20, Стрипати - 14, Узгодити - 15, Уникнути - 30, Зруйнувати - 7, Створити - 0)
BOXING / ボクシング	0	1	1	phrp, ahrp	0	6	s	16	5	Рухатися, Обрати, Узгодити, Уникнути, Зруйнувати
ボクシング / Boxing	0	1	1	nphrp, nahrp	0	5	s	6	3	Рухатися, Узгодити, Уникнути, Зруйнувати
8-Bit Boxing	0	1	0.1-10	nphrp, nahrp	1	1-10	st	20	5	Рухатися, Обрати, Узгодити, Уникнути, Зруйнувати
Wrestling: Singleplayer!	0	1	1	nphrp, nahrp	0	5	s	6	3	Рухатися, Обрати, Узгодити, Уникнути, Зруйнувати
Scratch Olympics Weightlifting	0	0	-	-	0	3	t	2	1	Рухатися, Узгодити
Track Cycling time trial (5Laps)	0	0	-	-	0	3	t	0	1	Рухатися, Узгодити

Рисунок Г.4 – Четвертий фрагмент таблиці з результатами експериментів

Назва гри	Вид спорту, площина проєкції, ф-площин - 18 гор (28%), П-площин - 24 гор (38%), Г-площин - 20 гор (32%)	Код проекту	Кількість гравців (1, 2), 1 гравець - 47 ігор (76%), 2 гравця - 6 ігор (10%), 1,2 - 9 ігор (14%)	Тип керування (класифікація) - k, миша - m, k - 48 (76%), m - 11 (20%), k - 3 (4%)	Кількість керування, 1 - 3 рази (5%), 2 - 10 раз (16%), 3 - 15 разів (24%), 4 - 10 разів (16%), 5 - 18 разів (28%), 6 - 2 рази (3%), 7 - 3 рази (5%), 8 - 1 раз (2%), Медіана - 4.	Опис керування (класифікація) - миша	Можливий клас дошки (Wobble - w, Rocker - r). Максимальна кількість сигналів для Rocker - 4 (2 основних (вправо/ліво або вперед/назад), 2 додаткових (зміна напрямку)), Wobble - 8 (4 основних (вправо/ліво вперед/назад), 4 додаткових (зміна напрямку)), w - 23(37%), w.r - 39(63%)	Найбільш оптимальний клас дошки (Wobble - w, Rocker - r). Якщо кількість сигналів > 2 - w, (класифікація) - w - 49 (79%), r - 13 (21%)	Технічні обмеження (0 - нема, 1 - кількість клавій, перемикачів, сигналів, 0 - 82 раз (100%), Теоретично всі гри можна адаптувати.	Ступінь близькості (релевантності) рухів гравця на дошці з рухами персонажа в грі (Сума збігів напрямків руху, де якщо напрямки руху на дошці збігаються, то 1, інакше - 0) / Кількість клавій. Ступінь близькості від 0 до 1. Медіана - 0.7. Мода - 1.	Наявність персонажа-антатоніста (1 - є, 0 - немає). В 34 гріх (55%) персонаж-антатоніст є. В 28 (45%) - немає.	Динаміка гри: за прикритості антагоніста - відношення швидкостей персонажів (протатоніста до антагоніста) гри, інакше - швидкість протатоніста. Якщо керування мишею - 1. Якщо використовують мишу, то на враховуємо гру. Медіана - 1.6. Мода - 1.
Sailing	Вітрильний спорт (Sailing), ф-площина	307626	1	m	2	Курсор «миші» (клік) – рух вліво, вправо Клавії стрілочок вліво, вправо, вверх, вниз – поворот яхти вліво, вправо, поворот паруса вліво, вправо	w.r	r	0	1	0	-1
Sailing Simulation	Вітрильний спорт (Sailing), г-площина	403419	1	k	4	Клавії стрілочок вліво, вправо, вверх, вниз – поворот паруса вліво, вправо	w.r	w	0	0.5	0	0-2.5
WATER POLO	Водне поло (Water polo), г-площина	819710168	2	k	2	Клавії A, Z (blue), стрілки вгору, вниз (red) – переміщення вперед або назад	w.r	r	0	1	1	1
Water Polo v0.6 remix	Водне поло (Water polo), г-площина	181919036	1	k	8	Клавії W, A, S, D – переміщення вперед, вліво, назад, вправо, клавії Space, E, Q, R – кидок м'яча, кидок м'яча з задньої сторони, фальшивий кидок, рестарт	w	w	0	0.8	1	8.3
Beach Volleyball	Волейбол (Volleyball), п-площина	333452181	1,2	k	3	Режим 1-го гравця: Клавії стрілочок вліво, вправо, вверх, вниз (Blue player) – переміщення вперед або назад, стрибок	w.r	w	0	0.3	1	1
Volleyball (Two Players)	Волейбол (Volleyball), г-площина	181802231	2	k	4	Клавії W, A, S, D – переміщення вперед, вліво, вниз, вправо (Red player). Клавії стрілочка вліво, вправо, вверх, вниз (Blue player) – переміщення вперед або назад, стрибок	w.r	w	0	1	1	1
Гра Гандбол п-площина	Гандбол (Handball), п-площина	827535243	1	m	5	Курсор «миші» – переміщення гравця у всіх напрямках, ліва клавія «миші» – кидок	w	w	0	0	1	-1
SAB's Real GOLF	Гольф (Golf), ф-площина	1148470	1	m, k	5	Курсор «миші» – визначення напрямку та сили удару, клавія Space – удар	w	w	0	0	0	-1

Рисунок Г.5 – П'ятий фрагмент таблиці з результатами експериментів

Назва гри	Динаміка гри: частота появи персонажі в гри, секунди. Медіана - 0. Мода - 0.	Наявність концепції сил (1-є, 0 - немає). В 43 грах (68%) концепція сил є. В 19 (31%) - немає	Баланс механік типу персонажів. За прикладу: антагоніста - Співвідношення сил (hit points) персонажів (по програвшим до антагоніста) гри, інакше - сили протаргоніста чи антагоніста. Медіана - 1. Мода - 1. 1 - 37 разів (79%), 3 - 4 рази (9%), 4 - 2 рази (4%), 0.1-10, 0.4, 8, 15 - 1 раз (2%)	Можливість збільшувати кількість сил протаргоніста або антагоніста (Немає можливості збільшувати кількість сил протаргоніста (по protagonist hit points (nphr)) АБО Є можливість збільшувати кількість сил антагоніста (antagonist hit points (ahp)). => Потрібно більш зусиль гравця. Немає можливості збільшувати кількість сил антагоніста (по antagonist hit points (nahr)) АБО Є можливість збільшувати кількість сил протаргоніста (protagonist hit points (phr)). => Потрібно менш зусиль гравця). nphr, nahr - 22 раз (47%), nphr - 18 раз (38%), phr, ahp - 5 раз (11%), phr, nahr i nahr - 1 раз (2%).	Зміна рівня складності (1- так, 0 - ні). 0 - медіана, мода, 56 разів (80%), 1 - 6 разів (10%)	Складність гри (від 1 до 10, де 1 - нескладно, 10 - складно). Медіана - 5. Мода - 6.	Методи оцінювання результату користувача (Кількість накопичених балів/час гри - score/time (st) (Чим більший результат, тим краще). Кількість балів до закінчення гри - score (s) (Чим більше балів на момент закінчення гри, тим краще). Підрахунок часу гри до її закінчення - time (t) (Чим менше часу гри знадобилося для перемоги в гри, тим краще АБО Чим більше часу гри знадобилося для поразки, тим краще)). st - 7 раз (11%), t - 19 раз (31%), s - 36 раз (58%)	Кількість змін програмного кода для переходу під керування дошкою (вразовуючи лише одного гравця). Вказано прогнозована мінімальна кількість змін. 2 - медіана, мода	Складність переносу гри (від 1 до 5, де 1 - нескладно, 5 - складно). 1 - мода, 2 - медіана	Bricks (Рухатися - 62, Обрати - 20, Стріляти - 14, Узгодити - 15, Уникнути - 30, Зруйнувати - 7, Створити - 0)
Sailing	0	0	-	-	0	1	s	2	3	Рухатися, Узгодити, Уникнути
Sailing Simulation	0	1	1	nphr	0	4	t	0	1	Рухатися, Узгодити, Уникнути
WATER POLO	2	1	1	nphr, nahr	0	4	s	2	1	Рухатися, Узгодити
Water Polo v0.6 remix	2	1	1	nphr, nahr	0	5	s	12	5	Рухатися, Стріляти, Узгодити, Уникнути
Beach Volleyball	0	1	1	nphr, nahr	1	4-8	s	3	1	Рухатися, Обрати, Узгодити
Volleyball (Two Players)	0	0	-	-	0	3	st	4	1	Рухатися, Узгодити
Гра Гандбол-п-п-лощина	0	0	-	-	0	3	s	2	3	Стріляти, Узгодити
SAB's Real GOLF	0	0	-	-	0	3	t	2	3	Рухатися, Узгодити

Рисунок Г.6 – Шостий фрагмент таблиці з результатами експериментів

Назва гри	Вид спорту, площина проведення	Код проекту	Кількість гравців (1, 2), 1 гравець - 47 ігор (28%), 1-площина - 24 ігор (39%), 1-площина - 20 ігор (32%)	Кількість гравців (1, 2), 1 гравець - 47 ігор (28%), 1-площина - 24 ігор (39%), 1-площина - 20 ігор (32%)	Тип керування (клавіатура - k, миша - m), k - 48 (76%), m - 11 (20%), k - 3 (4%)	Кількість керування, 1 - 3 рази (16%), 2 - 10 рази (16%), 3 - 15 разів (24%), 4 - 10 разів (16%), 5 - 18 разів (28%), 6 - 2 рази (3%), 7 - 3 рази (5%), 8 - 1 раз (2%), Медіана - 4.	Опис керування (клавіш, миш)	Мокливий клас дошки (Wobble - w, Rooker - r), Максимальна кількість сигналів для Rooker - 4 (2 основних (вперед/назад), 2 додаткових (зліва/вперед/назад), 2 додаткових (зліва/вперед/назад), 4 основних (вперед/назад та вперед/назад), 4 додаткових (зліва/назад), w - 23(37%), w/r - 39(63%)	Найбільш оптимальний клас дошки (Wobble - w, Rooker - r), Якщо кількість сигналів > 2 - w, інакше - r, w - 49 (79%), r - 13 (21%)	Технічні обмеження (0 - нема, 1 - кількість клавіш перевищує кількість сигналів, 0 - 62 раз (100%), інакше - 0) / Теоретично, всі гри можна адаптувати.	Ступінь близькості (релевантності) рухів гравця на дошці з рухами персонажа в грі ((Сума збігів) / (Сума збігів + кількість рухів на дошці збігаються, то 1, інакше - 0) / Кількість клавіш)	Навчальність персонажа-антатоніста (1 - є, 0 - немає), В 34 іграх (55%) персонаж антатоніст є, В 28 (45%) - немає.	Динаміка гри: за присутності антатоніста - відношення швидкостей персонажів (протатоніста до антатоніста) гри, інакше - швидкість протатоніста. Якщо керування мишею - 1. Якщо використовують миш, то не враховуємо гру. Медіана - 1.6. Moda - 1.	Динаміка гри: частота появи персонажів в грі, персонажі антатоніста, секунди, Медіана - 0. Moda - 0.	Навчальність концепції сил (1 - є, 0 - немає), В 43 іграх (86%) концепція антатоніста є, В 19 (31%) - немає
GOLF BATTLE	Гольф (Golf), г-площина	354828256	1	1	m	5	Курсор «миш» – визначення напрямку та сили удару, відпускання клавіші миші – удар	w	w	0	0	-1	0	0	
Mini Golf / ゴルフ ◆ 2D Golf game ◆	Гольф (Golf), г-площина	417712198	1	1	m	5	Курсор «миш» – визначення напрямку та сили удару, лева клавіша «миш» – удар	w	w	0	0	-1	0	0	
柔道/judo (hard?)	Дзюдо (Judo), п-площина	566386367	1	1	k	6	Клавіші A/стрілка вліво, D/стрілка вправо, W/стрілка вперед, S/стрілка вниз, W+Space, S+Space – рухатися вперед/назад, підйомний/опущений захист, верхня/нижня атака	w	w	0	0.3	1	0	1	
Eventing Competition	Верхова їзда (Horse riding), п-площина	108614771	1	1	k	2	Клавіші стрілочок вправо, вліво – галопом вперед, стрибок	w/r	r	0	0.5	3.5	0	1	
The athletics game	Легатлетика: біг з бар'єрами (Hurdle race), п-площина	192387980	1	1	k	1	клавіша Space – стрибати;	w/r	r	0	1	6.5	1.5	1	
The athletics game	Легатлетика: біг на 100 м (100 m race), п-площина	192387980	1.2	1	k	1	клавіша Space – рухати ногами (гравець 1), клавіша стрілки вправо – рухати ногами (гравець 2);	w/r	r	0	1	0.5-1	0	0	
Long Jump	Легатлетика: стрибки у довжину (Long Jump), п-площина	240234307	1	1	k	3	Клавіші BIN, Space – визначення швидкості бігу, стрибок	w/r	w	0	0.3	1-2	0	1	
Javelin Throw remix	Легатлетика: метання списа (Javelin throw), п-площина	664688465	1	1	k	2	Клавіша стрілочок вправо – визначення швидкості бігу, клавіша Space – метання спису	w/r	r	0	0.5	0-3.8	0	0	
swimming	Плавання (Swimming), г-площина	178388511	1	1	k	4	Клавіші стрілочок вправо, вліво – рух правою або лівою рукою, Клавіші D, A – рух правою або лівою ногою	w/r	w	0	0.5	1.7	0	0	
Synchronized Swimming	Плавання синхронне (Synchronized swimming), г-площина	318456827	1	1	k	3	Клавіші стрілочок вліво, вправо – синхронне крутіння вліво або вправо, Space - трюк	w/r	w	0	1	10	0	0	
rock climbing	Скелелазіння (Rock climbing), ф-площина	78347672	1	1	k	5	Клавіші стрілочок вліво, вправо, вперед, назад – переміщення у відповідному напрямку, Клавіша Space - стрибок	w	w	0	0.8	3	0	1	

Рисунок Г.7 – Сьомий фрагмент таблиці з результатами експериментів

Назва гри	Динаміка гри: частота появи персонажі в грі, секунди. Медіана - 0. Мода - 0.	Наявність концепції сил (1-є, 0-є немає). В 43 грах (89%) концепція сил є. В 19 (31%) - немає	Баланс механік типу матеріал. За припустності антагоніста - Співвідношення сил (hit points) персонажів ігор (протагоніста до антагоніста) гри, інакше - сили протагоніста чи антагоніста. Медіана - 1. Мода - 1. 1 - 37 разів (78%), 3 - 4 рази (8%), 4 - 2 рази (4%), 0.1-10, 0.4, 8, 15 - 1 раз (2%)	Можливість збільшувати кількість сил протагоніста або антагоніста (Немає можливості збільшувати кількість сил протагоніста (по protagonist hit points (nphrp)) АБО Є можливість збільшувати кількість сил антагоніста (antagonist hit points (ahrp)). => Потрібно більш зусиль гравця. Немає можливості збільшувати кількість сил антагоніста (по antagonist hit points (nahrp)) АБО Є можливість збільшувати кількість сил протагоніста (protagonist hit points (phrp)). => Потрібно менш зусиль гравця). nphrp, nahrp - 22 раз (47%), nphrp - 18 раз (38%), phrp, ahrp - 5 раз (11%), phrp, nahrp i nphrp - 1 раз (2%).	Зміна рівня складності (1- так, 0 - ні). 0 - медіана, мода, 58 разів (90%), 1 - 6 разів (10%)	Складність гри (від 1 до 10, де 1 - нескладно, 10 - складно). Медіана - 5. Мода - 6.	Методи оцінювання результату користувача (Кількість накопичених балів/час гри - score/time (st) (Чим більший результат, тим краще). Кількість балів до закінчення гри - score (s) (Чим більше балів на момент закінчення гри, тим краще). Підрахунок часу гри до її закінчення - time (t) (Чим менше часу гри знадобилося для перемоги в грі, тим краще АБО Чим більше часу гри знадобилося для поразки тим краще)). sit - 7 раз (11%), t - 19 раз (31%), s - 36 раз (88%)	Кількість змін програмного кода для переходу від керування дошкою (враховуючи лише одного гравця). Вказано прогнозована мінімальна кількість змін. 2 - медіана, мода	Складність переносу гри (від 1 до 5, де 1 - нескладно, 5 - складно). 1 - мода. 2 - медіана	Bicks (Рухатися - 62, Обрати - 20, Стріляти - 14, Узгодити - 15, Уникнути - 30, Зруйнувати - 7, Створити - 0)
GOLF BATTLE	0	0	-	-	0	4	t	2	3	Рухатися, Узгодити, Обрати
Mini Golf / ミニゴルフ ◆ 2D Golf game ◆	0	0	-	-	0	4	t	2	3	Рухатися, Узгодити
柔道/judo (hard?)	0	1	1	nphrp, nahrp	0	6	t	4	3	Рухатися, Узгодити, Уникнути
Eventing Competition	0	1	8	nphrp	0	4	s	1	1	Рухатися, Узгодити, Уникнути
The athletics game	1.5	1	4	nphrp	0	6	s	1	1	Рухатися, Уникнути
The athletics game	0	0	-	-	0	4	t	2	1	Рухатися, Узгодити
Long Jump	0	1	1	nphrp	0	4	s	3	1	Рухатися, Узгодити, Уникнути
Javelin Throw remix	0	0	-	-	0	3	s	1	1	Рухатися, Узгодити, Уникнути, Стріляти
swimming	0	0	-	-	0	4	t	2	1	Рухатися, Узгодити, Обрати
Synchronized Swimming	0	0	-	-	0	1	t	1	1	Рухатися, Узгодити
rock climbing	0	1	1	nphrp	0	6	t	2	2	Рухатися, Узгодити, Уникнути

Рисунок Г.8 – Восьмий фрагмент таблиці з результатами експериментів

Назва гри	Вид спорту, площа проєкції, ф-площина, 18 ігор (29%), П-площина - 24 ігор (39%), Г-площина - 20 ігор (32%)	Код проекту	Кількість гравців (1, 2), 1 гравець - 47 ігор (76%), 2 гравця - 6 ігор (10%), 1,2 - 9 ігор (14%)	Тип керування (клавіатура - к, миша - м), к - 48 (76%), м - 11 (20%), м, к - 3 (4%)	Кількість клавіш керування, 1 - 3 рази (5%), 2 - 10 рази (16%), 3 - 15 разів (24%), 4 - 10 разів (16%), 5 - 18 разів (26%), 6 - 2 рази (3%), 7 - 3 рази (5%), 8 - 1 раз (2%), Медіана - 4.	Опис клавіш керування (клавіші, миші)	Максимальна кількість сигналів для Rocker - 4 (2 основних (вперед/назад), 2 додаткових (зміна напрямку)), Wobble - 8 (4 основних (вперед/назад), 4 додаткових (зміна напрямку)), w - 23(37%), wг - 39(63%)	Найбільш оптимальний клас дошки (Wobble - w, Rocker - r), (Wobble - w, Rocker - r), Якщо кількість сигналів > 2 - w, інакше - r, w - 49 (76%), r - 13 (21%)	Технічні обмеження (0 - нема, 1 - кількість клавіш перевищує кількість сигналів), 0 - 62 раз (100%), інакше - 0 / Теоретично, всі ігри можна адаптувати.	Ступінь близькості (релевантності) рухів гравця на дошці з рухами персонажа в грі ((Сума збігів напрямків руху, де якщо напрямки руху на дошці збігаються, то 1, інакше - 0) / Кількість клавіш), Ступінь близькості від 0 до 1, Медіана - 0.7, Moda - 1	Наявність персонажа-антгоніста (1 - є, 0 - немає), В 34 іграх (56%) персонаж-антгоніст є, в 28 (45%) - немає.	Динаміка гри: за присутності антагоніста - відношення персонажів (протгоніста до антагоніста) гри, інакше - швидкість протгоніста. Якщо керування мишею - -1, Якщо використовується миша, то не враховуємо гру Медіана - 1.6, Moda - 1.	Динаміка гри: наявність концепції сил (1 - є, 0 - немає), В 43 іграх (89%) концепція сил є, В 19 (31%) - немає	
Extreme Rock Climbing	Скелелазіння (Rock climbing), ф-площина	37062050	1	k	5	Клавіші стрілочок вліво, вправо, верх, вниз - рух у всіх напрямках, клавіша Space - стрибок вгору	w	w	0	0.8	0	3	0	1
Stickman diving	Стрибок у воду (Diving), п-площина	112748311	1	k	3	Клавіші стрілочок вліво, вправо - сальто назад, сальто вперед, Клавіша Space - стрибок	wг	w	0	0.7	0	0-3	0	1
Triumphing champions! Mobile friendly retro game on Scratch	Стрибок на батуті (Triumphing), п-площина	480755983	1	k	1	Будь-яка клавіша - вправо ногами	wг	r	0	1	0	0.2-0.4	0	1
Super Target Archery	Стріляння з лука (Archery), г-площина	862440743	1	m	3	Курсор «миші» вгору, вниз - зміна кута, ліва клавіша Space - стріляння	wг	w	0	0	1	-1	0	1
Skeet Shooting	Стріляння з лука (Skeet Shooting), ф-площина	238577620	1	m	5	Курсор «миші» у всіх напрямках - переміщення прицілу у всіх напрямках, ліва клавіша «миші» - стріляння	w	w	0	1	1	-1	0	1
Skeet Shooting!	Стріляння з лука (Skeet Shooting), п-площина	18386333	1	m	5	Курсор «миші» у всіх напрямках - переміщення прицілу у всіх напрямках, ліва клавіша «миші» - стріляння	w	w	0	0.4	1	-1	0.5	1
3D Tennis	Теніс (Tennis), ф-площина	520716879	1	k	5	Клавіші стрілочок вліво, вправо, вперед, назад - переміщення за напрямками, клавіша Space - удар ракеткою	w	w	0	0.8	1	1	0	1
Walking Tennis Aces V1.5	Теніс (Tennis), г-площина	237833512	1	k	7	Клавіші стрілочок вліво, вправо, вперед, назад - переміщення, клавіша D, A, W - удар праворуч/ліворуч, прямий удар	w	w	0	0.6	1	0.9	0	1
LINE Tennis	Теніс (Tennis), п-площина	794740	1	k	5	Клавіші стрілочок вліво, вправо, вперед, назад - переміщення за напрямками, клавіша Space - удар ракеткою	w	w	0	0.8	1	1	0	1
3D Ping Pong (Table tennis)	Теніс настільний (Table tennis), ф-площина	736342550	1	m	3	Курсор «миші» вліво, вправо, вперед - переміщення ракетки, відбивання м'яча	wг	w	0	1	1	-1	0	1

Рисунок Г.9 – Дев'ятий фрагмент таблиці з результатами експериментів

Назва гри	Динаміка гри: частота появи персонажі в грі, секунди	Наявність концепції сил (1-е, 0-немає) В 43 грах (98%) концепція сил є. В 19 (31%) - немає	Баланс механік типу material. За присутності антагоніста - співвідношення сил (hit points) персонажів ігор (протагоніста до антагоніста) гри, інакше - сили протагоніста чи антагоніста. Медіана - 1. Мода - 1, 1 - 37 разів (78%), 3 - 4 рази (8%), 4 - 2 рази (4%), 0, 1-10, 0, 4, 8, 15 - 1 раз (2%)	Можливість збільшувати кількість сил протагоніста або антагоніста (Немає можливості збільшувати кількість сил протагоніста (no protagonist hit points (nphrp)) АБО Є можливість збільшувати кількість сил антагоніста (antagonist hit points (ahrp)). => Потрібно більш зукіль гравця. Немає можливості збільшувати кількість сил антагоніста (no antagonist hit points (nahrp)) АБО Є можливість збільшувати кількість сил протагоніста (protagonist hit points (phrp)). => Потрібно менш зукіль гравця). nphrp, nahrp - 22 раз (47%), nphrp - 18 раз (38%), phrp, ahrp - 5 раз (11%), phrp, nahrp i nahrp - 1 раз (2%).	Зміна рівня складності (1-так, 0 - ні). 0 - медіана, мода, 58 разів (90%), 1 - 6 разів (10%)	Складність гри (від 1 до 10, де 1 - нескладно, 10 - складно). Медіана - 5. Мода - 6.	Методи оцінювання результату користування (Кількість накопичених балів/час гри - score/time (st)) (Чим більший результат, тим краще). Кількість балів до закінчення гри - score (s) (Чим більше балів на момент закінчення гри, тим краще). Підрахунок часу гри до її закінчення - time (t) (Чим менше часу гри знадобилося для перемоги в грі, тим краще АБО Чим більше часу гри знадобилося для поразки тим краще)). sit - 7 раз (11%), t - 19 раз (31%), s - 38 раз (88%)	Кількість змін програмного кода для переходу під керування дошкою (враховуючи лише одного гравця). Вказано прогнозована мінімальна кількість змін. 2 - медіана, мода	Складність переносу гри (від 1 до 5, де 1 - нескладно, 5 - складно). 1 - мода 2 - медіана	Blicks (Рухатися - 62, Обрати - 20, Стріляти - 14, Узгодити - 15, Уникнути - 30, Зруйнувати - 7, Створити - 0)
Extreme Rock Climbing	0	1	1	nphrp	0	6	sit	2	2	Рухатися, Узгодити, Уникнути
Stickman diving	0	1	3	nphrp	0	6	s	1	2	Рухатися, Узгодити, Уникнути
Trampolining champion! Mobile friendly retro game on Scratch	0	1	1	nphrp	0	2	s	0	1	Рухатися, Узгодити, Уникнути
Super Target Archery	0	1	15	nphrp	0	4	s	4	3	Рухатися, Узгодити, Стріляти
Skeet Shooting	0	1	1	nahrp	0	4	s	6	3	Рухатися, Узгодити, Стріляти, Зруйнувати
Skeet Shooting!	0.5	1	1	nphrp, nahrp	1	4-6	s	6	3	Рухатися, Узгодити, Стріляти, Зруйнувати, Обрати
3D Tennis	0	1	1	phrp, ahrp	0	6	s	2	2	Рухатися, Узгодити, Стріляти
Waluigi Tennis Aces V1.5	0	1	1	nphrp, nahrp	0	7	s	6	3	Рухатися, Узгодити, Стріляти, Обрати
LINE Tennis	0	1	1	nphrp, nahrp	0	7	s	2	3	Рухатися, Узгодити, Стріляти
3D Ping Pong (Table tennis)	0	1	1	phrp, ahrp	0	7	s	3	3	Рухатися, Узгодити

Рисунок Г.10 – Десятий фрагмент таблиці з результатами експериментів

Назва гри	Вид спорту, площина проведення (28%), Г-площина - 24 ігор (38%), Г-площина - 20 ігор (32%)	Код проекту	Кількість граєць (1, 2), 1 граєць - 47 ігор (76%), 2 граєць - 6 ігор (10%), 1,2, 9 ігор (14%)	Тип керування - к, миша - м, k - 48 (76%), m - 11 (20%), k - 3 (4%)	Кількість клавіш керування, 1 - 3 рази (6%), 2 - 10 раз (16%), 3 - 24 раз (24%), 4 - 10 раз (16%), 5 - 18 раз (28%), 6 - 2 рази (3%), 7 - 3 рази (5%), 8 - 1 раз (2%), Медіана - 4.	Опис клавіш керування (клавіш, миш)	Моклий клас дошки (Wobble - w, Rocker - r). Максимальна кількість сигналів для Rocker - 4 (2 основних (ліво/вправо або вперед/назад), 2 додаткових (зміна напрямку)). Wobble - 8 (4 основних (ліво/вправо та вперед/назад), 4 додаткових (зміна напрямку)), w - 23(37%), r - 39(63%)	Найбільш оптимальний клас дошки (Wobble - w, Rocker - r). Якщо кількість сигналів > 2 - w (клавіш) > 2 - w (клавіш) - r - 13 (21%)	Технічні обмеження (0 - нема, 1 - кількість клавіш перевищує кількість сигналів, 0 - 82 раз (100%), інакше - 0) / Тестування, всі ігри можна адаптувати.	Ступінь близькості рухів граєць на дошці з рухами персонажа в грі ((Сума збігів напрямків руху, де якщо напрямки збігаються, то 1, інакше - 0) / Кількість клавіш). Ступінь близькості від 0 до 1. Медіана - 0.7. Moda - 1	Наявність персонажа-антагоніста (1 - є, 0 - немає). В 34 грах (55%) персонаж антагоніст є. В 28 (45%) - немає.	Динаміка гри: за припустимі відношення швидкостей персонажів (протагоніста до антагоніста) гри, інакше - швидкість протагоніста. Якщо керування мишею - -1. Якщо використовують миш, то не враховуємо гру. Медіана - 1.8. Moda - 1.	Динаміка гри: частота появи персонажів антагоніста, в гри, інакше - швидкість протагоніста. Якщо керування мишею - -1. Якщо використовують миш, то не враховуємо гру. Медіана - 1.8. Moda - 1.	Наявність концепції сил (1 - є, 0 - немає). В 43 грах (80%) концепція сил є. В 19 (31%) - немає
1p Ping Pong v2	Теніс настільний (Ping Pong), г-площина	14775	1	k	4	Клавіші стрілочок вліво, вправо - зміна кута ракетки, клавіші стрілочок вгору, вниз - переміщення ракетки вгору або вниз	w, r	w	0	0.5	1	1.8-2	1	1
Taskwondo Attack	Taskwondo (Taskwondo), г-площина	261368	1	k	8	Клавіші стрілочок вліво, вправо, вгору, вниз - рух вперед, назад, підтримати, пригнутися, клавіші D, S - удар рукою, ногою	w	w	0	0.7	1	0.9	0	1
Fencing / フェンシング	Фехтування (Fencing), г-площина	323777574	1,2	k	5	Клавіші A, D, W, S, Space (Граєць 1), Клавіші стрілочок вправо, вліво, вгору, вниз, L (Граєць 2) - переміщення назад або вперед, підняття або опускання рапіри, удар рапірою	w	w	0	0.4	1	1-2.5	0	1
2 Player Soccer Game	Футбол (Soccer), г-площина	11555209	2	k	3	Клавіші W, A, D (Граєць 1), Клавіші стрілочок вгору, вправо (Граєць 2) - стрибок, переміщення вперед або назад	w, r	w	0	0.3	1	1	0	1
Football	Футбол (Soccer), г-площина	248326210	1,2	k	5	Клавіші стрілочок вліво, вправо, вперед, назад (Граєць 1 (червоний)), Клавіші A, D, W, S (Граєць 2 (синій)) - переміщення за напрямками, клавіша m (Граєць 1 (червоний)), g (Граєць 2 (синій)) - удар по м'ячу	w	w	0	0	1	1	0	0
field hockey	Хокей на траві (Field hockey), ф-площина	688759888	1	m	4	Курсор «миші» у всіх напрямках - переміщення граєця	w, r	w	0	1	0	-1	1	0
Biathlon	Біатлон (Biathlon), ф-площина	258217636	1	k	4	Клавіші Space, стрілочок вліво, вправо, вперед - збільшення кр (купувальні пункти), рух вліво, вправо, приховання	w, r	w	0	0.8	1	1	0	1
Bobsleigh 3D	Бобслей (Bobsleigh), ф-площина	292189990	1	k	3	Клавіші стрілочок вліво, вправо - нахил вліво, вправо, клавіша стрілочок назад - гальмування	w, r	w	0	1	0	0-∞	0	1
キャットオブアルペンスキー / Alpine Skiing	Гірськолижний спорт (Alpine Skiing), ф-площина	640084242	1	k	2	Клавіші стрілочок вліво, вправо - рух вліво, вправо	w, r	r	0	1	1	1	0	0
Alpine Skiing Slalom	Гірськолижний спорт (Alpine Skiing), г-площина	81557688	1	k	3	Клавіші стрілочок вліво, вправо, вниз - рух вліво, вправо, вперед	w, r	w	0	0	0	8	0	1

Рисунок Г.11 – Одинадцятий фрагмент таблиці з результатами експериментів

Назва гри	Динаміка гри: частота появи персонажі в гри, секунди. Медіана - 0. Мода - 0.	Навантажувальність гри: (1-6, 0 - немає), В 43 іграх (89%) концепція гри в. В 19 (31%) - немає	Баланс механік типу material. За припустності антагоніста - Співвідношення сил (hit points) персонажів до ігор (пропорція) гри, антагоніста) гри, інакше - сили антагоніста чи антагоніста. Медіана - 1. Мода - 1. 1 - 37 разів (79%), 3 - 4 рази (9%), 4 - 2 рази (4%), 0.1-10, 0.4, 8, 15 - 1 раз (2%)	Можливість збільшувати кількість сил протагоніста або антагоніста (Немає можливості збільшувати кількість сил протагоніста (no protagonist hit points (nphr)) АБО Є можливість збільшувати кількість сил антагоніста (antagonist hit points (ahp)). => Потрібно більш зусиль гравця. Немає можливості збільшувати кількість сил антагоніста (no antagonist hit points (nahp)) АБО Є можливість збільшувати кількість сил протагоніста (protagonist hit points (phr)). => Потрібно менш зусиль гравця). nphr, nahp - 22 раз (47%), nphr - 18 раз (38%), phr, ahp - 5 раз (11%), phr, nahp і nahp - 1 раз (2%).	Зміна рівня складності (1- так, 0 - ні). 0 - медіана, мода, 50 разів (80%), 1 - 6 разів (10%)	Складність гри (від 1 до 10, де 1 - нескладно, 10 - складно). Медіана - 5. Мода - 6.	Методи оцінювання результату користувача (Кількість накопичених балів/час гри - score/time (st) (Чим більший результат, тим краще). Кількість балів до закінчення гри - score (s) (Чим більше балів на момент закінчення гри, тим краще). Підрахунок часу гри до її закінчення - time (t) (Чим менше часу гри знадобилося для перемоги в гри, тим краще АБО Чим більше часу гри знадобилося для поразки, тим краще)). sit - 7 раз (11%), t - 19 раз (31%), s - 36 раз (58%)	Кількість змін програмного кода для переходу під керування дошкою (еравочуочи лише одного гравця). Вказано прогнозована мінімальна кількість змін. 2 - медіана, мода	Складність переносу гри (від 1 до 6, де 1 - нескладно, 5 - складно). 1 - мода, 2 - медіана	Bricks (Рухатися - 62, Обрати - 20, Стрипати - 14, Узгодити - 15, Уникнути - 30, Зруйнувати - 7, Створити - 0)
1p Ping Pong v2	1	1	1	phr, ahp	1	6-7	s	0	1	Рухатися, Узгодити, Обрати
Taekwondo Attack	0	1	0.4	nphr, nahp	0	4	t	4	2	Рухатися, Узгодити, Уникнути
Fencing / フェンシング	0	1	1	nphr, nahp	0	5	t	8	4	Рухатися, Узгодити, Уникнути, Обрати
2 Player Soccer Game	0	1	1	nphr, nahp	0	4	sit	3	1	Рухатися, Узгодити, Уникнути
Football	0	0	-	-	0	5	t	8	4	Рухатися, Узгодити, Уникнути, Обрати
field hockey	1	0	-	-	0	1	s	4	2	Рухатися, Узгодити
Biathlon	0	1	3	nphr, nahp	0	4	s	1	1	Рухатися, Уникнути
Bobsleigh 3D	0	1	1	nphr	0	6	t	0	1	Рухатися, Уникнути
キャットのアルペンスキー / Alpine Skiing	0	0	-	-	0	6	t	0	1	Рухатися, Узгодити, Уникнути, Обрати
Alpine Skiing Slalom	0	1	1	nphr	0	5	t	0	1	Рухатися, Узгодити, Уникнути

Рисунок Г.12 – Дванадцятий фрагмент таблиці з результатами експериментів

Назва гри	Вид спорту, площа проєкції, ф-полюс - 18 ігор (29%), П-полюс - 24 ігор (39%), Г-полюс - 20 ігор (32%)	Код проєкту	Кількість гравців (1, 2), 1 гравець - 47 ігор (76%), 2 гравці - 8 ігор (10%), 1,2 - 6 ігор (14%)	Тип керування (клавіатура - к, миша - m), к - 48 ігор (76%), m - 11 ігор (20%), m, k - 3 ігор (4%)	Кількість керування, 1 - 3 рази (5%), 2 - 10 рази (16%), 3 - 15 разів (24%), 4 - 10 разів (16%), 5 - 18 разів (20%), 6 - 2 рази (3%), 7 - 3 рази (5%), 8 - 1 раз (2%), Медіана - 4.	Опис керування (клавіші, миш)	Моклий клас дошки (Wobble - w, Rocker - r). Максимальна кількість сигналів для Rocker - 4 (2 основних (влів/вправо або вперед/назад), 2 додаткових (зміна напрямку)). Wobble - 8 (4 основних (влів/вправо та вперед/назад), 4 додаткових (зміна напрямку)). w - 23(37%), w.r - 39(63%)	Найбільш оптимальний клас дошки (Wobble - w, Rocker - r). Якщо кількість сигналів > 2 - w, (клавіш) - г w, (миша) - r (76%), r - 13 (21%)	Технічні обмеження (0 - нема, 1 - кількість клавіш перевищує кількість сигналів), 0 - 62 раз (100%). Теоретично, всі ігри можна адаптувати.	Ступінь близькості (реlevance) руху гравця на дошку з рухами персонажа в грі ((Сума збігів напрямків руху, де якщо напрямки збігаються, то 1, інакше - 0) / Кількість клавіш). Ступінь близькості від 0 до 1. Медіана - 0.7. Moda - 1	Навчальність персонажа-антгоніста (1 - 0 - немає). В 34 гріх (95%) персонаж антгоніст є. В 28 (45%) - немає.	Динаміка гри: за пригнутості антгоніста - відношення швидкостей персонажів (прогностів до антгоніста) гри, інакше - швидкість прогностів. Якщо керування мишею - 1. Якщо використовує миш, то не враховуємо гру. Медіана - 1.6. Moda - 1.	Динаміка гри: частота появи персонажів в грі, антгоніста - 0. Медіана - 0. Moda - 0.	Навчальність антгоніста - сил (1 - 0 - немає). В 43 гріх (89%) концепція антгоніста є. В 19 (31%) - немає.
Curling Remastered	Керлінг (Curling), г-площина	204683195	1	m, k	3	Ліва клавіша «миш» - скопити шайбу, переміщення миші вліво - визначити напрямки переміщення шайби, клавіша Space - використання штири	w.r	w	0	0	1	-1	0	0
Sky's Cross Country Skiing	Лижні гонки (Cross-country skiing), г-площина	551848491	1	k	2	Клавіші стрілочок вліво, вправо - рух вліво, вправо	w.r	r	0	0	0	5	0	1
Cross-country skiing norwegian edition	Лижні гонки (Cross-country skiing), п-площина	211420280	1	k	2	Клавіші Space, стрілка вниз - стрибок, прискорення	w.r	r	0	1	0	12.7	0	1
Snowboarding Wonderland (Mobile Friendly) #games	Сноубординг (Snowboarding), п-площина	454842541	1	k	3	Клавіші стрілочок вгору, вліво, вправо - стрибок, гальмування, прискорення	w.r	w	0	1	0	0=	0	1
Sonic Snowboarder	Сноубординг (Snowboarding), г-площина	16178173	1	k	4	Клавіші стрілочок вліво, вправо, вгору, вниз - рух вліво, вправо, вгору, вниз	w.r	w	0	1	0	5	0	1
ski jumping english	Стрибки на лижах з трампліна (Ski jumping), ф-площина	105649293	1	k	3	Клавіша Space - стрибок, клавіші стрілочок вліво, вправо - балансування у повітрі вліво, вправо	w.r	w	0	0.7	0	0.5-6	0	0
Hockey!	Хоккей з шайбою (Ice Hockey), п-площина	61857590	1,2	k	5	P1 (зелений): Клавіші A, D, W, S, пробіл - переміщення вліво або вправо, вгору, вниз, удар клюшкою. P2 (жовтий): Клавіші стрілочок вліво, вправо, вгору, вниз, P0 - переміщення вліво або вправо, вгору, вниз, удар клюшкою	w	w	0	0	1	1	0	1
Scratch Ice Hockey	Хоккей з шайбою (Ice Hockey), г-площина	38333080	1,2	k	4	Клавіші A, W, S, D (Синій гравець (2-ий): стрілочок вліво, вправо, вгору, вниз (Червоний гравець (1-ий) - напрямки переміщення клюшок для штовхання шайби)	w.r	w	0	0	1	1	0	1
Ice hockey shoot out game-2	Хоккей з шайбою (Ice Hockey), ф-площина	158891782	1	k	5	Клавіші стрілочок вліво, вправо, вгору, вниз - переміщення хокеїста, клавіша Space - удар шайби	w	w	0	0.8	1	2.6	0	1
Vancouver Olympic Winter Games *SHORT-TRAC K SKATING*	Шорт трек (Short-track), г-площина	906727	1	k	4	Клавіші стрілочок вліво, вправо, вгору, вниз - рух вліво, вправо, прискорення, зупинка	w.r	w	0	1	0	0=	0	1

Рисунок Г.13 – Тринадцятий фрагмент таблиці з результатами експериментів

Назва гри	Динаміка гри: частота появи персонажі в грі, секунди. Медіана - 0. Мода - 0.	Наявність концепції сил (1-6, 0 - немає). В 43 гріх (88%) концепція сил є. В 19 (31%) - немає	Баланс механік типу матеріал. За приємності антагоніста - спвідношення сил (hit points) персонажів ігор (протгоніста до антагоніста) гри. Інше - сили протгоніста чи антагоніста. Медіана - 1. Мода - 1. 1 - 37 разів (79%), 3 - 4 рази (9%), 4 - 2 рази (4%), 0.1-10, 0.4, 8, 15 - 1 раз (2%)	Можливість збільшувати кількість сил протгоніста або антагоніста (Немає можливості збільшувати кількість сил протгоніста (по protagonist hit points (nphrp)) АБО Є можливість збільшувати кількість сил антагоніста (antagonist hit points (ahrp)). => Потрібно більш зусиль гравця. Немає можливості збільшувати кількість сил антагоніста (по antagonist hit points (nahrp)) АБО Є можливість збільшувати кількість сил протгоніста (protagonist hit points (phrp)). => Потрібно менш зусиль гравця). nphrp, nahrp - 22 раз (47%), nphrp - 18 раз (38%), phrp, ahp - 6 раз (11%), phrp, nahrp і nahrp - 1 раз (2%).	Зміна рівня складності (1- так, 0 - ні), 0 - медіана, мода - 60 разів (80%), 1 - 6 разів (10%)	Складність гри (від 1 до 10, де 1 - нескладно, 10 - складно). Медіана - 5. Мода - 6.	Методи оцінювання результату користувача (Кількість накопичених балів/час гри - score/time (st) (Чим більший результат, тим краще). Кількість балів до закінчення гри - score (s) (Чим більше балів на момент закінчення гри, тим краще). Підрахунок часу гри до її закінчення - time (t) (Чим менше часу гри знадобилося для перемоги в грі, тим краще АБО Чим більше часу гри знадобилося для поразки, тим краще). st - 7 раз (11%), t - 19 раз (31%), s - 38 раз (58%)	Кількість змін програмного кода для переходу під керування дошкою (вразовуючи лише одного гравця). Вказано прогнозована мінімальна кількість змін. 2 - медіана, мода - 3	Складність переносу гри (від 1 до 5, де 1 - нескладно, 5 - складно). 1 - мода. 2 - медіана	Blocks (Рухатися - 62, Обрати - 20, Стріляти - 14, Узгодити - 15, Уникнути - 30, Зруйнувати - 7, Створити - 0)
Curling Remastered	0	0	-	-	0	3	t	3	2	Рухатися, Узгодити, Зруйнувати
Sky's Cross Country Skiing	0	1	1	nphrp	0	5	s	0	1	Рухатися, Уникнути
Cross-country skiing norwegian edition	0	1	1	nphrp	0	7	sit	1	1	Рухатися, Уникнути
Snowboarding Wonderland Mobile Friendly #games	0	1	1	nphrp	0	7	s	0	1	Рухатися, Уникнути, Узгодити, Обрати
Sonic Snowboarder	0	1	3	nphrp	0	6	s	0	1	Рухатися, Уникнути, Обрати
ski jumping english	0	0	-	-	0	6	s	1	1	Рухатися, Узгодити
Hockey!	0	1	1	nphrp, nahrp	1	5-8	s	8	3	Рухатися, Узгодити, Стріляти, Обрати
Scratch Ice Hockey	0	1	1	nphrp, nahrp	0	5	s	4	2	Рухатися, Узгодити, Уникнути, Обрати
Ice hockey shoot out game-2	0	1	1	nphrp, nahrp	0	4	s	2	2	Рухатися, Узгодити, Стріляти
Vancouver Olympic Winter Games *SHORT-TRAC K SKATING*	0	1	1	nphrp	0	6	t	0	1	Рухатися, Уникнути

Рисунок Г.14 – Чотирнадцятий фрагмент таблиці з результатами експериментів

Назва гри	Код проекту	Технічні обмеження (0 - немає, 1 - кількість клавіш перевищує кількість клавіш на дощці)	Тип руху (якуляція механізмів з рухами персонажа в грі або знайомство з рухом персонажа в грі)	Наявність персонажа-антагоніста (1 - є, 0 - немає). В грі грають 7 осіб (45%)	Динаміка гри: за приємності антагоніста - відношення швидкостей персонажів (протагоніста) гри, інше - швидкість протагоніста. Якщо керування мишею - 1. Якщо використовують мишу то не враховуємо гру Медана - 1.5. Модна - 1.	Динаміка гри: частота появи персонажів гри. Медана - 0. Модна - 0.	Наявність концепції сил (1 - є, 0 - немає). В 25 іграх (60%) концепція сил є. В 13 (34%) - немає	Баланс механіки типу playerai. За приємності антагоніста - спільдощення сил (hit points) персонажів пор протагоніста до іншого - швидкість протагоніста. Якщо керування мишею - 1. Якщо використовують мишу то не враховуємо гру Медана - 1.5. Модна - 1.	Мокливість збільшувати кількість сил протагоніста або антагоніста (Нема моксились збільшувати кількість сил протагоніста (no protagonist hit points) АБО Є моксились збільшувати кількість сил антагоніста (antagonist hit points (ahp)). => Потрібно більш зусиль гравця. Нема моксились збільшувати кількість сил протагоніста (по antagonist hit points (nahp)) АБО Є моксились збільшувати кількість сил протагоніста (protagonist hit points (php)). => Потрібно менш зусиль гравця). nphp - 9 раз (38%); nphp - 14 раз (56%); pphp, ahp - 2 рази (8%)	Зміна рівня складності гри (1 - так, 0 - ні). 0 - медана, 38 разів (95%), 1 - 2 рази (5%)	Складність гри (від 1 до 10, де 1 - нескладно, 10 - складно)	Методи оцінювання результату користувача (Кількість накопичених балів/час гри - score/time (s/t) (Чим більший результат, тим краще). Кількість балів до закінчення гри - score (s) (Чим більше балів на момент закінчення гри, тим краще). Підрахунок часу гри до закінчення - time (t) (Чим менше часу гри знадобилося для перемоги в грі, тим краще АБО Чим більше часу гри знадобилося для поразки, тим краще)). sit - 4 раз (11%), t - 11 раз (20%), s - 23 рази (80%)	Кількість змін програмного кода для керування дошками лише одного нескладно, 5 - складно). 3 - медана - мода. 2 - медана прогнозована	Кількість змін програмного кода для керування лише одного нескладно, 5 - складно). 3 - медана прогнозована
キョウトのアルペンスキー Alpine Skiing	840084242	0	p/s	1		0	0	-	-	0	6	t	0	1
Alpine Skiing Slalom	81557688	0	p/s	0	8	0	1	1	nphp	0	5	t	2	2
Curling Remastered	204683195	0	p/s	0	-1	0	0	-	-	0	3	t	4	4
Sky's Cross Country Skiing	551848491	0	p/s	0	5	0	1	1	nphp	0	5	s	0	1
Cross-country skiing norwegian edition	211420290	0	f/e	1	12.7	0	1	1	nphp	0	7	sit	1	1
Snowboarding Wonderland (Mobile Friendly) #games	454842541	0	p/s	0.7	0=	0	1	1	nphp	0	7	s	2	2
Sonic Snowboarder	16178173	0	p/s	0.5	5	0	1	3	nphp	0	6	s	4	3
ski jumping english	105646293	0	p/s	0.7	0.5-6	0	0	-	-	0	6	s	2	2
Hockey!	81857590	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scratch Ice Hockey	38333080	0	p/s	0	1	0	1	1	nphp, nahp	0	5	s	10	4

Рисунок Д.6 – Шостий фрагмент таблиці з результатами експериментів

