УДК 004.584

[2]**Гуменникова, Тамара Рудольфівна,** д-р педагогічних наук, професор каф. суспільно-наукових дисциплін, E-mail: gumennikova100@gmail.com , ORCID: 0000-0002-6223-7711
[1]**Лугова, Тетяна Анатоліївна**, кандидат мистецтвознавства, доцент каф. інформаційної діяльності та медіакомунікацій, E-mail: lug2308@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3573-9978
[3]**Рященко, Оксана Іванівна**, вчитель інформатики, E-mail: oksanaivanovna561@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9242-0752
[1]**Трояновська, Юлія Людвігівна**, старший викладач каф. інформаційних систем, E-mail: troyanovskaja@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6716-9391
[1]Одеський національний політехнічний університет, Одеса, Україна
[2]Придунайська філія Приватного акціонерного товариства «Вищий навчальний заклад «Міжрегіональна Академія управління персоналом», Ізмаїл, Україна
[3]Загально-освітня школа № 10, Ізмаїл, Україна

ІНТЕГРАЦІЯ ПРОЦЕСУ РОЗРОБКИ КОМП`ЮТЕРНИХ ІГОР З ДОПОВНЕНОЮ РЕАЛЬНІСТЮ У КОМПОНЕНТИ STREAM-ОСВІТИ

Анотація. *В роботі описані зв'язки між компонентами STREAM-освіти (Science, Technology, Reading/Writing, Engineering, Arts, Mathematics) та етапами розробки комп'ютерних ігор (StoryTelling/Scripts, GameDesign, 2D/3D-Computer graphics, Programming, Testing, Game Level) на прикладі використання сенсорів контролю руху людини. Для ефективної інтеграції процесу розробки комп`ютерних ігор з доповненою реальністю у компоненти STREAM-освіти запропоновано методику створення реально доповненої віртуальності тренувальних вправ на прикладі тренувань з м'ячем на основі сенсору руху MS Kinect. В результаті аналізу характеристик віртуального середовища, яке створюється сенсором контролеру MS Kinect та враховує обмеження програми Scratch, запропоновано формалізувати характеристики віртуального середовища. Наведено результати аналізу ігор, які пропонуються виробниками програмного забезпечення LumoPlay та MotionMagix у класах логічних, спортивних, розважальних у різних ігрових жанрах та релаксуючих зі спеціальними ефектами. Показані приклади експериментів під час організації двох майстер-класів Meet and Code 2018 для школярів з програмування віртуально доповненої реальності футбольних тренувань, за результатами яких підтверджено зацікавленість школярів в участі у багатьох навчальних процесах, пов'язаних зі STREAM-напрямами. Результати роботи також визначили напрямки подальших досліджень та розробок; в процесі досліджень оцінка похибки візуалізації віртуальних об'єктів визначила необхідність розробки спеціального алгоритму автоматичної корекції координат розташування віртуальних об'єктів-спрайтів, які є частиною єдиної групи об'єктів тіла гравця; багато прикладів ігор комерційних систем створено на основі шаблонів, які дозволяють швидко змінювати графічну частину гри, тому в подальшому планується створити подібні Scratch-шаблони для розвиваючих ігор.*

Ключові слова: *STREAM-освіта; комп`ютерна гра; доповнена реальність; сенсори контролю руху людини*

Вступ

Постановка проблеми

Реалізація завдань реформи нової української школи передбачає створення сучасного освітнього середовища, де основними принципами виступають дитиноцентризм та формування цілісної особистості, за параметрами усебічного розвитку, здатності критичного мислення та набуття компетенцій протягом життя.

Сучасні підходи дослідження компетентності випускників шкіл, як майбутніх громадян інформаційного суспільства обумовлено вимогами сьогодення. Вже недостатньо мати знання та уміння в окремих дисциплінах, а необхідно вміти їх творчо, інноваційно поєднувати для рішення будь-якої задачі. Протягом багатьох років педагогічна наука шукає способи залучення інтересу дошкільнят і школярів до процесу навчання в сучасних умовах переходу від постіндустріального суспільства до інформаційного.

© Т. Р. Гуменникова; Т. А. Лугова; О. І. Рященко; Ю. Л. Трояновська; 2018

З'явився напрямок *STEM* як акронім *Science, Technology, Engineering ma Mathematics* [1].

Його став швидко змінювати напрямок *STEAM*, що додав до природничих і технічних дисциплін творчі та художні дисципліни в вигляді літери *A – Arts* [2]. У свою чергу, напрямок *STREAM* додав букву *R - Reading / Writing* – як навички письма і розуміння сенсу тексту [3, 4]. У той же час, однією з важливих форм залучення дітей в будь-які процеси є геймерізація (гейміфікація) освітньої діяльності, які сьогодні навіть вийшли за рамки суто дитячого світу, ставши елементом так званої гейміфікації (ігрофікації) бізнес процесів [5-6], а також процесів навчання [7], пропонуючи нові компетенції результатів навчання у форматі "*Deeper Learning": "Critical Thinking", "Active*

This is an open access article under the CC BY license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.uk)

Learning", "Flipped Learning" та "Learning from Failure" [8].

В свою чергу, формат *Deeper Learning* активно використовує проектне навчання, залучаючи дітей у розв'язання технічних завдань [9], які можуть використовувати 36 принципів навчання у форматі відео-ігор [10]. Ефект від впровадження гейміфікації зростає в дисциплінах, які створюють комунікативні навички [11]. В проектному навчанні гра може перейти з форми інструменту досягнення мети у форму самої мети, пропонуючи вирішувати завдання гейміфікації через стандартний процес розробки комп'ютерної гри (*Game Design/Development*) [12]. З іншого боку, в поточному десятилітті з'явилися нові способи взаємодії гравця з віртуальним світом на основі природного інтерфейсу (*Natural User Interface-NUI*), наприклад, через сенсори контролю рухів людини *MS Kinect, Leap Motion*, а також *Web*-камери доповненої реальності для настільних комп'ютерів і смартфонів [13]. Всі ці технології можна розглядати як різновид доповненої реальності, які тільки починають проваджуватися у шкільну освіту як додатковий інструмент наочного відображення демонстраційних матеріалів з різних дисциплін. Це вказує на актуальність досліджень у напрямку інтеграції процесу розробки комп`ютерних ігор з доповненою реальністю у компоненти *STREAM*-освіти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В роботі [14] визначено, що ігрова система – це система правил, обмежуючих дії гравців при їх участі у штучному конфлікті один з одним, що супроводжується емоціями завдяки співвідношенню рівня зусиль та здібностей гравців та формує досвід гравця як психологічну потребу повторити процес гри.

Впродовж декількох десятиліть процес розробки комп'ютерних ігор перестав бути лише мистецтвом, коли методологічною основою цього процесу стала структурна модель *MDA (Mechanics, Dynamics and Aesthetics)* [15]. *MDA* уточнює терміни «ігровий процес» (*gameplay*) і «забава» (*fun*), використовує їх визначення для демонстрації стимулюючих і дестимулюючих властивостей різної динаміки за різними типами естетичного використання гри. В контексті навчання для створення розвиваючих ігор до *MDA*-моделі було додано структурну модель *DPE (Design, Play and Experience)* [16], яка показує не лише алгоритм створення відеогри, а й поведінку системи гри як тьютора, її навчальний вплив на учня-гравця.

На основі комбінації цих моделей в роботі [17] нами було розглянуто гейміфікацію процесу засвоєння основ економічної математики дітьми дошкільного віку на основі активізації їхніх неявних знань (інтуїції, осяяння, здогадок), результатом якої стала гра «Шоколадна математика» для *Android*-пристроїв.

Говорячи про проектне навчання, в якій учень повинен уміло використати різні інструменти для досягнення мети створення прототипу продукту, який має бути корисним, необхідно розглядати учня у його суб'єкт-суб'єктних взаємозв`язках із комп`ютерною грою вже не як пасивного споживача, а як її власного творця, формуючі важливі навички проектних ролей, представлених на рис. 1.

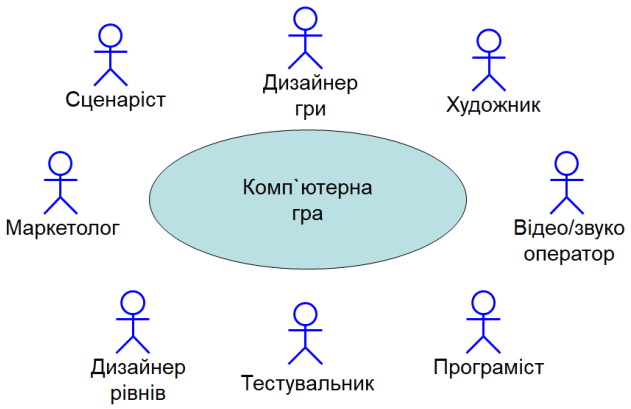


Рис. 1. Проектні ролі процесу розробки комп`ютерної гри

Навіть за назвами ролей можна визначити взаємозв`язок проектних ролей процесу розробки комп`ютерної гри з компонентами *STREAM*-освіти [25]: *Science, Technology, Reading/Writing, Engineering, Arts, Mathematics.* В той же час, *STREAM*-дослідження орієнтовані в основному на стандартний набір шкільних дисциплін, який базується на різних технологічних процесах у сфері екології, хімії, фізики, але не приділяє уваги такому продукту споживання як комп`ютерна гра, що часто пов`язано із самим негативним ставленням педагогів до такого продукту споживання, де пасивним споживачем стає школяр.

Для дисципліни «Інформатика» істотно ключовою проектною роллю є програміст. Впродовж останнього десятиліття з'явилися способи візуального програмування, орієнтовані на блоки, коли для створення програм користувач повинен лише переміщати графічні блоки без набору текстів за винятком створення

змінних та введення значень констант [20]. Відомо, що блокове візуальне програмування звільняє користувача від контролю за правильністю синтаксису програми, що є великою підмогою на стадії навчання програмуванню саме для школярів. Найвідомішими прикладами середовищ програмування є *Scratch* [21] та *Blockly* [22]. Для розробки *Android*-застосувань створено інструментальне середовище *MIT App Inventor* із запозиченням візуального редактору *Blockly* [23]. Всі вказані програмні середовища є подійно-орієнтованими, дозволяючи реалізовувати багато-потокові алгоритми керування персонажами комп`ютерної гри. Алгоритмічні мови програмування не є професійними, але дозволяють швидко створити так званий прототип гри, звертаючи увагу школяра саме на алгоритми та логіку роботи гри синтаксичні та технологічні тонкощі [22]. В той же час, вже понад 30 років існує парадигма автоматного програмування або «програмування від станів» для розробки програм на основі кінцевих автоматів [18]. Перевагами графічного представлення поведінки програми у вигляді моделі кінцевого автомату перед алгоритмічним програмуванням є спрощення аналізу створеного програмного коду та автоматизація тестування. В сучасних інструментальних середовищах розробки ігор, наприклад, *Unity 3D*, існує багато можливостей із використання автоматного програмування [31], але вони є достатньо складними для школярів. Експериментальне програмне середовище *MetaVerse* [29] дозволяє створювати *iOS*-застосування та *Android*-застосування за спрощеними сценаріями на основі автоматного програмування, завдяки якому воно стало популярними школах США.

В поточному десятилітті з'явилися нові способи взаємодії користувача з віртуальним світом комп'ютера на основі природного інтерфейсу, наприклад, через сенсорні технології контролю рухів людини *MS Kinect, Leap Motion*, а також *Web*-камери доповненої реальності для настільних комп'ютерів і смартфонів. Всі ці технології можна розглядати як різновид доповненої реальності [13]. При програмуванні людино-машинної взаємодії використовуються технології, що враховують особливості сценаріїв ігор:

– віртуально доповнену реальність через камери смартфонів;

– реально доповнену віртуальність через сенсори контролю рухів людини на прикладі пристроїв типу *Leap Motion* і *MS Kinect*.

Одним із прикладів інтерфейсу *NUI*-типу є використання безконтактного сенсорного ігрового контролера *MS Kinect* відстеження руху людини на основі набору з кольорової камери, інфрачервоного випромінювача і датчика його глибини [26]. Спочатку для створенні ігор на основі контролера пропонувалися мови програмування C#/C++ з високим рівнем вивчення процесу програмування та збірки, нездоланним для більшості школярів. Але створення програмної бібліотеки *Kinect2Scratch* волонтером *Stephen Howell* з *Microsoft* дозволило суттєво зменшити цей бар'єр [24].

Тому доцільно створювати програми загального призначення, а також комп`ютерні ігри, які б поєднували в собі можливості гри та тренажеру з тренувальних вправ в інструментальних програмних середовищах, які технологічно доступі школярам, наприклад, *Scratch*, *MetaVerse* з використанням сенсорних технологій під керуванням контролерів руху людини, наприклад, *MS Kinect*, що підтверджує актуальність цієї роботи.

Мета статті. Метою цієї статті стало встановлення інтеграційних зв'язків між *STREAM*-компонентами і етапами *Game Design/Development* з використанням технології доповненої реальності, на основі яких можна буде запропонувати шляхи вдосконалення методології *STREAM*-освіти в умовах сучасного технологічного і методичного оновлення шкіл.

Методи дослідження

В роботі використовуються методи аналізу процесів проектування комп`ютерних ігор, аналізу інструментів розробки програмних застосувань доповненої реальності, методи абстрагування активних ігор у вигляді сценаріїв.

Виклад основного матеріалу дослідження

На основі аналізу робіт [1-4] визначено, що *STREAM*-освіта включає наступні компоненти та важливі навички, які ними забезпечуються:

1) *Science* – критичне ставлення до неперевірених фактів, проведення досліджень з пошуку закономірностей та аналіз результатів;

2) *Technology* – використання програмно-апаратних технологій для спрощення процедури виконання процесів та зменшення їх помилок;

3) *Reading/Writing* – вміння передати та отримати результати роботи;

4) Engineering – створення прототипів матеріальних продуктів для споживачів;

5) Art – творчій підхід до пошуку рішень завдань, використання можливостей мистецтва при створенні продуктів для користувача;

6) Mathematics – формалізація творчих процесів, використання математичних законів у вирішенні завдань.

На основі визначення ігрової системи із роботи [14] запропоновано наступні вимоги до комп'ютерних ігор:

− *Game*-ігри базуються на правилах, які обмежують свободу гравців;

− гравці у *Game*-грі намагаються досягти мети;

− успішність досягнення мети залежить від зусиль гравця;

− зусилля долають перешкоди на шляху до мети;

− перешкоди виникають через штучний конфлікт між гравцями за отримання будь-яких ресурсів, які допомагають досягнути мети;

− рівень зусиль гравця залежить від його рівня здібностей;

− зусилля гравця та їх результат створюють у нього емоції;

− емоції формують досвід гравця як нагорода його мозку, завдяки чому у гравця формується психологічна потреба (залежність) ще раз повернутися до процесу гри.

З урахуванням процесів розробки комп`ютерних ігор визначено зв'язки компонент *STREAM*-освіти з етапами *Game Design/Development*:

1) (*Science*-компонент) створення карти емпатії гравців як потенційних споживачів гри, дослідження їх психотипу та розробка *Gamification Model Canvas*;

2) (*Reading/Writing*-компонент) створення сюжету, сценарію та розкадровки (*StoryTelling/Scripts*);

3) (*Reading/Writing*-компонент) опис персонажів гри (*Characters*) з урахування протагоністів та антагоністів;

4) (*Reading/Writing*-компонент) опис ігрового світу (*Settings*) через часові (історичні) особливості, а також особливості місцезнаходження;

5) (*Technology*-компонент) визначення ігрової механіки (*GamePlay*): *Play*-правила «Вибрати» (*Select*), «Записати» (*Write*), «Керувати» (*Manage*), «Отримати вдачу» (*Random*), «Стріляти» (*Shoot*), «Рухатися» (*Move*) та *Game*-правила «Створювати» (*Create*), «Руйнувати» (*Destroy*), «Уникати» (*Avoid*), «Погодити» (*Match*);

6) (*Art*-компонент) створення малюнків прототипів персонажів та ігрового світу у форматі 2D-графіки, 2D+ізометрії або 3D-графіки (*Art Description*);

7) (*Art*-компонент) опис звуку (*Sound Description*): музичні композиції та спеціальні ефекти подій ігрового світу;

8) (*Art*-компонент) опис сценарію сюжетних та рекламних відео-треків (*Video Description*);

9) (*Technology*-компонент) визначення інтерфейсу взаємодії гравця з ігровим світом (*User Interface*): клавіатура, позиційні пристрої (2/3-кнопковий маніпулятор типу «миша»; трекбол; *Joystick*; *Gamepad*); сенсори торкання (*Touchscreen, Touchpad, Multi-touch*);

10) *NUI* (розпізнавання рухів голови, розпізнавання жестів, розпізнавання рухів тіла, розпізнавання голосу);

11) (*Science*-компонент) балансування рівнів здібностей гравців та їх зусиль при подоланні перешкод ігрового світу;

12) (*Reading/Writing*-компонент) планування розвитку сценарних рівнів гри;

13) (*Art*-компонент) розробка графіки, звуку та відео;

14) (*Technology*-компонент) програмування гри як процес об`єднання інтерфейсу користувача, *GamePlay*-правил ігрової механіки з графікою, відео та звуком;

15) (*Engineering*-компонент) функціональне тестування комп'ютерної програми гри (бета-тестування) як перевірка відповідності роботи функцій програми до опису з *Game Design*;

16) (*Engineering*-компонент) емоціональне тестування комп'ютерної програми гри (альфа-тестування) як перевірка максимального покриття восьми видів естетики для потенційного гравця-споживача.

Вказані вісім видів *MDA*-компоненти «Естетика» визначаються як [15]:

– «Відчуття» (*Sensation*) – гра як почуття задоволення, коли гравець відчуває щось зовсім незнайоме, наприклад, для гравця, не знайомого з грою типу *RTS* (*Real-Time Strategy*), гра *StarCraft* II вже могла б стати сенсацією або розчаруванням через безліч кнопок, в той же час, гравець, загартований в іграх типу *FPS*, не отримував би ніяких відчуттів, граючи в мільйонний шутер із серії «Друга світова війна»

поки в ньому не з'явиться унікальна ігрова механіка;

– «Фентезі» (*Fantasy*) – гра як макіяж, уявний світ, тобто фантазія – це процес, через який гравець потрапляє в уявний світ і прив'язаний до чогось, що, на його думку, може існувати;

– «Розповідь» (*Narrative*) – гра як драма, історія, яка змушує гравця повторно повертатися в уявний світ гри, що важко створити для дизайнера, коли цільова аудиторія складається з тисяч гравців, а дизайнеру необхідно подумки підключитися до кожного;

– «Виклик» (*Challenge*) – гра як перешкода, що закликає гравця щось подолати, освоїти, підвищуючи ймовірність повторного використання гри;

– «Братерство» (*Fellowship*) – гра як соціальне середовище, співтовариство, в якому гравець є його активною частиною, частиною згуртованої команди, яка покладаються на спілкування для загального успіху;

– «Дослідження» (*Discovery*) – гра як невідома територія, яка закликає досліджувати світ гри, при цьому розміри світу повинні співвідноситися з динамікою його елементів, а гравці повинні проводити дослідження за своєю волею, пов'язаної з різними причинами-мотиваторами, наприклад, спеціальне екіпірування, рівні бонусів;

– «Самовираження» (*Expression*) – гра як самопізнання, власна творчість, що використовує спеціальні персонажі, які оживають в руках гравця в процесі переміщення по спеціальній місцевості, а також створює нові віртуальні цінності;

– «Підпорядкування» (*Submission*) – гра як проведення часу, підключення до гри як таке, не дивлячись на обмеження, що є найскладнішим видом естетики.

MDA-компонент «Механіка» включає:

− *Game*-механіку – правила цілі, що визначають мету гри - *Game*-компоненти;

− *Play*-механіку – правила маніпуляції, що визначають основні дії, які гравець може застосувати в грі.

На основі аналізу існуючих механік, створених в роботі [19] визначено опис шести типів *Play*-механік та чотирьох типів *Game*-механік.

Play-механіка містить 6 типів :

– «Вибрати» (*Select*) – пропонує гравцеві зробити множинний вибір елементів, використовуючи будь-який пристрій введення (маніпулятор «миша», клавіатура та інші);

– «Записати» (*Write*) – пропонує гравцеві ввести символьно-числові значення;

– «Керувати» (*Manage*) – пропонує гравцеві управляти ресурсами для досягнення мети;

– «Отримати вдачу» (*Random*) – пропонує гравцеві кинути виклик шансу, випробувати вдачу;

– «Стріляти» (*Shoot*) – не розглядається в прямому сенсі, а пропонує гравцеві торкнутися об'єкта, розташованого на відстані, або якось впливати на нього

– «Рухатися» (*Move*) – пропонує гравцеві переміщатися в різних напрямках (вперед (*forward*), назад (*back*), наліво (*left*), направо (*right*), вгору (*up*), вниз (*down*)), управляти іншими об'єктами або іншими героями;

Game-механіка містить 4 типи:

– «Створювати» (*Create*) – пропонує гравцеві проявити творчість при складанні, будівництві або створення віртуальних цінностей гри;

– «Руйнувати» (*Destroy*) – антонім компоненті «створювати», який пропонує гравцеві знищувати об'єкти гри або ловити об'єкти для їх подальшого цілеспрямованого збирання та накопичення

– «Уникати» (*Avoid*) – пропонує гравцеві уникати зіткнення з об'єктами гри (перешкоди, супротивники)

– «Узгодити» (*Match*) – пропонує гравцеві встановлювати або утримувати один або декілька об'єктів в певному стані.

Для ефективної інтеграції процесу розробки комп`ютерних ігор з доповненою реальністю у компоненти *STREAM*-освіти було запропоновано методику створення реально доповненої віртуальності тренувальних вправ на прикладі тренувань з м’ячем на основі сенсору руху *MS Kinect*.

Методика містить декілька етапів, представлених на рис. 2.

На етапі 1 проводиться формалізація віртуального середовища зі створенням його структурної моделі з урахуванням обмежень, пов’язаних з особливостями роботи сенсорів контролеру *MS Kinect* та програми *Scratch*.

На етапі 2 проводиться формалізація тренувальних вправ на основі множини сценаріїв проведення тренувальних вправ з метою мінімізації кількість тренувальних вправ

та створенням групи вправ в різних видах спорту на прикладі футболу.

На етапі 3 виконується шаблонізація тренувальних вправ з сенсором MS Kinect з урахуванням віртуальних суглобів людини.

На етапі 4 розробляються *Scratch*-програми із проведення групи тренувальних вправ у віртуально доповненій реальності засобами сенсорних технологій *MS Kinect*.

На етапі 5 проводяться натурні експерименти з фізичними вправами в режимі віртуально доповненої реальності засобами сенсорних технологій *MS Kinect* та проводиться оцінка похибок візуалізації віртуальних об'єктів.

На етапі 6 проводиться корегування алгоритму візуалізації для зменшення похибки.

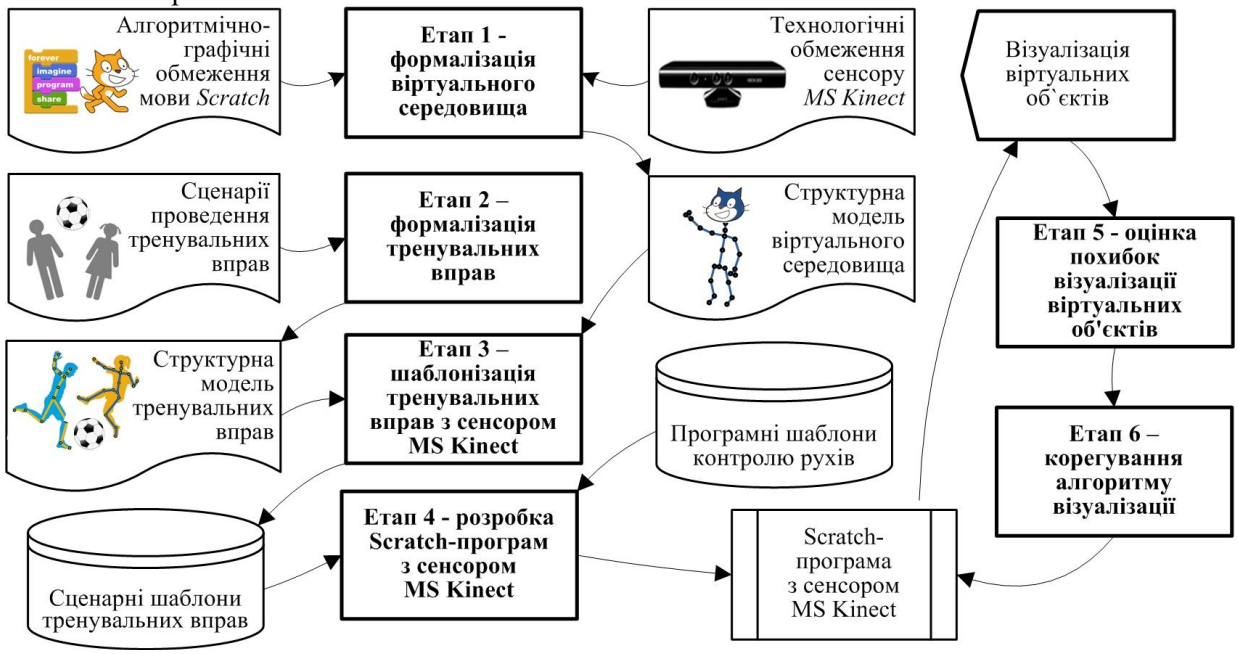


Рис. 2. Методика створення реально доповненої віртуальності тренувальних вправ з м'ячем на основі сенсору руху *MS Kinect*

В результаті аналізу характеристик віртуального середовища, яке створюється сенсором контролеру *MS Kinect* та враховує обмеження програми *Scratch*, запропоновано формалізувати характеристики віртуального середовища у вигляді картежу-сімки:

< *Skeleton, Distance, Velocity, Projection, Location, Size, Quantity* >,

де *Skeleton* – множина суглобів скелета людини, програмно доступних через сенсори контролера *MS Kinect*;

– *Distance* – допустимий діапазон відстаней від сенсора контролеру *MS Kinect* до людини;

– *Velocity* – максимальна швидкість переміщення контрольованих суглобів людини;

– *Projection* – тип проекції об'єктів віртуального середовища, який може приймати два значення: на підлозі, на стіні;

– *Location* – спосіб розташування сенсора контролера MS Kinect по відношенню до людини;

– *Size* – допустимі розміри віртуального простору, яке створюється програмою *Scratch*;

– *Quantity* – кількість осіб, рухи яких може контролювати сенсор контролера *MS Kinect*.

Множина суглобів скелета людини, які програмно доступні через сенсори контролера *MS Kinect* містить 20 суглобів для *MS Kinect* v.1: *AnkleLeft* – ліва ладижка (п'ята); *AnkleRight* – права ладижка (п'ята); *ElbowLeft* – лівій лікоть; *ElbowRight* – правий лікоть; *FootLeft* – ліва ступня; *FootRight* – права ступня; *HandLeft* – ліва кисть руки; *HandRight* – праве кисть руки; *HipRight* – праве стегно; *KneeLeft* – ліве коліно; *KneeRight* – праве коліно; *Spine* – хребет; *ShoulderLeft* – ліве плече; *ShoulderRight* – праве плече; *ShoulderCenter* – центр плеча (підстава шиї); *WristLeft* – ліве зап'ястя; *WristRight* – праве зап'ястя; *Head* – голова; *HipCenter* – центр стегна; *HipLeft* – ліве стегно.

Після виконання серії експериментів визначено максимальну швидкість переміщення контрольованих суглобів людини, яка дорівнює 0,1 точка/сек.

Спосіб розташування контролера *MS Kinect* по відношенню до людини: (фронтальний,

бічний, фронтально-бічний лівосторонній або правосторонній)

Кількість осіб, рухи яких може контролювати сенсор контролера *MS Kinect*: один; два.

В результаті аналізу процесу контролю тренувальних вправ за допомогою сенсору контролера *MS Kinect* запропоновано формалізувати фізичні вправи у вигляді картежу-четвірки:

<*Picture, Body, Control, Velocity*>,

де *Picture* – картинка із зображенням віртуального об'єкта, що використовується у вправі (наприклад, м'яч);

Body – список частин тіла людини, які беруть участь у вправі;

Control – список частин тіла людини, які керують віртуальним об'єктом;

Velocity – швидкість руху активних частин тіла людини під час виконання вправ.

Запропонована раніше методика потребує проведення великої кількості експериментів для кожної фізичної вправи [30]. Для зменшення кількості експериментів необхідно виділити групи з мінімальною кількістю тренувальних вправ, але які забезпечують максимальне покриття характеристик об'єкта дослідження.

В результаті аналізу понад 40 тренувальних вправ з м'ячем було відібрано 3 вправи: різаний удар внутрішньою частиною підйому, удар з полу лету, відбивання м'яча головою.

Для підготовки варіантів завдань з розвиваючих комп`ютерних ігор з використанням сенсорних технологій необхідно проаналізувати вже існуючі ігри, які пропонуються виробниками програмного забезпечення у світі.

Для аналізу було обрано дві програмні системи: *LumoPlay* [27] та *MotionMagix* [28].

В результаті аналізу 271 гри з урахуванням 187 ігор програмної системи *LumoPlay* та 84 ігор програмної системи *MotionMagix* всі ігри було розділено на чотири класи:

– логічні;
– спортивні;
– розважальні у різних ігрових жанрах;
– релаксуючі зі спеціальними ефектами;

Як розвиваючі ігри визначено ігри класу логічні та спортивні. На рис. 3 наведено приклади екранних форм логічних ігор, а рис. 4 – приклади екранних форм спортивних ігор, на рис. 5 – приклади екранних форм релаксуючих ігор.

Гра «збирання кольорів» розрахована на 2-4 гравців. На підлозі грального поля в чотирьох кутках розміщено пакети різного кольору. В центрі поля з`являються фішки різного кольору. Гравці на початку гри обираються свої кольори. Впродовж гри за обмежений час кожен із гравців повинен ногою штовхнути фішки у пакети відповідного кольору. Виграє той, хто встигне назбирати найбільше фішок.

Гра «мисливець за літерами» розрахована на одного гравця з двома типами проекції об'єктів віртуального середовища:

– на підлозі: на підлозі грального поля зображено букви алфавіту, а гравцю необхідно ногами натиснути на букви у правильному алфавітному порядку;

– на стіні: спрощений варіант, в якому на стіні додатково з`являється який-небудь силует голови або руки гравця, а гравець повинен головою або рукою натискати на букви.



(а)



(б)

Рис. 3. Приклади екранних форм логічних ігор: а – збирання кольорів; б – мисливець за літерами



(а)

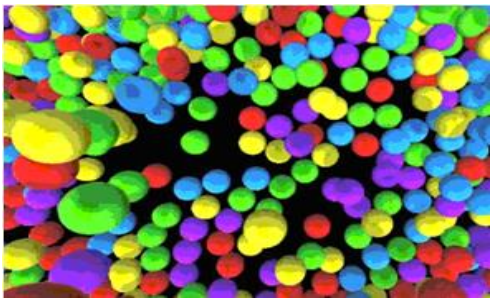


(б)

Рис. 4. Приклади екранних форм спортивних ігор: а – вратар; б – хокей на льоду на двох

Гра «хокей на льоду на двох» розрахована на 2 гравців з урахуванням підлоги. На полі розташована пара воріт для захисту двома хокеїстами-гравцями та хокейна шайба. Додатково розташовані силуети хокейних клюшок, кожен з яких проходить через дві точки, пов'язані з руками гравців, які повинні вдаряти клюшками по шайбі для того, щоб вона потрапила у ворота супротивника.

На рис. 5 наведено приклади екранних форм релаксуючих ігор зі спеціальними ефектами.



(а)



(б)

Рис. 5. Приклади екранних форм релаксуючих ігор зі спеціальними ефектами: а – м'ячики; б – акваріум

Аналіз 187 ігор програмної системи *LumoPlay* визначив їх наступний розподіл за класами: логічні – 4 %; спортивні – 5 %; розважальні у різних ігрових жанрах – 30 %; релаксуючі зі спеціальними ефектами 61 %.

Аналіз 84 ігор програмної системи *MotionMagix* визначив їх наступний розподіл за класами: логічні – 14 %; спортивні – 15 %; розважальні у різних ігрових жанрах – 19 %; релаксуючі зі спеціальними ефектами 52 %.

Аналіз статистики показав низьку кількість логічних та спортивних ігор, що може бути пов'язано зі складністю створення ігрових сценаріїв та необхідністю досконально вивчати особливості тем дисциплін, які проходять процес гейміфікації.

На основі аналізу логічних та спортивних ігор вказаних виробників авторами запропоновано 25 варіантів практичних завдань зі створення ігор у *Scratch* під керуванням контролеру руху людини *MS Kinect*, які буде впроваджено у майстер-класи навчання зі школярами з урахуванням їх шкільних знань та умінь з інформатики.

При виконанні завдань рекомендується дотримуватися наступних етапів.

Eman 1. Створення графічних *Scratch*-спрайтів для віртуальних об'єктів гри та частини тіла гравця.

Eman 2. Програмування переміщення об'єктів гри у відповідності із правилами гри

Eman 3. Програмування контролю віртуальної частини тіла гравця з використанням базового засобів контролю через клавіші клавіатури або маніпулятора типа «миша».

Eman 4. Тестування програми як процес перевірки її функціональності у відповідності із правилами.

Eman 5. Налаштування апаратної частини гри:

а) розташування проектора і відповідності з типом проекції зображення (підлога, стіна);

б) розташування сенсора *MS Kinect*

Eman 6. Програмування контролю віртуальної частини тіла гравця з використанням сенсора *MS Kinect*

Eman 7. Тестування програми.

Запропонована методика дозволила організувати два майстер-класи з програмування віртуально доповненої реальності футбольних тренувань школярів у форматі ініціативи *Meet and Code* тижня коду ЄС за підтримки Інституту комп`ютерних систем (ІКС) Одеського національного політехнічного університету (ОНПУ) при виконанні проекту *ERASMUS+K2* «*GAMEHUB*: Університетсько-підприємницьке співробітництво в ігровій індустрії в Україні».

Перший майстер-клас відбувся 20 жовтня 2018 року в ІКС ОНПУ для 50 школярів з різних районів одеської області та м. Одеси [32]. Другий майстер-клас відбувся 23 листопада 2018 року в

ЗОШ № 10 м. Ізмаїл для 14 школярів з різних шкіл м. Ізмаїл [33]. У майстер-класах впродовж декількох годин 17 команд з 3-4 учасників пройшли невеличкий шлях міждисциплінарного навчання через наступні етапи: реальні тренування з м'ячами серед учасників команд; дослідження особливостей моделювання фізичних процесів (зіткнення тіл, вільне падіння тіла) при програмуванні руху м'яча мовою *Scratch*; дослідження можливостей роботи *MS Kinect*; дослідження можливості програмної бібліотеки *Kinect2Scratch*; розробка власних віртуальних тренажерів під керуванням тренерів.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Запропонована в роботі методика створення реально доповненої віртуальності тренувальних вправ з м'ячем на основі сенсорного контролеру руху *MS Kinect* дозволила: формалізувати віртуальне середовище зі створенням його структурної моделі з урахуванням обмежень, пов'язаних з особливостями роботи сенсорів контролеру *MS Kinect* та програми *Scratch*; формалізувати тренувальні вправи на основі множини сценаріїв проведення тренувальних вправ з метою мінімізації кількість тренувальних вправ та створенням групи вправ в різних видах спорту на прикладі футболу; розробити приклади *Scratch*-програми із проведення групи тренувальних вправ у віртуально доповненій реальності засобами сенсорних технологій *MS Kinect*; провести оцінку похибок візуалізації віртуальних об'єктів на основі натурних експериментів з фізичними вправами в режимі віртуально доповненої реальності засобами сенсорних технологій MS Kinect.

Слід зазначити, що запропонована методика може бути використана і для інших пристроїв, наприклад, *LeapMotion*.

В результаті аналізу 271-ї гри комерційних програмних систем *LumoPlay* та *MotionMagix* запропоновано 25 варіантів завдань зі створення логічних та спортивних ігор у *Scratch* під керуванням контролеру руху людини *MS Kinect*, які буде впроваджено у майстер-класи навчання зі школярами з урахуванням їх шкільних знань та умінь з інформатики.

В процесі апробації результатів роботи при проведені презентації програми, майстер-класи з програмування віртуально доповненої реальності футбольних тренувань школярів, що підтверджено активізацією пізнавального інтересу школярів в участі у багатьох навчальних процесах, пов'язаних зі *STREAM*-напрямами: визначення сценаріїв фізично активних комп'ютерних ігор, якими цікавиться більшість школярів; проведення експериментів з пошуку фізичних вправ для споживачів, які легко контролюються сенсорами контролеру *MS Kinect*; дослідження фізичних процесів якості розпізнавання рухів людини; використання знань з математики або самостійне їх отримання для створення алгоритмів керування віртуальними об'єктами; створення 2D-графіч-них моделей віртуальних об'єктів; тестування роботи прототипу програмного тренажеру з віртуальних фізичних тренувань.

Результати роботи також визначили напрямки подальших досліджень та розробок:

1) в процесі досліджень оцінка похибки візуалізації віртуальних об'єктів визначила необхідність розробки спеціального алгоритму автоматичної корекції координат розташування віртуальних об'єктів-спрайтів, які є частиною групи об'єктів тіла гравця;

2) багато прикладів ігор комерційних систем створено на основі шаблонів, які дозволяють швидко змінювати графічну частину гри, тому в подальшому планується створити подібні *scratch*-шаблони для розвиваючих ігор;

3) локальне дослідження підтвердило позицію авторів відносно задоволення потреби гейміфікації пізнавально-розвивальної діяльності саме у дітей дошкільного та молодшого шкільного віку, що обумовлено їх віковими особливостями та особистісне орієнтованим підходом до кожної дитини.

Список використаної літератури

1. Kelley, T. R. & Knowles, J. G. (2016). "A conceptual framework for integrated STEM education", International Journal of STEM Education, 3: 11. DOI: https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z.

2. Michelle, H. (2013). "Land Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM", Procedia Computer Science, No. 3, pp. 547-552.

3. Lefever-Davis, S., & Pearman, C. J. (2015). "Reading, Writing and Relevancy: Integrating 3R's into STEM*"*, Open Communication Journal, No. 9(1), pp.61-64.

4. Крутій, К. STREAM-освіта дошкільнят: виховуємо культуру інженерного мислення / К. Крутій, Т. Грицишина. // Дошкільне виховання. – 2016. – № 1. – С. 3-7.

5. Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). "Does Gamification Work? – A Literature Review of

Empirical Studies on gamification", In proceedings of the 47-th Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii, USA, January 6-9, 2014, pp. 3025-3034.

6. Blazhko, O., Luhova, T., Melnik S., & Ruvinska, V. (2017). "Communication Model of Open Government Data Gamification Based on Ukrainian Websites", 4-th Experiment@ International Conference (exp.at'17) June 6-th – 8-th, 2017, University of Algarve, Faro, Portugal, pp. 181-186.

7. Bouras, C., Igglesis, V., Kapoulas, V., Misedakis, I., Dziabenko, O., Koubek, A., Pivec, M., & Sfiri A. (2005). "Game-Based Learning Using Web Technologies", International Journal of Intelligent Games and Simulations, No. 3(2), pp. 70-87.

8. "Deeper learning competencies" [Electronic resource]. – Access mode : https://www.hewlett.org/wp-content/uploads/2016/08/Deeper_Learning_Defined__April_2013.pdf, – Active link – 03.12.2018.

9. Blazhko, O., Gdowska, K., Gawel, B., Dziabenko, O., & Luhova, T. (2017). "Deeper learning approaches integrated in serious games". Project, Program, Portfolio Management. P3M. In The Proceedings of the International Research Conference, Vol. 2, pp. 18-21, December. – Available at : http://dspace.opu.ua/jspui/handle/123456789/6866.

10. Gee James, P. (2018) "*What Video Games Have to Teach Us about Learning and Literacy"*. [Electronic resource]. – Access mode : http://newlearningonline.com/literacies/chapter-2/gee-on-what-video-games-have-to-teach-us-about-learning-and-literacy, Active link – 03.12.2018.

11. Gdowska, K., Gaweł, B., Dziabenko, O., & Blazhko, O. (2018). „Gamification in teaching humanities – „GameHub" project", V E-technologie w działaniach edukacyjnych w projekcie GameHub V Konferencja e-Technologie w Kształceniu Inżynierów Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Kraków, Poland, 19-20 kwietnia 2018, pp. 27-32.

12. Adams, E. (2014). „Fundamentals of Game Design", New Riders, 560 p.

13. Sandhya Devi, Gogula, & Chanakya, Puranam (2015). "Augmented Reality in Enhancing Qualitative Education", International Journal of Computer Applications, Vol. 132, No. 14, pp. 41-45.

14. Dormans, J. (2012). "Engineering emergence: applied theory for game design". PhD thesis 13. 288 p. – Available at : http://hdl.handle.net/11245/1.358623.

15. Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubec, R. (2004). "MDA: A formal approach to game design and gameresearch" In: Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI. Vol. 4.

16. Winn, B. (2009). "The Design, Play, and Experience Framework. Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education". Richard Ferdig (editor). Vol, 3, Chapter 58.

17. Лугова, Т. А. Розробка навчальних відео ігор, заснованих на активізації неявних знань / Т. А. Лугова, О. А. Блажко // Управління розвитком складних систем – 2018. – № 35. – С. 105-112.

18. Блажко, О. А. Інструментальні особливості автоматного програмування комп'ютерних ігор / О. А. Блажко, В. В. Антонюк, Ю. Л. Трояновська // Управління розвитком складних систем – 2018. – № 35. – С. 83-92.

19. Damien Djaouti, Julian Alvarez, Jean-Pierre Jessel, Gilles Methel and Pierre Molinier (2008). "A Gameplay Definition through Videogame Classification", International Journal of Computer Games Technology, 2008. http://dx.doi.org/10.1155/2008/470350.

20. David Weintrop & Uri Wilensky. (2017). "Comparing Block-Based and Text-Based Programming in High School Computer Science Classrooms". ACM Trans. Comput. Educ. 18, 1, Article 3 (October 2017), 25 p.

21. Louise, P. Flannery, Brian Silverman, Elizabeth R. Kazakoff, Marina Umaschi Bers, Paula Bontá & Mitchel Resnick (2013). "Designing ScratchJr: Support for early childhood learning through computer programming". In Proceedings of the 12-th International Conference on Interaction Design and Children. ACM, pp. 1–10.

22. Neil Fraser. (2015). "Ten things we've learned from Blockly". In Proceedings of the 2015 IEEE Blocks and BeyondWorkshop (Blocks and Beyond). 49–50.

23. David Wolber, Hal Abelson, Ellen Spertus & Liz Looney. (2014). "App Inventor 2: Create Your Own Android Apps". 2-nd ed. Beijing: O'Reilly Media.

24. Jared, St. J. (2012). "Kinect Hacks Tips & Tools for Motion and Pattern Detection". *Publisher: O'Reilly Media,* 280 p.

25. Блажко, О. А. Особливості STREAM-освіти на основі розробки розвиваючих комп`ютерних ігор з використанням сенсорів контролю рухів людини MS KINECT / О. А. Блажко, О. І. Рященко // Тези доповідей III Міжнародної науково-практичної конференції P3M-2018 Project, Program, Portfolio Management, 7-8 грудня, 2018, Одеса, Україна. – Одеса : Балан В. О., 2018. – № 2/1. – С. 11-14.

26. Рященко, О. І. Методика створення реально доповненої віртуальності тренувальних вправ з м'ячем на основі сенсорного контролеру руху MS KINECT / О. І. Рященко, О. А. Блажко // Тези доповідей І Міжнародної науково-практичної конференції «Імперативи розвитку громадянського суспільства у забезпеченні національної конкурентоспроможності», Том 1, 13-14 грудня 2018 року, Батумі, Грузія. – Батумі : Publishing House "Kalmosani", 2018. – С. 208-210

27. "Lumoplay" [Electronic resource] : – Access mode : https://www.lumoplay.com. – Active link – 03.12.2018.

28. "MotionMagix" [Electronic resource] : – Access mode : http://www.motionmagix.com/. – Active link – 03.12.2018.

29. "MetaVerse" [Electronic resource] : – Access mode : https://gometa.io/ active link – 03.12.2018.

30. "Some examples of the more than 1300 soccer exercises in our database" [Electronic resource] : – Access mode : https://www.footballtraining4all.com/en-gb/exercises.aspx – Title from the screen. – Active link – 03.12.2018.

31. Jere Miles. (2016). "Unity 3D and PlayMaker Essentials: Game Development from Concept to Publishing" (Focal Press Game Design Workshops) *Paperback, Publisher: A K Peters /CRC Press*, 506 p.

32. "Meet and Code 2018 in Odessa at ONPU" [Electronic resource] : – Access mode : https:// youtu.be/IjdOTClEM1M – Title from the screen. – Active link – 03.12.2018.

33. "Meet and Code 2018 in Izmail at School No.10" [Electronic resource] : – Access mode : https:// youtu.be/1ha19XVm7KQ – Title from the screen. – Active link – 03.12.2018.

Отримано 10.12.2018

References

1. Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). "A conceptual framework for integrated STEM education", International Journal of STEM Education, 3: 11. DOI: https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z.

2. Michelle, H. (2013). "Land Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM", Procedia Computer Science, No. 3, pp. 547-552.

3. Lefever-Davis, S., & Pearman, C. J. (2015), Reading, *Writing and Relevancy: Integrating 3R's into STEM*, Open Communication Journal, No. 9(1), pp.61-64.

4. Krutiy, K. & Hrytsyshyna, T. (2016). "STREAM-education preschoolers: educate the culture of engineering thinking", Preschool education, No. 1, pp. 3–7 (in Ukrainian).

5. Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). "Does Gamification Work? – A Literature Review of Empirical Studies on gamification", In proceedings of the 47-th Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii, USA, January 6-9, 2014, pp. 3025-3034.

6. Blazhko, O., Luhova, T., Melnik S., & Ruvinska, V. (2017). "Communication Model of Open Government Data Gamification Based on Ukrainian Websites", 4-th Experiment@ International Conference (exp.at'17) June 6-th – 8-th, 2017, University of Algarve, Faro, Portugal, pp. 181-186.

7. Bouras, C., Igglesis, V., Kapoulas, V., Misedakis, I., Dziabenko, O., Koubek, A., Pivec, M., & Sfiri A. (2005). "Game-Based Learning Using Web Technologies", International Journal of Intelligent Games and Simulations, No. 3(2), pp. 70-87.

8. "Deeper learning competencies" [Electronic resource]. – Access mode: https://www.hewlett.org/wp content/uploads/2016/08/Deeper_Learning_Defined__ April_2013.pdf. – Active link – 03.12.2018

9. Blazhko, O., Gdowska, K., Gawel, B., Dziabenko, O., & Luhova, T. (2017). "Deeper learning approaches integrated in serious games", Project, Program, Portfolio Management. P3M. In The Proceedings of the International Research Conference, Vol. 2, pp. 18-21, December. – Available at : http://dspace.opu.ua/jspui/handle/123456789/6866.

10. Gee James, P. (2018). "What Video Games Have to Teach Us about Learning and Literacy". [Electronic resource]. – Access mode : http://newlearningonline.com/ literacies/chapter-2/gee-on-what-video-games-have-to-teach-us-about-learning-and-literacy. – Active link – 03.12.2018.

11. Gdowska, K., Gaweł, B., Dziabenko, O., & Blazhko, O. (2018). "Gamification in teaching humanities – „GameHub" project", V e-Technologie w działaniach edukacyjnych w projekcie GameHub V Konferencja e-Technologie w Kształceniu Inżynierów Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Kraków, Poland, 19-20 kwietnia 2018, pp. 27-32.

12. Adams, E. (2014). "Fundamentals of Game Design", New Riders, 560 p.

13. Sandhya Devi, Gogula, & Chanakya, Puranam. (2015). "Augmented Reality in Enhancing Qualitative Education, International" Journal of Computer Applications, Vol. 132, No.14, pp. 41-45.

14. Dormans, J. (2012). "Engineering emergence: applied theory for game design". PhD thesis 13. 288 p. – Available at : http://hdl.handle.net/11245/1.358623.

15. Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubec, R. (2004). "MDA: A formal approach to game design and gameresearch". In: Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI. Vol. 4.

16. Winn, B. (2009). "The Design, Play, and Experience Framework. Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education". Richard Ferdig (editor). Vol. 3, Chapter 58.

17. Luhova, T. A., & Blazhko O. A. (2018). Razrabotka obuchayushchikh videoigr na osnove aktivatsii neyavnykh znaniy [Development of educational video games based on the activation of implicit knowledge] Management of Development of Complex Systems, No. 35, pp. 105-112 (in Ukrainian)

18. Blazhko, O. A., Antonyuk, V. V., & Troyanovska, Y. L., (2018). Instrumental'nye osobennosti avtomaticheskogo programmirovaniya komp'yuternykh igr [Instrumental Features of Automata-Based Programming of Computer Games] Management of Development of Complex Systems, No. 35, pp. 83-92 (in Ukrainian).

19. Damien Djaouti, Julian Alvarez, Jean-Pierre Jessel, Gilles Methel & Pierre Molinier (2008). "A Gameplay Definition through Videogame Classification", International Journal of Computer Games Technology, 2008. http://dx.doi.org/10.1155/2008/470350.

20. David Weintrop & Uri Wilensky. (2017). "Comparing Block-Based and Text-Based Programming in High School Computer Science Classrooms". ACM Trans. Comput. Educ. 18, 1, Article 3 (October 2017), 25 p.

21. Louise P. Flannery, Brian Silverman, Elizabeth R. Kazakoff, Marina Umaschi Bers, Paula Bontá, & Mitchel Resnick (2013), "Designing ScratchJr: Support for early childhood learning through computer programming". In Proceedings of the 12-th International Conference on Interaction Design and Children. ACM, pp. 1-10.

22. Neil Fraser. (2015). "Ten things we've learned from Blockly". In Proceedings of the 2015 IEEE Blocks and BeyondWorkshop (Blocks and Beyond) pp. 49-50.

23. David Wolber, Hal Abelson, Ellen Spertus & Liz Looney. (2014). "App Inventor 2: Create Your Own Android Apps". 2-nd ed. Beijing: O'Reilly Media.

24. Jared, St. J. (2012). "Kinect Hacks Tips & Tools for Motion and Pattern Detection" *Publisher: O'Reilly Media,* 280 p.

25. Blazhko, O. A. & Ryashchenko, O. I. (2018). Osobennosti STREAM-obrazovaniya na osnove razrabotki komp'yuternykh igr s ispol'zovaniem datchika dvizheniya cheloveka MS Kinect [*Features of STREAM-Education Based on Computer Game Development by using Human Motion Sensor MS Kinect]* Procs. of III International scientific-practical Conference P3M-2018 Project, Program, Portfolio Management, 7-8 hrudnya, 2018, Odesa, Ukrayina, Odesa : Balan V. O., No. 2/1, pp. 11-14 (in Ukrainian).

26. Ryashchenko, O. I & Blazhko, O. A. (2018). Sposob realizatsii deystvitel'no dopolnennoy virtual'nosti trenirovki s myachom s ispol'zovaniem datchika dvizheniya kontrollera MS Kinect [Method of implementation of really augmented virtuality of training with the ball by using sensor motion controller MS Kinect] Procs. of the I International Scientific and Practical Conference "Imperatives of Civil Society Development in Ensuring National Competitiveness", Vol. 1, 13-14 hrudnya 2018 roku, Batumi, Hruziya, Batumi : *Publishing House "Kalmosani",* pp. 208-210 (in Ukrainian).

27. "Lumoplay" [Electronic resource] : – Access mode : https://www.lumoplay.com. – Active link – 03.12.2018.

28. "MotionMagix" [Electronic resource] : – Access mode : http://www.motionmagix.com/ – Active link – 03.12.2018.

29. "MetaVerse" [Electronic resource] : – Access mode : https://gometa.io/. – Active link – 03.12.2018.

30. "Some examples of the more than 1300 soccer exercises in our database" [Electronic resource]: – Access mode : https://www.footballtraining4all.com/en-gb/exercises.aspx – Title from the screen. – Active link – 03.12.2018.

31. Jere Miles. (2016). "Unity 3D and PlayMaker Essentials: Game Development from Concept" to Publishing (Focal Press Game Design Workshops) Paperback, *Publisher: A K Peters/CRC Press,* 506 p.

32. "Meet and Code 2018 in Odessa at ONPU" [Electronic resource] : – Access mode : https://youtu.be/IjdOTClEM1M – Title from the screen. – Active link – 03.12.2018.

33. "Meet and Code 2018 in Izmail at School No. 10" [Electronic resource] : – Access mode : https://youtu.be/1ha19XVm7KQ – Title from the screen. – Active link – 03.12.2018.

Tamara R, Gumennykova[2], Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Social Sciences, E-mail: gumennikova100@gmail.com , ORCID: 0000-0002-6223-7711
Tatiana A. Luhova[1], Candidate of Art Sciences, Associate Professor of the Documentation and Information Activities Department, E-mail: lug2308@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3573-9978
Oksana I. Riashchenko[3], Teacher of Informatics, E-mail: oksanaivanovna561@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9242-0752
Yuliia L. Troianovska[1], Senior Lecturer at Information System Department, E-mail: troyanovskaja@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6716-9391
[1]Odessa National Polytechnic University, Odessa, Ukraine
[2]Prydunai Branch of Private joint-stock company "Higher educational institution "Interregional Academy of Personnel Management"
[3]Secondary school No. 10, Izmail, Ukraine

INTEGRATION OF THE PROCESS OF COMPUTER GAME DEVELOPMENT WITH AUGMENTED REALITY IN STREAM-EDUCATION COMPONENTS

Abstract. *This article describes the links between STREAM-education components (Science, Technology, Reading/Writing, Engineering, Arts, Mathematics) and the stages of computer game development (StoryTelling/Scripts, GameDesign, 2D/3D-Computer graphics, Programming, Testing, and Game Level) on the example of using sensors of human movement control. In order to effectively integrate the computer game development process with the augmented reality into the component of STREAM-education, the method for creating a real-complemented virtual training exercises using an example of training with a ball on the basis of the MS Kinect motion sensor is proposed. As a result of the analysis of the virtual environment characteristics created by the sensor of the MS Kinect controller and taking into account the limits of the Scratch program, it is proposed to formalize the characteristics of the virtual environment. The results of the analysis of games offered by LumoPlay and MotionMagix software manufacturers in logic, sports, entertaining classes in various game genres and relaxation with special effects are given. Examples of experiments are shown during the organization of two Meet and Code 2018 master-classes for schoolchildren of virtual programming, complemented by the reality of football training, which has confirmed the interest of students in participating in many STREAM-related learning processes. The results of the work also identified the directions of further research and development; in the research process the estimation of the visualization error of virtual objects determined the need for the development of a special algorithm for automatic correction of the coordinates of the location of virtual sprite objects that are part of a single group of objects player's body; Many examples of commercial game systems are based on new templates that allow you to quickly change the graphic part of the game, so it is planned to create similar scratch templates for developing games.*

Keywords: *STREAM-education; computer game; augmented reality; human motion control sensors*

[2]**Гуменникова, Тамара Рудольфовна**, доктор педагогических наук, професор каф. общественно-научных дисциплин, E-mail: gumennikova100@gmail.com , ORCID: 0000-0002-6223-7711
[1]**Лугова, Татьяна Анатольевна**, кандидат искусствоведения, доцент каф. информационной деятельности и мелиа-коммуникаций, E-mail: lug2308@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3573-9978
[3]**Рященко, Оксана Ивановна**, учитель информатики, E-mail: oksanaivanovna561@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9242-0752
[1]**Трояновская, Юлия Людвиговна**, старший преподаватель каф. информационных систем, E-mail: troyanovskaja@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6716-9391
[1]Одесский национальный политехнический университет, Одесса, Украина
[2]Придунайский филиал ЧАО Высшее учебное заведение « Межрегиональная Академия управления персоналом», Измаил, Украина
[3]Общеобразовательная школа школа № 10, Измаил, Украина

ИНТЕГРАЦИЯ ПРОЦЕССА РАЗРАБОТКИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР С ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТЬЮ В КОМПОНЕНТЫ STREAM-ОБРАЗОВАНИЯ

Аннотация. *В работе описаны связи между компонентами STREAM-образования (Science, Technology, Reading / Writing, Engineering, Arts, Mathematics) и этапами разработки компьютерных игр (StoryTelling / Scripts, GameDesign, 2D / 3D-Computer graphics, Programming, Testing , Game Level) на примере использования сенсоров контроля движения человека. Для эффективной интеграции процесса разработки компьютерных игр с дополненной реальностью в компоненты STREAM-образования предложена методика создания реально дополненной виртуальности тренировочных упражнений на примере тренировок с мячом на основе сенсора движения MS Kinect. В результате анализа характеристик виртуальной*

среды, которое создается сенсором контроллеру MS Kinect и учитывает ограничения программы Scratch, предложено формализовать характеристики виртуальной среды. Приведены результаты анализа игр, которые предлагаются производителями программного обеспечения LumoPlay и MotionMagix в классах логических, спортивных, развлекательных в различных игровых жанрах и релаксирующих со специальными эффектами. Показаны примеры экспериментов при организации двух мастер-классов Meet and Code 2018 для школьников по программированию виртуально дополненной реальности футбольных тренировок, по результатам которых подтверждена заинтересованность школьников в участии во многих учебных процессах, связанных с STREAM-направлениям. Результаты работы также определили направления дальнейших исследований и разработок: в процессе исследований оценка погрешности визуализации виртуальных объектов определила необходимость разработки специального алгоритма автоматической коррекции координат местоположения виртуальных объектов-спрайтов, которые являются частью единой группы объектов тела игрока; много примеров игр коммерческих систем созданы на основе шаблонов, которые позволяют быстро изменять графическую часть игры, поэтому в дальнейшем планируется создать подобные Scratch-шаблоны для развивающих игр.

Ключевые слова: *STREAM-образование; компьютерная игра; дополненная реальность; сенсоры контроля движения человека*