

**ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМИ З AR ДЛЯ РОЗМІЩЕННЯ ОБ'ЄКТІВ НА МАПІ**

**В. В. Осадчий, В. С. Круглик, Є. Г. Прокоф'єв, І. М. Сердюк, В. В. Кошельников**  
Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького  
вул. Гетьманська, 20, м. Мелітополь, Запорізька область, 72300, Україна.  
E-mail: serdiuk\_iryana@mdpu.org.ua

Проаналізовано та відображено теоретичне обґрунтування потреби та розробка програмного засобу з використанням технології доповненої реальності для розміщення об'єктів на мапах. Проведено аналіз сучасного стану досліджень у сфері розробки та використання технологій доповненої реальності у сучасному світі. Визначено основні потреби програмного та технічного забезпечення для якісної роботи програмного засобу. Відображено процес та використані програмні ресурси, що використовувались при розробці 3D-моделі програмного засобу, розкрито етапи та основні блоки розробки, використані програмні засоби, платформи та фреймворки. Авторами було проведено аналіз інструментів розробки програмних засобів з використанням технології доповненої реальності та аргументовано доцільність використання набору інструментів Vuforia, програмної бібліотеки ARKit та фреймворку Unity 3D для вирішення поставленого завдання. Результати розробки є основою для майбутніх доробок та покращення точності відображення даних доповненої реальності на фізичних мапах і може бути використаний як шаблон майбутніх розробок програмних засобів з використанням технологій доповненої реальності.

**Ключові слова:** програмний засіб, доповнена реальність, 3D-графіка, онлайн-додатки, технології.

**ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММЫ С AR ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НА КАРТЕ**

**В. В. Осадчий, В. С. Круглик, Е. Г. Прокофьев, И. Н. Сердюк, В. В. Кошельников**  
Мелитопольский государственный педагогический университет имени Богдана Хмельницкого  
ул. Гетманская, 20, г. Мелитополь, Запорожская область, 72300, Украина.  
E-mail: serdiuk\_iryana@mdpu.org.ua

Проанализировано и отражено теоретическое обоснование необходимости и разработка программного средства с использованием технологии дополненной реальности для размещения объектов на картах. Проведен анализ современного состояния исследований в области разработки и использования технологий дополненной реальности в современном мире. Определены основные потребности программного и технического обеспечения для качественной работы программного средства. Отражен процесс и использованные программные ресурсы, которые использовались при разработке 3D-модели программного средства, раскрыты этапы и основные блоки разработки, использованные программные инструменты, платформы и фреймворки. Авторами был проведен анализ инструментов разработки программных средств с использованием технологии дополненной реальности и аргументирована целесообразность использования набора инструментов Vuforia, программной библиотеки ARKit и фреймворка Unity 3D для решения поставленной задачи. Результат разработки является основой для будущих доработок и улучшения точности отображения данных дополненной реальности на физических картах и может быть использован как шаблон будущих разработок программных средств с использованием технологий дополненной реальности.

**Ключевые слова:** программное средство, дополненная реальность, 3D-графика, онлайн-приложения, технологии.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** На даний момент одним з найбільш перспективних напрямків розвитку освітніх та розважальних технологій є застосування доповненої реальності. Більшу частину інформації людина отримує завдяки зору. Звідси береться зацікавленість у розвитку технологій комп'ютерного зору та доповненої реальності. Інтерес до даної технології зумовлений через можливість привести користувачів до більшої заглибленості у процес, через використання програмних технологій з AR (англ. *Augmented Reality*).

Доповнена реальність (далі AR) - це середовище з доповненням фізичного світу цифровими даними, які сприймаються як елементи реального життя. При створенні доповненої реальності в простір поміщаються об'єкти за допомогою спеціального програмного забезпечення [1].

Використання доповненої реальності дає можливість отримувати практичний досвід у навчанні абсолютно безпечно, наприклад, досліджувати медичні операції або працювати з струмопровідними еле-

ментами. Відображати 3D-об'єкти, представлені в навчальній літературі, підвищивши таким чином їх наочність і розуміння, а також забезпечити більшу зацікавленість майбутніх фахівців в процесі навчання.

У наш час великі компанії підтримують цей напрям та виводять на огляд нові пристрої та додатки. На конференції ІО-2018 була представлена бета-версія нової навігації з доповненою реальністю в Google Maps та доповнення нових платформ ARCore і ARKit.

До вивчення проблематики аналізу використання технологій доповненої реальності у практичних заняттях у різні часи долучались провідні вчені світу, серед них Горбунов А. Л., Нечаєв С. С. [2], Авдошин А. С., Забержинський Б. Э., Головін К. Ю. [3], Нікітін І. А., Москалев А. В. [4]. Особливості розробки програмних засобів з використанням AR у своїх роботах аналізували Кулішова Н. Є., Сміян Є. В. [5], Гришкун А. В. [1], Лавіна Т. А., Роберт І. В. [6].

Мета роботи - розробка програмного засобу для розміщення об'єктів на мапі на основі застосування технологій доповненої реальності.

Завдання роботи:

1. Проаналізувати спеціальну літературу та мережні джерела з метою з'ясування основних понять дослідження.

2. Визначити інструментарій для розробки програмного засобу.

3. Розробити програмний засіб з AR для розміщення об'єктів на мапі.

#### МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Протягом всієї історії розвитку технології доповненої реальності, було винайдено безліч різноманітних, іноді дивних пристроїв для взаємодії доповненої інформації з людьми. AR може взаємодіяти з користувачем різними способами, до найпоширеніших можна віднести: управління 3D-графікою за допомогою жестів рук, голосовими командами, та натисканням на екран якогось пристрою на зразок телефона або планшета. Пристрої взаємодії з AR поділяють на: AR-окуляри, відеостінки, стенди, додатки.

AR-окуляри – це пристрої, надівши які, ви зможете працювати з 3D об'єктами, що відображатимуться поверх реальних, видимих крізь прозорі лінзи окулярів, або невеличкому екрані на них. У більшості випадків управління проходить за допомогою жестів рук та голосових команд [7].

AR-відеостіни – це інтерактивні пристрої, які дозволяють глядачам спостерігати та іноді взаємодіяти за візуальним доповненням реального світу і впровадженням інших віртуальних об'єктів у даний простір на великому відео-екрані [8].

AR інтерактивний стенд – стійка с сенсорним монітором, що показує через камеру зображення реального об'єкту, на який спрямована камера, з віртуальним доповненням у вигляді інформаційного інтерфейсу, 3D графіки та анімації. Поруч з об'єктом встановлюється сенсорний дисплей, на який транслюється зображення з камер [6].

AR додатки – це спеціальні програми, які призначені для використання на мобільних телефонах, планшетах або подібних пристроях. Вони дозволяють створювати накладення будь-яких цифрових даних на спеціальний маркер, об'єкт або на якійсь поверхні зображення з вбудованої камери пристрою в реальному часі [5].

За оцінками аналітиків, AR-ринок перевершить VR і стане однією з основних технологій через три - п'ять років, але більшість експертів вказують на збільшення цього терміну, беручи до уваги, як повільно розвивається AR, і які пристрої представлені на ринку [3]. Швидше за все, стабільна AR-платформа з'явиться через п'ять і більше років, якщо не стане стрімкого «скачка».

Під час створення додатку з доповненою реальністю розробники можуть значно спростити написання додатку за допомогою спеціальних AR-бібліотек. Перед початком розробки необхідно обрати фреймворк, в залежності від вимог програми її створення може відбуватися за різними методами. За поставленою метою програмний засіб можна

створити використовуючи: ARToolkit, Wikitude, Vuforia, OpenCV, ARCore, EasyAR та інші засоби. Кожна з цих бібліотек мають свої характеристики, що надають певні переваги та недоліки. В ході роботи над програмою, ми отримали можливість перевірити на практиці декілька AR-фреймворків, популярних серед мобільних розробників.

Розглянувши більшість програмних засобів та бібліотек для створення додатку з доповненою реальністю, було вирішено робити додаток на платформу Android засобами бібліотек Vuforia. Порівнявши існуючі бібліотеки та їх можливості, досягти найкращих результатів можна було використовуючи ARCore або ARKit, але більшість мобільних пристроїв не підтримуються цими бібліотеками. ARKit працює лише у сучасних моделях айфонів, ARCore також підтримує пристрої Android, в яких присутні всі необхідні датчики.

Vuforia – це один з найбільш популярних наборів інструментів для створення додатків з доповненою реальністю на різних платформах, яка розпізнає 2D зображення, а також різні типи візуальних об'єктів, розпізнавання тексту і оточення, VuMark (поєднання зображення і QR-кодом). Використовуючи Vuforia Object Scanner, ви можете сканувати і створювати невеликі об'єкти з розмірами іграшок [6].

Плагін Unity простий в інтеграції і дуже потужний. Всі плагіни і функціональні можливості платформи безкоштовні, але включають водяні знаки Vuforia. Одним з його найбільших плюсів є служба хмарного розпізнавання, яка дозволяє вам використовувати локальні або хмарні бази даних для обробки розпізнавання образів. Даний фреймворк активно розвивається та підтримує такі функції як: Vuforia Ground Plane – функція движка Unity, яка дозволяє розміщувати розширений контент на землі або інших поверхнях; Vuforia Fusion - функція, призначена для вирішення фрагментації і включення камер, датчиків, а також зовнішніх фреймворків; розпізнавання декількох таргетів одночасно; сканування реальних об'єктів для подальшого розпізнавання; створення віртуальних кнопок; відображення додаткових об'єктів через OpenGL.

ARKit – це програмна бібліотека для створення додатків з доповненою реальністю для iPhone і iPad. Вона працює на процесорах Apple A9 і старших версіях. У SDK від Apple використовуються апаратні засоби iPhone і iPad, датчики руху, камера для включення додатків доповненої реальності. Таким чином, підтримуються моделі iPhone 6/6 Plus, 7/7 Plus, 8/8 Plus, X і iPad Pro [4].

ARKit використовує візуальну інерційну одометрію (VIO, агл. Visual Inertial Odometry), щоб точно відстежувати навколишній світ. VIO передає дані датчика камери з даними Core Motion. ARKit може визначати горизонтальні площини, такі як підлога, а також відстежувати і розміщувати об'єкти на більш дрібних об'єктах. ARKit підтримує двомірне виявлення зображення і 2D-відстеження зображень. SDK дозволяє розробляти додатки, які будуть розпізнавати прогаліни і 3D-об'єкти, а також розміщувати віртуальні об'єкти на поверхнях.

Однією з основних проблем при розробці додатків з AR є проблема відстеження точки зору користувачів. Для вирішення цієї проблеми ARKit використовує алгоритми комп'ютерного зору. Бібліотеки стеження ARKit обчислюють реальну позицію і орієнтацію камери щодо фізичних маркерів в реальному часі. Це дозволяє легко розробляти широкий спектр додатків доповненої реальності. Деякі з характеристик ARKit включають: проста структура для створення додатків; накладення 3D-віртуальних об'єктів на реальні маркери; проста графічна бібліотека (на основі GLUT); швидкий рендеринг на основі OpenGL; підтримка 3D-VRML; підтримка інших мов (JAVA, Matlab); повний набір зразків і утиліт; OpenSource з ліцензією GPL для некомерційного використання [9].

Google випускає ARCore, щоб використовувати інструменти AR для розробників Android. ARCore ґрунтується на технології Tango, але робить AR широко доступним на всіх телефонах Android без необхідності додавати додаткове обладнання. SDK працює з Unity, Unreal та Java / OpenGL.

ARCore – це базовий рівень, який забезпечує аналогічні можливості, такі як ARKit, але він працює в екосистемі Android. ARCore надає розробникам можливість відстежувати рух і оцінку світла в AR додатках. За допомогою цього ви можете створювати абсолютно нові можливості AR або покращувати існуючі програми з функціями AR. По суті, ARCore заснований на двох елементах: відстеження позиції в реальному часі і інтеграції віртуальних і реальних об'єктів. Це дозволяє розробникам розміщувати об'єкти, тексти з фізичним оточенням, а користувачі можуть виявити його за допомогою телефонів з операційними системами Android або iOS [10].

Визначившись з бібліотекою, було розглянуто фреймворки, які дозволяють створювати додатки для вибраної операційної системи Android. До основних фреймворків можна віднести: Unity3D, Unreal Engine, Android Studio, Xamarin. На основі огляду переваг та недоліків перерахованих фреймворків, був обраний Unity3D, так як він включає великий набір функцій і можливостей для роботи з доповненою реальністю, а саме має внутрішню підтримку Vuforia, ARCore та ARKit, що надає можливість працювати з різними бібліотеками доповненої реальності. Також даний двигун може з легкістю компілювати програми під операційну систему Android та iOS.

Unity3D – це переважно ігровий інструмент для розробки двомірних і тривимірних відеоігор, а також він підходить для створення різних додатків [3].

Unity дає користувачам можливість створювати ігри як в 2D, так і в 3D, а двигун пропонує основну скриптову API на C #, як для редактора Unity у вигляді плагінів, так і для самих ігор, а також для функції перетягування. До того, як C # був основною мовою програмування, використовуваною для движка, він раніше підтримував Boo, який був вилучений у випуску Unity 5, і версію JavaScript під назвою UnityScript, яка була застаріла в серпні 2017 року після випуску Unity 2017.1 в користь C # [5].

Двигун підтримує такі графічні API: Direct3D для Windows і Xbox One; OpenGL для Linux, MacOS і Windows; OpenGL ES на Android і iOS; WebGL в Інтернеті; і пропріетарні API-інтерфейси на консолях відеоігор. Крім того, Unity підтримує низькорівневі API Metal на iOS і macOS і Vulkan на Android, Linux і Windows, а також Direct3D-12 на Windows і Xbox One.

У 2D-іграх Unity дозволяє імпортувати спрайт і просунутий 2D-рендеринг. Для 3D - ігор, Unity дозволяє специфікацію стиснення текстур, налаштування дозволу для кожної платформи, яка підтримує ігровий движок, і забезпечує підтримку для відображення рельєфу, паралакс відображення, екранного простору навколишнього оклюзії (SSAO), динамічних тіней з використанням тінювих карт, рендеринга, текстур і повноекранних ефектів подальшої обробки.

З 2016 Unity також пропонує хмарні сервіси для розробників: в даний час: Unity Ads, Unity Analytics, Unity Certification, Unity Cloud Build, Unity Everyplay, Unity IAP, Unity Multiplayer, Unity Performance Reporting, Unity Collaborate і Unity Hub.

Unity підтримує створення призначених для користувача вершин, фрагментів (або пікселів), обчислювальних шейдерів і власних поверхневих шейдерів Unity з використанням Cg, модифікованої версії мови високорівневого затінення Microsoft, розробленого Nvidia.

Підводячи підсумки відносно даної платформи, можна виділити її основні особливості: підтримка DirectX і OpenGL; підтримка ігрових консолей; створення інтернет-додатків за допомогою Unity Web Player; інтерфейс з підтримкою Drag & Drop; підтримка ОС Android і iOS; підтримка віртуальної і доповненої реальності [5].

Переглянувши більшість особливостей платформи Unity, можна відзначити про наявність значної переваги перед іншими платформами. Ці можливості платформи, роблять Unity одним з найкращих двигунів для розробки AR-додатків.

Прототип додатку розроблявся для мобільних приладів під управлінням операційної системи Android, але завдяки Unity його можна скопіювати і для інших приладів, і його можна буде використовувати і на iOS пристроях. Для розробки також використовувався фреймворк Vuforia SDK і ігровий движок Unity версії 5.3.5p1. Для функціонування даного додатку необхідний прилад на платформі Android версії 4.0 або вище. Також для нормального функціонування потрібні наступні модулі:

Камера – компонент камери гарантує, що кожен кадр фіксується та передається до обробки. Розробник лише ініціює камеру, щоб почати та зупинити у потрібний момент її запис [7].

Конвертор зображення – це компонент, який перетворює отримані кадри з камери в формат який підходить для рендеринга і відстеження у OpenGL. Це перетворення також змінює розмір зображення до необхідного у обробці кожного кадру [11].

Трекер – містить алгоритми комп'ютерного зору, які необхідні для виявлення і відстеження об'єктів реального світу у рамках отриманих даних з камери.

На основі отриманих даних, кожен кадр обробляється різноманітними алгоритмами, які виявляють нові цілі або маркери. Результати зберігаються в стані об'єкту, який використовує фонову візуалізацію і можуть бути доступні в коді програми [11].

Код додатку – це частина в якій повинні бути ініційовані всі перераховані вище компоненти і виконані усі необхідні умови для роботи програми. Для кожного обробленого кадру об'єкт оновлюється і викликається метод відтворення. Кожного кадру необхідно визначати об'єкти для нововиявлених цілей, маркерів або оновлених станів цих елементів; оновлювати логіку додатку з новими вхідними даними та додавати шар з доповненою реальністю у відведеному місці [9].

Перед початком розробки було визначено тип програми, а саме використання маркерів доповненої реальності. Існує три основних напрямки:

1. Програма з використанням зазначених маркерів;
2. Програма без використання зазначених маркерів;
3. Використання технології Ground Plane або подібних технік.

Для створення маркерів доповненої реальності компанія Vuforia надає спеціальний засіб під назвою Target Manager. Він обробляє отримане зображення та показує доцільність його використання. Обробка зображення проводиться за принципом виділення спеціальних точок на зображенні та у створенні файлів, в яких зберігаються дані про знаходження всіх точок та відстані між ними (рис. 1.). Для виявлення більшої кількості точок зображення переводиться у спеціальний вигляд, в якому знаходяться лише сірі відтінки.

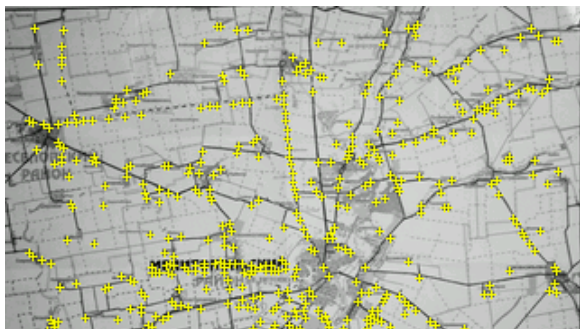


Рисунок 1 – Створення маркеру доповненої реальності

У відповідності з кількістю знайдених точок Target Manager у автоматичному режимі оцінює придатність використання зображення у якості маркера. Оцінка визначається у спектрі від «0» до «5». Зображення, що отримало оцінку «0» недоцільно використовувати, бо вірогідність, що камера пристрою його знайде дуже мала, та навпаки зображення з оцінкою «4» або «5», майже завжди буде знайдено і не буде втрачатися.

В цьому методі присутні спеціальні об'єкти, які можна використовувати під час розробки. Одним з таких об'єктів є Virtual Button. Це об'єкт, що за допомогою областей на маркері може виконувати пев-

ні функції. У найчастіших випадках вони використовуються, як віртуальні (прозорі) кнопки, при натисканні (перекритті) на які відбувається якась дія. Цю кнопку можна розмістити на будь-якій ділянці маркеру та зробити її будь-якого розміру. Найкращий спосіб їх розміщення біля великого скупчення точок, які були визначені у Target Manager. Дія відбувається коли визначена частина маркеру пропадає з обзору камери пристрою, але інші точки не пропаля. Завдяки можливостям Virtual Button, можна переналаштувати кнопку, що дозволить реалізувати обробку жестів.

Після визначення типу додатку, було проведено встановлення програмного забезпечення необхідного для розробки. У нашому випадку це Unity версії 5.3.5p1.

Наступний крок – це завантаження пакету бібліотек від Vuforia на сторінці «Downloads», у пункті SDK. Завантаживши пак бібліотек перейшли до створення нового додатку у Unity. Запускаємо Unity, та створюємо новий проект у вкладці «Projects».

В залежності від типу обраної програми, нам знадобилась база Vuforia для створення маркеру. В інших випадках коли ви використовуєте безмаркерну технологію на зразок Ground plane, сайт Vuforia вам більше не знадобиться, крім випадків для огляду прикладів, та особливостей даної бібліотеки. Знайшовши необхідні зображення, що підходять за якістю, потрібно було завантажити базу даних до проекту.

Надалі у програмі додавався функціонал згідно з поставленими цілями у технічному завданні. Відповідно до скетчу було створено головне вікно додатку (рис. 2).

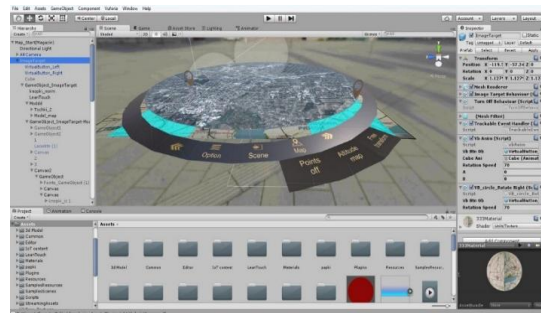


Рисунок 2 – Головне вікно додатку у процесі розробки

В підсумку було створено, декілька 3D-моделей з історичними пам'ятками, будівлями, за іншими закладами міста Мелітополь засобами програм 3DS MAX та Maya. Була зроблена часткова анімація моделей, та кнопок засобами Maya, вікна анімації в Unity та частково за допомогою #C-скриптів.

У кінцевій версії програми, у користувачів є можливість візуального сприйняття мапи міста з доповненою інформацією (навівши камеру на маркер). Серед доповненої інформації є «карта висот», що демонструє реальну ситуацію рельєфу міста згідно даних з Google супутника; також є можливість знайти та відобразити за категоріями необхідні будівлі, заклади, чи історичні пам'ятники; останній пункт у даному розділі дозволяє вільно маніпулювати ма-

пою висот, що даю можливість збільшити необхідну частину мапи та розглянути її більш детально.

У програмі представлена можливість розглянути деякі об'єкти більш детально натиснувши на них, коли вони відображаються у вигляді маркеру на мапі. Це перенесе користувача на нове вікно, де буде відображатись більш докладна інформація про об'єкт. Наприклад натиснувши на мапі на маркер магазину користувач може побачити перелік товарів даного магазину та покрутити їх у вигляді 3D-моделей, та перейти на офіційний сайт для покупки того чи іншого товару. У випадку з історичними пам'ятками, можна відображати 3D-модель самого пам'ятника, та доповнювати її фотографіями, відео та більш докладною історичною інформацією. В інших випадках під кожний об'єкт потрібно розробляти окремі функціонал, наприклад для кінотеатру була додана можливість ознайомлення з трейлерами фільмів, для їх перегляду та замовлення білетів на сеанс.

**ВИСНОВКИ.** Проведений огляд і аналіз методів побудови системи дозволив визначити відповідний шлях створення додатка, а також вибрати середовище розробки і допоміжне програмне забезпечення. Обравши методи розробки було зроблено висновок, що оптимальною мовою для розробки додатку з AR є C#, тому що вона проста у розробці та подальшому використанні програмного засобу, об'єктно-орієнтована та задовольняє усім вимогам технічного завдання. Метою роботи була розробка програми для реалізації розміщення об'єктів на мапі на основі застосування технологій доповненої реальності, за досягнення мети були поставлені і виконані основні завдання роботи. Нажаль, неможливо охопити в рамках однієї роботи всю технологічну різноманітність та особливості програм і пристроїв AR. Тільки майбутні розробки можуть показати, яке рішення стане успішним та масовим у використанні. За оцінками аналітиків, AR-ринок перевершить VR і стане однією з основних технологій через три роки. В це віриться з великими труднощами, особливо, якщо врахувати, як повільно розвивається AR, і які пристрої представлені на ринку і в розробці. Швидше за все стабільна AR-платформа з'явиться через п'ять або більше років.

В ході виконання роботи було розглянуто технологію доповненої реальності, її основні властивості і особливості. Для розробки програмного засобу були використані: бібліотека Vuforia і ігровий движок Unity. 3D-моделі та їх анімація створювалися в програмах 3DS MAX, Maya. Працездатність додатка була перевірена на пристрої з ОС android. Результатом роботи став додаток доповненої реальності «MelitopolAR», що застосовується з мапою, яка слу-

гує маркером для 3D-моделей, програма задовольняє всім початковим вимогам. За результатами тестування, виявлені деякі недоліки і перспективи розвитку цього додатка і самої методики, які можуть бути вирішені в подальшому.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Гришкун А. В. Терминологические особенности изучения технологии дополненной реальности при обучении информатике. *Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования»*. М. 2016. № 4 (38). С. 93–100.
2. Горбунов А. Л., Нечаев Е. Е. Дополненная реальность в авиации. *Прикладная информатика*, 2012. № 4 (40). С. 105–123.
3. Авдошин А. С., Забержинский Б. Э., Головин К. Ю. Анализ возможностей и перспектив использования дополненной реальности в теории и на практике. *Актуальные проблемы науки, экономики и образования XXI века* : матер. II Международной научно-практ. конф., г. Самара, 5 марта – 26 сент. 2012 г. Самара : Самарский ин-т (фил.) РГТЭУ, 2012.
4. Никитин И. А., Москалев А. В. Дополненная реальность в контексте медиакультуры. *Социальные коммуникации: профессиональные и повседневные практики* : сб. статей / под ред. В. В. Козловского, А. М. Хохловой. СПб.: Интерсоцис, Скифия-Принт, 2011. № 4. С. 122–125
5. Кулишова Н. Е., Смиян Е. В. Дополненная реальность: анализ параметров, влияющих на объем 3D-моделей. *Бионика интеллекта*. Харьков, 2016. №1 (86). С.81–84
6. Лавина Т. А., Роберт И. В. Толковый словарь терминов понятийного аппарата информатизации образования. М., 2006. 180 с.
7. Шапиро Л., Стокман Дж. Компьютерное зрение : пер. с англ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. 752 с.
8. Squire K., Klopfer E. Augmented Reality Simulations on Handheld Computers. *Journal of the Learning Sciences*, 2007. V. 16, no. 3, pp. 371–413.
9. Розробка системи розширеної реальності для моделювання тривимірних сцен URL: <http://uran.donntu.org/~masters/2012/iii/akchurin/diss/indexu.htm> (дата звернення: 10.01.2019).
10. Augmented Reality SDK in 2018: Which are the best for Development URL: <http://www.arverie.com/blogs/best-augmented-reality-sdk-in-2018> (дата звернення: 21.01.2019).
11. Керлоу, А. В. Искусство 3D-анимации и спецэффектов. М: Вершина, 2004. 480 с.

#### FEATURES OF DEVELOPMENT OF SOFTWARE WITH AR FOR OBJECTS PLACEMENT ON THE MAP

V. Osadchy, V. Kruglik, E. Prokofiev, I. Serdyuk, V. Koshelnikov

Melitopol State Pedagogical University named after Bogdan Khmelnytsky

vul. Get'manskaya, 20, Melitopol', Zaporozhskaya oblast', 72300, Ukraine. E-mail: serdiuk\_iryana@mdpu.org.ua

**Purpose.** The article aims to develop a software tool for placing objects on the map based on the application of augmented reality technologies in order to create a tourist destination software tool for improving the tourist industry in Melitopol. **Methodology.** At the initial stage of work, the features of development and existing software tools for the

development of software using the technology of the augmented reality have been explored. At the development stage, using the tool kit Vuforia, the ARKit software library and the Unity 3D frameworks, a structure and model of the tool for mocking the objects on the map of the city of Melitopol was developed. At the last stage of the work, the database of the software was filled with a set of places markers in the city of Melitopol. **Results.** The conducted review and analysis of information systems using the added reality allowed to determine the main direction, the development of this sphere and the key methods of application, as well as formulate requirements for a new software tool. Review and analysis of the construction methods of such a system allowed to determine the appropriate way to create the application, as well as select the development environment and auxiliary SO. During the work was considered technology added to the reality, its main properties and features. Were also suggested ways of its application in various spheres of human activity. Vuforia library and Unity game engine were used to develop the software. 3D models and their animation were created in 3DS MAX, Maya. The performance of the application has been tested on a device with an android OS. The result of the work was the addition of the addition of the reality of "MelitopolAR", which is used with the map that serves as a marker for 3D models, the program meets all the initial requirements. According to the results of testing, some shortcomings and prospects of the development of this application and the methodology that can be solved in the future are revealed. **Originality.** Scientific novelty consists in the analysis of existing technologies of AR creation, description of the design process, development stages and functional features of the developed software tool, the purpose of which will be to facilitate the process of obtaining information by means of complemented reality. **Practical value.** Development and display of stages of development of the software, the purpose of which will be the implementation of the placement of objects on the map based on the application of technologies of additional reality in the city of Melitopol. References 11, figure 2.

**Key words:** software tool, complemented reality, 3D graphics, online applications, technology.

#### REFERENCES

1. Grishkun, A. V. (2016), "Terminological features of the study of augmented reality technology in teaching computer science", *Transactions of Moscow City Pedagogical University*, Vol. 4(38), pp. 93-100.
2. Gorbunov, A. L., Nechaev, E. E. (2012), "Augmented Reality in Aviation", *Applied Informatics*, Vol. 4 (40), pp. 105-123.
3. Avdoshin, A. S., Zaberzhinsky, B. E., Golovin, K. Yu. (2012), "Analysis of the possibilities and prospects for the use of augmented reality in theory and in practice", *Actual problems of science, economics and education of the XXI century: mater. II International Scientific and Practical Conference* (March 5 - September 26, 2012).
4. Nikitin, I. A., Moskalev, A. V. (2011), "Augmented reality in the context of media culture", *Social communications: professional and everyday practices*, Vol. 4, pp. 122-125.
5. Kulishova, N. Ye., Smiyan, Ye. V. (2016), "Augmented reality: analysis of parameters affecting the volume of 3D-models", *Bionics intelligence*, Vol. 1(86), pp.81-84.
6. Lavina, T. A., Robert, I. V. (2006), *Explanatory dictionary of terms of the conceptual apparatus of education informatization* [Tolkovyvy slovar' terminov ponyatiynogo apparata informatizatsii obrazovaniya], IIO RAO, Moscow, Russia.
7. Shapiro, L., Stockman, J. (2006), *Computer vision* [Komp'yuternoye zreniye]: translate from english, BINOM. Laboratoriya znaniy, Moscow, Russia.
8. Squire, K., Klopfer, E. (2007), "Augmented Reality Simulations on Handheld Computers", *Journal of the Learning Sciences*, Vol. 3(16), pp. 371-413.
9. "Development of the system of expanded reality for the simulation of three-dimensional scenes" [Rozrobka systemy rozshyrenoyi real'nosti dlya modelyuvannya tryvymirnykh stsen], available at: <http://uran.donntu.org/~masters/2012/iii/akchurin/diss/indexu.htm>.
10. Augmented Reality SDK in 2018: Which are the best for Development. available at: <http://www.arreverie.com/blogs/best-augmented-reality-sdk-in-2018>.
11. Kerlou, A. V. (2004), *The art of 3D animation and special effects* [Iskusstvo 3D-animatsii i spets'effektov], Verchina, Moscow, Russia.

Стаття надійшла 06.03.2019.