

ВНЗ «УКРАЇНСЬКИЙ КАТОЛИЦЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

Факультет суспільних наук

Кафедра медіакомунікацій

Пояснювальна записка

до магістерського проекту

освітньо-кваліфікаційний рівень – магістр

на тему:

«VR як інструмент створення навчального контенту (авторський проект)»

Виконала:

студентка 6 курсу, групи СМЕ-17/М

напряму підготовки:

06 Журналістика

061 Журналістика (Освітня програма

з медіакомунікацій)

Андрусь Е. В.

Керівник – канд. пед. наук,

доц. Баловсяк Н. В.

Львів – 2019

ЗМІСТ

ВСТУП	3
<i>РОЗДІЛ 1. Використання технологій віртуальної реальності в навчальній сфері</i>	
1.1. Основні поняття та особливості технології віртуальної реальності	6
1.2. Сфери застосування VR та VR в освіті	10
1.3. Аналіз навчальних додатків віртуальної реальності	13
<i>РОЗДІЛ 2. Створення навчального додатку «VR-енциклопедія Арктичної Норвегії»</i>	
2.1. Структура та зміст енциклопедії	17
2.2. Інструменти для реалізації додатку	21
2.3. Поетапний опис створення додатку	25
ВИСНОВКИ	29
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	32
ДОДАТКИ	36

ВСТУП

Термін «віртуальна реальність» вперше з'явився зовсім недавно, в 1984 році, однак ця технологія вже встигла стати одним із феноменів сучасного світу.

За даними британської аналітичної компанії IHS Markit, дохід ринку контенту для пристроїв віртуальної та доповненої реальності виріс за 2017 рік на 72 %. Кількість же користувачів, згідно з прогнозами, до 2021 року виросте з теперішніх 28 до 75,7 мільйонів. За даними іншої компанії Sensor Tower, що займається мобільною аналітикою, у 2017 році кількість завантажень додатків віртуальної реальності становила 226 мільйонів, що означало приріст на 276 %, порівняно з 2016 роком [11; 21].

Ці дані показують, наскільки популярними зараз є додатки віртуальної реальності. На сьогодні віртуальна реальність найбільше застосовується в сфері ігор. У навчальних цілях ця технологія поки розвивається не так стрімко.

Серед додатків, котрі застосовуються у сфері освіти, найбільш поширеними є вузькоспеціалізовані. Наприклад, додатки для навчання медиків The Body VR та 3D Organon VR Anatomy [32; 9]. Формат же енциклопедії, в якому ми плануємо створити додаток, є майже не освоєним. На сьогодні існує всього дві VR-енциклопедії: Explain VR – віртуальна енциклопедія, що об'єднує в собі різні галузі науки, а також Altaïr VR, що має на меті стати універсальною VR-енциклопедією [15; 10].

Також існують додатки, що дають змогу побачити за допомогою технологій віртуальної реальності різні місця нашої планети. Наприклад, Google Expeditions, Discovery VR та BBC Earth [17; 14; 12]. Однак додатку-енциклопедії, що спеціалізувався би лише на одному регіоні світу, поки що не існує. Все це зумовлює *актуальність* нашої роботи.

Метою роботи є створення навчального додатку «VR-енциклопедія Арктичної Норвегії». Для цього нам необхідно виконати такі *завдання*:

- визначити основні терміни віртуальної реальності;
- визначити сфери застосування VR;
- проаналізувати застосування віртуальної реальності в освіті;
- проаналізувати навчальні VR-додатки;
- створити сценарій VR-енциклопедії;
- створити аудіоконтент;
- розробити додаток.

Об'єктом роботи є медіаосвіта, **предметом** – створення навчального додатку за допомогою технологій віртуальної реальності.

До нашої **джерельної бази** увійшли основні праці з віртуальної реальності, такі як: «Сумма технологии» Станіслава Лема, «The ultimate display» Айвена Сазерленда, «Artificial Reality» Майрона Крюгера та «Neuromancer» Уільяма Гібсона. Також ми послуговувалися працями із застосування віртуальної реальності в освіті: «Technology in Education: Looking Toward 2020» Раймонда Нікерсона та Філіпа Зодхіатеса, «VR learning: Potential and Challenges for the Use of 3D Environments in Education and Training» Фабріції Мантовані, «Використання технології віртуальної реальності в освіті» Кухтюка В.О. та «Концепції дослідження теорії віртуальної реальності у педагогічній науці» Павлюк Р.О. Нами було також проаналізовано статті про віртуальну реальність в освіті з таких наукових журналів як: «Educational Technology», «Australian Journal of Educational Technology» та «The International Journal of Virtual Reality».

Під час роботи над магістерським проектом ми послуговувалися такими **методами**:

- спостереження та аналізу – для роботи з попередніми дослідженнями;
- кейс-аналізу – для аналізу подібних додатків;
- моделювання та програмування – для розробки додатку.

Наукова новизна нашої роботи полягає в тому, що вперше буде розроблено VR-енциклопедію окремого регіону та пояснено її поетапне створення. Додаток, який ми плануємо розробити, буде містити у собі відео у форматі 360°, графічні елементи, аудіо та закадровий голос. Все це разом дасть користувачам змогу дізнатися про історію регіону Арктичної Норвегії, особливості географії та традиції корінного населення. Цей додаток також зможе стати першим кроком до створення серії VR-енциклопедій про різні частини світу.

Наша робота складається з двох розділів. У *першому розділі* «Використання технологій віртуальної реальності в навчальній сфері» ми описуємо основні поняття та особливості технологій віртуальної реальності, сфери їхнього застосування та значення VR в освіті. Також в цьому розділі ми аналізуємо навчальні додатки віртуальної реальності.

У *другому розділі* «Створення навчального додатку «VR -енциклопедія Арктичної Норвегії» ми описуємо зміст енциклопедії, її структуру та інструменти реалізації. Також подаємо поетапний опис створення додатку, для якого ми використали 360°-відео, зняте продакшном New Cave Media.

РОЗДІЛ 1

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В НАВЧАЛЬНІЙ СФЕРІ

1.1. Історія виникнення та основні поняття технології віртуальної реальності

Технологія віртуальної реальності (Virtual Reality, VR) виникла зі спроби об'єднати візуальне та аудіальне сприйняття зі сприйняттям руху. Першим практичним застосуванням технології став моделюючий політ, що здійснювався за допомогою льотного тренажера, винайденого у 1929 році американським льотчиком Едвіном Лінком. Однак справжнім «батьком» віртуальної реальності вважають американського кінооператора Мортон Хейліга, який в 1960 році сконструював та запатентував пристрій Sensorama, що виглядав як великий ящик із сидінням та маленьким екраном, однак за допомогою об'єднання відео, аудіо, запахів та вібрації створював першу віртуальну реальність. Вже за рік інженери компанії Philco розробили шолом-дисплей Headsight, що дозволяв видозмінювати зображення відповідно до руху голови [20].

Майже паралельно з першими прототипами VR-пристроїв з'явився й опис головних ідей віртуальної реальності. У 1964 році вийшла книга польського письменника-фантаста Станіслава Лема «Сума технологій», де він описав таке явище як фантоматика. Зокрема, він пише, що саме ця галузь знань розглядає проблему, як створити дійсність, яка нічим не відрізнялася би від нормальної дійсності, але підкорювалася б іншим законам. Лем вважав, що фантоматика передбачає створення двосторонніх зв'язків між штучною дійсністю та людиною, що її сприймає. Також Лем у своїй книзі описав так зване «антиоко», що кріпиться на голову глядача за допомогою спеціальних окулярів. Саме ці ідеї і лягли в основу терміну віртуальної реальності та її пристроїв [19].

Одним з таких став «Ultimate Display», створений у 1965 році американським інформатиком Айвеном Сазерлендом. Це був шолом-дисплей, за допомогою якого людина могла повністю зануритися у віртуальний світ.

Саме цей пристрій став великим поштовхом у розвитку науки про віртуальний простір та віртуальну реальність. У 1966 році Сазерленд сконструював нову модель шолома, яка під'єднувалася до комп'ютерної системи, коли раніше шолом підключався тільки до камер. Також нова модель шолома могла одночасно із зображенням відтворювати й стерео звук, що створювало просторову ілюзію.

Айвен Сазерленд на одній зі своїх лекцій зазначив, що саме комп'ютер здатен створити віртуальний світ: «Не думайте про це, як про екран монітора, думайте про це як про вікно – вікно, через яке кожен може зазирнути в віртуальний світ. Основним завданням комп'ютерної графіки є створення віртуального світу, що реально виглядає і реально звучить; світу, в якому переміщення і реакції на дії відбуваються в реальному часі; світу, який відчувається реальним» [31].

Схожі думки у своєму романі «Neuromancer», що вийшов у 1984 році, виклав і канадський письменник-фантаст Вільям Гібсон. Саме він вперше ввів поняття кіберпростору: «Кіберпростір – це консенсуальна галюцинація, яку щодня відчувають мільярди легальних операторів в усьому світі, школярі, що вивчають математичні поняття... Графічне представлення даних, що зберігається в пам'яті кожного комп'ютера, що включений у загальнолюдську мережу. Неймовірна складність. Промені світла в псевдопросторі мозку, кластери і сузір'я даних» [16, с. 3].

Сам же термін віртуальної реальності ввів вчений в галузі інформатики Джерон Ланьє в 1987 році. Він визначав віртуальну реальність так, як ми її розуміємо сьогодні, тобто як інтерактивне тривимірне середовище, що генерується комп'ютером, та в яке занурюється користувач. Ланьє також заснував фірму VPL, результатом роботи якої стала рукавичка для взаємодії з комп'ютером та два покоління VR-шоломів.

Після цього з'явилося ще декілька версій VR-шоломів. У 1993 році ігрова компанія Sega представила свій шолом віртуальної реальності Sega VR. Він був оснащений двома LCD дисплеями, вмів відстежувати рухи голови і

підтримував стереозвук у вбудованих навушниках. У 1995 році компанія Nintendo розпочала продаж Nintendo Virtual Boy, однак ця консоль мала ряд технічних недосконалостей. У пристрої був відсутній повноцінний екран, замість цього зображення створювалося двома монохромними проекторами.

Після 1995 року індустрія віртуальної реальності почала занепадати, оскільки вартість VR-приладів була занадто висока, і жодній з технологічних компаній не вдалося отримати значного прибутку від продажу подібних пристроїв.

З початку 2000-х років окуляри віртуальної реальності почали значно дешевшати. Однак, маючи низьку ціну, вони мали й технічні недоліки. Основними були відсутність вбудованого трекера для відстеження положення голови в просторі та низька роздільна здатність відеоекранів. Деякі дешеві VR-окуляри 2000-х років подавали однакові зображення в обидва ока і не були здатні створювати тривимірне зображення. На початку 2010-х взагалі з'явилася вкрай бюджетна картонна варіація VR-окулярів – Google Cardboard.

Справжня ж нова ера віртуальної реальності розпочалася у 2012 році, коли американський студент Палмер Лакі представив світу свою розробку – окуляри віртуальної реальності Oculus Rift. Лакі зробив кілька прототипів пристроїв для віртуальної реальності за допомогою модифікації існуючих частин з персональної колекції дисплеїв, що вмонтовуються на голову. Згодом цей пристрій перетворився у VR-окуляри, за допомогою яких створювалася дійсно імерсивна віртуальна реальність для ігрового процесу. Слідом за ним свої варіанти VR-окулярів були представлені також компаніями Lenovo, HTC і Sony.

Сучасні окуляри VR складаються з системи лінз, необхідної для коректного відображення зображення, одного або кількох дисплеїв, на які виводяться зображення для очей, а також системи взаємодії з навколишнім світом, за допомогою якої визначається положення пристрою в просторі. В комплекті до деяких окулярів йдуть також джойстики – спеціальні пристрої для взаємодії з віртуальним середовищем. Для того, аби користувач міг

доторкнутися до об'єктів віртуальної реальності, було створено спеціальні рукавички, що дають можливість захоплювати рухи кистей і пальців рук.

Також є інша форма віртуальної реальності – віртуальні кімнати. Зображення в них транслюється не в шолом, а на стіни приміщення, що часто вкриті великими дисплеями. У VR-кімнатах більш високий дозвіл зображення, і самоідентифікація відбувається простіше завдяки тому, що користувач має можливість постійно бачити себе. Проте, придбання такої кімнати коштує набагато дорожче, ніж покупка шолома.

1.2. Сфери застосування VR та VR в освіті

Віртуальна реальність знаходить своє застосування в багатьох сферах: архітектурі, мистецтві, туризмі, розвагах та освіті. За допомогою цієї технології архітектори можуть демонструвати свої проекти не в плоскому вигляді на кресленні, а використовувати об'ємні зображення, в які можна вносити правки ще на стадії ознайомлення. Наприклад, VR дозволяє потрапити всередину приміщення ще до зведення фундаменту.

Зі схожими цілями віртуальна реальність застосовується і в мистецтві. Відвідувачі музеїв можуть побувати в закритих музейних залах, подивитися на загублені експонати або ж пам'ятки, які пройшли реконструкцію.

Сфери застосування віртуальної реальності включають і туристичну галузь. З допомогою VR можна не тільки продемонструвати відомі туристичні місця, але й провести рекламну кампанію і простимулювати туристів до відвідування конкретного міста або цілої країни.

Навчання персоналу – ще одна велика сфера, де застосування віртуальної реальності незамінне. З її допомогою відбувається тренування поліцейських, коли вони переносяться в унікальні ситуації для дослідження реакції і опрацювання різних сценаріїв розвитку подій, а також медпрацівників, у яких є можливість проводити хірургічні операції без загрози для здоров'я пацієнта.

Технології ж віртуальної реальності в освіті – це новий підхід до подачі і засвоєння наукового і методичного матеріалу в школах і вищих навчальних закладах. Напрямок віртуальної реальності активно розвивається і поки не є доступним у всьому своєму потенціалі для більшості. Проте, вже можна скористатися деякими існуючими його реалізаціями. Наприклад, створювати віртуальні, панорамні тури з накладенням інформації поверх візуального шару і дозволяти учням самостійно пізнавати досліджувані предмети з усіх боків. Як приклад можна навести віртуальне втілення Боїнга 787, створене за допомогою платформи Roundme. Користувач може розглянути всі важливі деталі всередині і зовні літака, пересуватися в просторі і переходити від модуля до модуля [26].

Освітні додатки віртуальної реальності частково вирости з їх розробки для Збройних сил США. Останні використовували віртуальну реальність для навчання людей бойовим технікам, а також навігації різних типів транспортних засобів. Ремонт космічного телескопа Хаббл також був змодельованим у віртуальній реальності до того, як було зроблено фактичний його ремонт, для ознайомлення техніків з небезпеками, що можуть виникнути у процесі.

З цього можна зробити висновок, що цінність віртуальної реальності для освіти полягає в її здатності забезпечити занурення користувача в реалістичне або нове й абстрактне оточення. Саме це занурення дозволяє користувачеві відчувати, досліджувати та взаємодіяти з цим оточенням, отримуючи нові знання «з перших рук», без посередників, шляхом маніпуляцій у віртуальному світі, що є проекцією реального. Також віртуальна реальність може донести до користувача інформацію, яка не є доступною в традиційних освітніх установах [24].

Експериментальні дослідження доцільності застосування віртуальної реальності в освіті неодноразово здійснювалися в різних країнах. В Китаї, до прикладу, у такому дослідженні взяли участь 40 дітей із загальноосвітніх шкіл Пекіну. Під час уроків вони активно користувалися шоломами віртуальної реальності HTC Vive. Результати дослідження показали збільшення активності учнів та зростання рівню сприйняття і запам'ятовування інформації. Ще одне дослідження провела компанія VRAR lab, що розробила експериментальний урок фізики. Віртуальний урок переглянули більше 150 учнів, які після його закінчення мали пройти тестування з розглянутої теми. 91,5% школярів успішно склали тести, і майже всі виявили бажання вивчати дисципліни саме у форматі віртуальної реальності [4].

Для багатьох дослідників VR має потенціал бути новим інструментом у навчанні. На кожному рівні навчання віртуальна реальність може привести учнів до нових відкриттів, мотивувати і заохочувати їх. Учень має змогу брати участь у навчальному середовищі з відчуттям присутності, бути частиною середовища. Моделювання реального світу дає користувачу можливість

випробувати різні варіанти без небезпек, витрат коштів та часу, що є невіддільною частиною навчання в реальних умовах. Віртуальна реальність також дозволяє використовувати різні сценарії подій, визначивши, які з них найкраще підходять для досягнення поставленої мети.

Американський педагог-психолог Вільям Вінн у своїй праці «Концептуальна основа освітніх додатків віртуальної реальності» визначає такі причини використання віртуальної реальності в освіті:

1. імерсивний VR надає несимволічний досвід першої особи, який є спеціально розробленим, щоб допомогти студентам вивчити матеріал;
2. такий досвід не може бути отриманий будь-яким іншим способом у формальному навчанні;
3. цей вид досвіду складає основну частину нашої щоденної взаємодії зі світом, хоча школи мають тенденцію сприяти символічному досвіду третьої особи;
4. конвергенція теорій побудови знань з технологією VR дозволяє підвищити рівень навчання шляхом маніпулювання відносною величиною об'єктів у віртуальних світах, шляхом трансдукції інакше непомітних джерел інформації, а також шляхом конфігурації абстрактних ідей, які досі не піддавалися репрезентації.

Вінн робить висновок, що VR сприяє найкращій і, мабуть, єдиній стратегії, яка дозволяє студентам вчитися з абстрактного досвіду від першої особи. Наразі багато учнів зазнає невдачі в школі, тому що вони не засвоюють конкретні системи дисциплін, хоча цілком здатні опанувати поняття, які лежать в їх основі. Зважаючи на це, можна зробити висновок, що VR забезпечує шлях до успіху для дітей, які в іншому випадку можуть зазнати невдачі в класичній системі освіти, яка наразі застосовується в навчальних закладах [29].

1.3. Аналіз навчальних додатків віртуальної реальності

Навчальні мобільні додатки за можливістю застосування і ступенем інтеграції в навчальний процес можна умовно розділити на три групи:

- мобільні додатки-доповнення до навчальних посібників, що зазвичай є доповненнями до підручників і курсів. Їх доречно і зручно використовувати з основними матеріалами для роботи в класі або поза класом;
- мобільні додатки, призначені для самостійного вивчення дисциплін, наприклад, іноземних мов, які можна успішно використовувати як додатковий матеріал в класі і поза класом для розвитку різних мовних навичок і мовленнєвих умінь;
- мобільні додатки, призначені для дистанційної (мобільної) форми навчання, які містять основний навчальний матеріал з тестами, системою перевірки і посилок, зворотним зв'язком з викладачем і т. д. [35].

На сьогодні існує найбільше додатків третього типу – призначених для самостійного вивчення дисциплін. Їхня розробка розпочалася ще у 1996 році, коли було створено перший навчальний проект віртуальної реальності для дітей NICE. Він реалізує віртуальний сад, в якому діти можуть спільно садити і збирати фрукти й овочі, а також змінювати положення світлових та водних джерел для дослідження їхнього впливу на швидкість росту рослин. Ще один схожий проект було розроблено дослідниками Музею комп'ютерів. У навчальному додатку учні мали змогу вивчити структуру та функції клітин, будуючи їх самостійно з компонентних частин [27, с. 216-217].

VR успішно використовується також і у вивченні фізики. Дослідники з Університету Джорджа Мейсона та Університету Х'юстона, розробили системи «NewtonWorld» та «MaxwellWorld», що забезпечують занурення в навчальне середовище, в якому студенти можуть досліджувати кінематику і динаміку руху, електростатичні сили та інші фізичні поняття [27].

З появою магазинів Apple Store та Google Play Market з'явилася можливість досить широкого вибору тематики навчальних VR-додатків. Наприклад, популярними є додатки для вивчення будови людського тіла The Body VR та 3D Organon VR Anatomy [32; 9].

The Body VR є освітнім додатком віртуальної реальності, який показує користувачу, як виглядає людське тіло зсередини. «Подорожуючи» через кров, він має змогу дізнатися, як клітини крові працюють для поширення кисню по всьому тілу. Також, вибравши будь-яку клітину, користувач може спостерігати, як органи працюють разом для боротьби зі смертельними вірусами [32; Додаток А].

Значно ширше показує будову людського тіла інший додаток – 3D Organon VR Anatomy. Це, по суті, перший в світі атлас анатомії людини у віртуальній реальності. За його допомогою можна ознайомитися з більш ніж 4000 анатомічними моделями, які супроводжуються детальними текстовими описами [9; Додаток Б].

Популярними освітніми додатками віртуальної реальності є також такі, які дають змогу побачити різні місця нашої планети. Наприклад, Google Expeditions, Discovery VR та BBC Earth [17; 14; 12].

Додаток Google Expeditions розроблений з урахуванням його можливості застосування в школах під час уроків. Це додаток, що дозволяє викладачам залучати студентів різного віку до віртуальних турів. Вчитель виступає в ролі гіда, що проводить екскурсію учням за допомогою колекцій панорам віртуальної реальності [17; Додаток В].

Discovery VR є проектом телеканалу Discovery. В додаток поміщені шоу телеканалу, такі як: Shark Week, Deadliest Catch та MythBusters, а також 360°-відео різних місцевостей та активностей: катання на гірських велосипедах, серфінг, плавання зі слонами та ін. Додаток дає змогу побачити все це у новому форматі з повним зануренням. Також додаток містить у собі функції збереження, завантаження та стріму власного 360°-відео [14; Додаток Г].

BBC Earth: Life in VR – ще один освітній додаток віртуальної реальності, що дає можливість студентам засвоювати навчальний матеріал незвичним шляхом. Додаток пропонує їм подорож узбережжям Каліфорнії, де вони слідуєть за морською видрою в Тихий океан. В океані студенти можуть досліджувати зоопланктон, мікроскопічних тварин, що споживаються найменшими океанськими істотами, і навіть зменшуватися до їх розміру [12; Додаток Г].

Формат же енциклопедії, в якому ми плануємо створити додаток, є майже не освоєним. На сьогодні існує всього дві VR-енциклопедії: Explain VR та Altair VR. Обидві енциклопедії об'єднують у собі багато матеріалу з різних галузей науки.

Explain VR – це навчальна програма для віртуальної реальності, яка наразі підтримується окулярами Oculus Gear. У цій віртуальній бібліотеці доступні 38 різних інтерактивних моделей, за допомогою яких користувач може здобувати нові знання. Так, наприклад, він може відвідати парк юрського періоду, погуляти з динозаврами та отримати про них інформацію. Також можна потрапити у тропічне сафарі й зустріти там носорогів, левів, тигрів або інших тварин. Користувач також може дізнатися більше про космос, «злітавши» туди і роздивившись планети та космічні апарати. Всі моделі та симуляції є реалістичними, а також супроводжуються анімаціями, ефектами та звуками [15; Додаток Д].

Altair VR – це проект зі створення платформи віртуальної реальності на базі технології блокчейна. За заявою авторів платформи, вони хочуть створити загальносвітову віртуальну енциклопедію. Вона чимось нагадує Вікіпедію, оскільки будь-який користувач зможе додати на платформу свій VR-контент, при цьому ще й монетизувати його [10; Додаток Е].

Серед українських VR-додатків також існують навчальні. Наприклад, «Київ: з ранку до світанку» студії Sensorama дає змогу відвідати знакові місця Києва і є першим віртуальним туром столиці України [3; Додаток Є].

Інший додаток, «Chernobyl VR Project», який був розроблений польською фірмою The Farm 51 та українською фундацією «Відкритий діалог», є також першим у своєму роді віртуальним туром Чорнобилем і Прип'яттю [13; Додаток Ж].

РОЗДІЛ 2

СТВОРЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО ДОДАТКУ «VR-ЕНЦИКЛОПЕДІЯ АРКТИЧНОЇ НОРВЕГІЇ»

2.1. Структура та зміст енциклопедії

Розробка додатку починається з визначення його концепції, структури та сценарію. «VR-енциклопедія Арктичної Норвегії» є навчальним додатком, призначеним для всіх, кому цікавий цей регіон, а також для учнів і студентів, що вивчають його.

Загальна концепція додатку полягає в тому, що користувач має змогу ознайомитися з регіоном Арктичної Норвегії за допомогою технологій та засобів віртуальної реальності, а також 360°-відео. Крім того, що користувач зможе подивитися відео з різних місць регіону, він також зможе дізнатися інформацію про його історію, географію та промисли.

Ось основні характеристики додатку:

- додаток містить три розділи: історія, географія та промисли;
- всередині кожного розділу є 360°-відео;
- за допомогою хотспотів (інтерактивних елементів) в кожному розділі можна активувати текстовий опис, графічні зображення та аудіосупровід;
- з кожного розділу є перехід на наступний та попередній, а також можливість повернутися до початкового розділу, тобто до головного меню.

Структура додатку складається з чотирьох сцен. Початкова сцена містить у собі 360°-відео та хотспоти для переходу на окремий розділ: історія, географія чи промисли. Кожен з розділів є окремою сценою та містить у собі 360°-відео тих місць Арктичної Норвегії, що ілюструють тематику розділу. Також розділи містять інформацію, яку користувач отримує за допомогою тексту, аудіо та графіки, котрі запускаються активацією хотспотів. Додаток може використовуватися як на мобільних пристроях, так і в десктопній версії, а також може транслюватися через окуляри віртуальної реальності. Саме тому

активація хотспотів у різних версіях здійснюється по-різному: в мобільній версії – за допомогою затримки на них погляду, а в десктопній – за допомогою наведення на них курсору миші.

Після побудови концепції та розробки структури нами було створено детальний сценарій додатку. В ньому ми розписали, як саме буде виглядати додаток, що буде містити всередині, та як користувач зможе взаємодіяти з ним. Також зазначили, які відео, локація, графіка, елементи інтерфейсу, текст та аудіо будуть використовуватися в кожній сцені [Додаток 3]. Всі відеофайли були зняті продакшном New Cave Media.

У початковій сцені було використано відео з норвезького міста Тромсе. Також там зображена початкова графіка з назвою додатку та три хотспоти, що ведуть в наступні три сцени. Хотспот із зображенням глобуса веде до сцени «Географія», іконка пісочного годинника – до розділу «Історія», іконка із зображенням риби – до «Промислів». Під час перебування в першій сцені користувач чує музику та аудіосупровід : «Ласкаво просимо до VR-енциклопедії Арктичної Норвегії. Будь ласка, оберіть сцену: географія, історія або промисли».

При активації кожного з хотспотів відкривається окрема відповідна сцена. У сцені «Географія» зображено один з населених пунктів Шпіцбергена – Лонг'їр. У сцені також присутні хотспоти, які активізують текст та аудіосупровід, що розповідає та ілюструє розташування й клімат Арктичної Норвегії: «Ви знаходитесь поблизу селища Лонг'їр на Шпіцбергені, одному з арктичних архіпелагів. Тут розташований льодовик, що досягає довжини 4,5 км та висоти від 876 м до 1,5 км. Арктика – північна полярна область Землі, яка умовно розділена на полярні сектори, що належать Росії, США, Канаді, Норвегії та Данії. Площа Арктичного регіону становить 27 млн км². Близько 15% з них вкриті льодовиками. Абсолютна мінімальна температура в Арктиці досягає -55 ° С, а максимальна – + 10 ° С. Взимку тут полярна ніч, а влітку сонце піднімається дуже високо, але майже не гріє». Разом з текстом та аудіо

активізується й графіка: карта Арктики, позначення Північного полюсу та країн Арктики, карта Шпіцбергена.

Наступна сцена – «Історія». В ній користувач бачить відео з археологічного музею в м. Альті. За допомогою тексту та аудіо розповідається про наскельні малюнки, дослідження Арктики та перших жителів регіону: «Малюнки первісних людей Арктики датуються 4200 р. до н. е. Тепер вони є частиною археологічного музею в м. Альті в Норвегії. Малюнки зображують основні ритуали та промисли аборигенів Арктики, такі як полювання та рибальство. Систематичні дослідження Арктики почалися в другій половині XVI ст. Перші 13 полярних станцій були відкриті тут у 1882-1883 роках під час Першого Міжнародного полярного року, а в 1909 році американець Роберт Пірі став першим, хто дістався до Північного полюса. Люди жили в Арктиці ще 30 000 років тому. Вони стали першими, хто перетнув Берингову протоку. Кілька тисяч років потому деякі з них оселилися уздовж арктичних берегів». Перед собою глядач бачить графіку: наскельний малюнок, іглу та печерну людину.

Сцена «Промисли» зображує відео з рибальського поселення Хенінгсвер та розповідає про головні промисли населення Арктичної Норвегії. Перед собою глядач бачить графіку: рибу, що пропливає у воді, вудочку, а також оленя під прицілом. Додаткову інформацію користувач отримує з тексту та аудіо: «Одним з найважливіших промислів Арктики протягом багатьох століть була риболовля. Тут можна знайти багато рибальських сіл, як, наприклад, Хенінгсвер. Риболовля практикувалася в основному влітку, а на зиму рибу консервували та сушили. З 2017 року в Арктиці існує мораторій на комерційний рибальський промисел протягом принаймні 16 років. Іншими важливими промислами в Арктиці є також мисливство та оленярство. Спільною метою всіх є видобуток м'яса, але олені тут розмножуються також як транспортний засіб, а однією з головних цілей полювання є дорогоцінне хутро».

В кожній сцені присутні також навігаційні хотспоти: «Далі» веде до наступної сцени, «Назад» – до попередньої, а «Меню» повертає користувача на початкову сцену.

Аудіо ми завантажили з безкоштовного музичного онлайн-архіву Free Music Archive, обравши для додатка композиції Чада Кроуча.

2.2. Інструменти для реалізації додатку

Для створення VR-додатків використовують платформи для програмування ігор. Проектування для VR нагадує розробку відеоігор, оскільки останні є також 3D-інтерактивними. Різниця між конструюванням для VR та проектуванням для традиційних відеоігор полягає в тому, що при розробці додатків віртуальної реальності повинні враховуватися особливості досвіду присутності та занурення користувача, нелінійного сюжету, локомоції та графічної оптимізації.

Найпопулярнішими платформами для програмування ігор серед розробників VR-додатків є Unreal Engine 4 (UE4) і Unity 3D. Це – вільні пакети програмного забезпечення, здатні керувати 3D-середовищем, імпортуючи спеціальні засоби (наприклад, 3D-моделі, зображення, звуки, відео), та робити їх інтерактивними.

Unreal Engine 4 пропонує розробникам деякі виняткові графічні та функціональні можливості. Наприклад, вдосконалену систему кінематики, передові можливості освітлення, рендеринг, що забезпечує частоту кадрів 90 Гц або швидше при високій роздільній здатності, а також засоби масштабування від простих до детальних сцен, середовищ і персонажів.

Unreal Engine 4 містить у собі онлайн-магазин активів, що пропонує анімації, креслення, коди плагінів, реквізити, середовища, а також архітектурні візуалізації. Деякі з них є платними, інші – безкоштовні.

Документація, надана компанією Unreal Engine, включає в себе основні посібники та онлайн-тренінги з розробки віртуальної реальності. Unreal Engine 4 також має сильну спільноту, в якій можна спілкуватися з іншими розробниками [34].

Інша програма, Unity 3D, наразі є найбільш використовуваною при розробці ігор та додатків віртуальної реальності. Вона має прямий режим VR для попереднього перегляду роботи в HMD (Head Mounted Display), що може підвищити продуктивність, надаючи можливість створювати VR безпосередньо у віртуальному середовищі. Також Unity 3D є досить простою у використанні.

Unity 3D, як і UE4, пропонує величезний онлайн-магазин активів. В ньому можна легко знайти 2D-, 3D-моделі, SDK, шаблони, а також різні інструменти віртуальної реальності, які можна завантажити та імпортувати безпосередньо до своєї гри. Одним з найпопулярніших інструментів, які можна знайти в сховищі активів Unity, є інструментарій VR. Таким чином, коли ви не хочете витратити час на створення моделі з нуля, ви можете просто вибрати одну з магазину. Це допомагає прискорити процес розробки додатків. Деякі з цих активів є безкоштовними, а для деяких необхідна разова оплата. Якщо ви знайомі з мовами програмування C# або JavaScript, ви можете легко переглянути скрипти кожної з моделей, які можна завантажити у вигляді тимчасових ресурсів та користуватися ними як підручними імітаційними моделями. Unity 3D підтримує всі основні HMD, і ви можете експортувати свою роботу практично на будь-яку платформу.

Документація Unity 3D складається з яскравих прикладів (наприклад, «Вступ до найкращих практик VR»), відеоуроків, а також тренувальних онлайн-сесій. Це дозволяє новачку швидко навчитися розробляти ігри чи додатки віртуальної реальності. Так само, як і в Unreal Engine 4, у Unity 3D є велика спільнота, де можна знайти необхідні відповіді на свої запитання [33].

Unity 3D була однією з перших загальнодоступних платформ для програмування ігор, що підтримували мобільну розробку. Через це вона дуже зручна при розробці додатків для мобільного середовища, виглядає та діє там майже так само, як і в редакторі.

Основні елементи Unity 3D – це об'єкти («GameObject»), до яких додаються компоненти («MonoBehaviour»). Наприклад, об'єкт «Camera» дозволяє керувати тим, що бачить користувач, а компоненти «UI» та «Layout» забезпечують створення масштабованих графічних користувацьких інтерфейсів.

При створенні додатку ми також користувалися програмою Wonda VR, оскільки ця платформа програмного забезпечення Wonda VR Studio дозволяє

режисерам, журналістам, педагогам та комунікаторам експериментувати та створювати VR-продукти без застосування коду.

Wonda VR дозволяє перетворювати звичайні кадри в 360°-формат, додавати відео, аудіо, створювати інтерактивні елементи та розробляти сюжетну лінію додатку. Вона має простий інтерфейс з візуальною розкадровкою та багатоканальною часовою шкалою, яка дозволяє створювати декілька сцен та додавати візуальні взаємодії (хотспоти) на основі поведінки та погляду користувача.

Проект, створений у Wonda VR, в будь-який час можна переглядати у веб-браузері, в додатку на мобільному телефоні та окулярах віртуальної реальності.

Екосистема Wonda VR складається з десктопної версії програми Wonda VR Studio, програвача для попереднього перегляду Wonda VR Web Player, платформи для стрімінгу проектів Wonda VR Cloud Solution, а також додатку Wonda VR App, що дозволяє дистрибуцію проекту на мобільні пристрої.

Wonda VR Studio містить у собі різні інструменти для роботи над проектом: медіатеку, сторіборд, панель для монтажу, а також працює з кастомним веб-плеєром Wonda.

За допомогою Wonda VR Cloud створений проект синхронізується на сервер Wonda VR, а відео автоматично стає придатним для стрімінгу через мобільні додатки та онлайн веб-плеєр. Wonda VR Cloud є захищеним та надійним сервером Amazon Web Services, що доступний у всьому світі [36].

Проекти на Wonda VR Cloud можуть переглядатися за допомогою Wonda VR Web Player, а також можуть бути поширені в соціальних мережах. За наявності таких HMD (окулярів віртуальної реальності) як HTC Vive чи Oculus Rift є також можливість переглядати проект напряму через них.

Для окулярів віртуальної реальності Wonda VR має також інший інструмент – Wonda VR Mobile & Stand Alone Apps. Це – нативний додаток, який оптимізований під Oculus Go, Android, Daydream та iOS платформи. Цей додаток об'єднує в собі всі проекти, створені у Wonda VR, та показує проекти

інших користувачів. Перегляд проектів можливий у двох режимах: Magic Window, що дозволяє переглядати безпосередньо через мобільний телефон, та Side-by-Side view, який застосовується для перегляду проекту в окулярах віртуальної реальності Google Cardboard, Daydream View та Samsung Gear VR.

2.3. Поетапний опис створення додатку

Першим кроком в роботі над додатком «VR-енциклопедія Арктичної Норвегії» було створення його концепції та сценарію. Після цього ми перейшли до наступного етапу, – відбору 360°-відео. З існуючих 102-х відеофайлів ми відібрали 4 найбільш підходящих під тематику сцен додатку. Оскільки відеофайли в оригінальному вигляді мають задовгий хронометраж, то ми зредагували їх за допомогою відеоредактора Adobe Premiere Pro, після чого експортували в проект додатку.

Наступним кроком стало написання тексту аудіоначитки. Для цього ми дослідили інформацію про регіон Арктичної Норвегії в довідниках та онлайн-енциклопедіях. Після написання текстового варіанту начитки, ми записали її в звукозаписувальній студії. Для запису ми використали аудіоформат .mp3 та частоту звуку 48000 Гц.

Для того, аби графічно проілюструвати інформацію та додати хотспотам належного вигляду, ми почали пошук відповідних зображень, графіки та іконок. Для цього ми користувалися сервісом The Noun Project, відкритим безкоштовним архівом графічних ілюстрацій різних тематик та стилів. Оскільки не всі зображення були потрібного нам розміру, формату чи кольору, то ми редагували їх у фоторедакторі Adobe Photoshop, після чого додавали до деяких текстовий варіант начитки і експортували разом у нові зображення у форматі .png, аби можна було в подальшому вставити їх у сцени нашого проекту.

По завершенні цього етапу ми перейшли безпосередньо до розробки самого додатку. Для цього було створено новий проект та імпортовано в нього 360°-відео, аудіо та графічні зображення.

Оскільки ми працювали з 360°-відео, то нам необхідно було обрати режим 3D-орієнтації всіх об'єктів проекту. Цей режим означає, що всі візуальні елементи автоматично орієнтуватимуться на центр 360°-сфери, тобто ока користувача. Натомість при іншому режимі, режимі призми, візуальні елементи автоматично орієнтувалися б вертикально як одна зі сторін 6-гранної призми.

Зазвичай такий режим використовується для створення різнопланового меню додатку.

Після вибору 3D-режиму ми почали встановлювати позицію камери для кожної сцени. Для цього існує функція «Look At», яка дозволяє встановити позицію камери на будь-які координати 360°-сфери. Це потрібне для того, аби, переходячи з однієї сцени в іншу, глядач потрапляв в неї саме в тій точці, яку ви задасте. Наприклад, коли користувач починає дивитися на першу сцену, то камера автоматично встановлена на точку за замовчуванням, тобто має 0°, 0° координати та є в центрі 360°-сфери. Коли користувач повертає голову, скажімо, на -90° та переходить в іншу сцену, то камера буде слідувати руху голови користувача і перейде в іншу сцену саме в тій точці, в якій це зробив користувач. Таким чином, він почне знайомство з другою сценою з точки -90°.

Після того, як позиція камери була встановлена, необхідно було створити безпосередньо відеосцени. Для цього ми імпортували 360°-відео до сторіборду, де автоматично створилися окремі сцени. Кожній з них ми дали назву відповідно до назв розділів енциклопедії та додали відео-обгортку відповідного відео. Також ми встановили початкову сцену, яку користувач бачить при відкритті додатка.

Коли сцени були створені, ми додали до них лінки для навігації між ними. Для цього ми додали графічні елементи, що позначають рух вперед і назад, а також текстовий елемент «MENU», що означає повернення на початкову сцену, і встановили таргетовані сцени, до яких ці елементи мають вести при взаємодії користувача з ними. Нами було встановлено перехід на початок відео, хоча є також можливість встановити перехід на будь-який таймкод. Додані графічні елементи ми розмістили у трьох копіях за відповідними координатами та у відповідних пропорціях:

- елемент «Назад»:
розмір 3.4 * 5.7 см,
координати -10.8°, -57.4°;
- елемент «MENU»:

розмір 5 * 6.3 см,

координати 4.8°, -55.8°;

- елемент «Вперед»:

розмір 3.4 * 5.7 см,

координати 20.6°, -57.4°.

Після створення переходів між сценами ми почали заповнювати сцени текстовими, графічними та аудіоелементами. Оскільки ми працювали у 3D-режимі, то мали змогу встановити глибину для кожного елемента. Це дозволяє уникнути пересікання або накладання елементів з однаковою довготою чи широтою один на одного. Також ми встановили для кожного з елементів найбільш оптимальні, стосовно відео, розмір та позицію. У 360°-сфері позиція рахується від центру сцени з координатами 0°, 0°.

Коли елементи були додані до сцен, ми почали працювати з хотспотами, тобто з інтерактивними кнопками, які б викликали появу графіки, тексту та аудіо. Для цього ми використали графічні іконки, до яких додали функцію інтеракції: при перегляді у VR-окулярах – поглядом користувача, а при перегляді у веб-браузері – натисканням лівої кнопки миші.

Функція інтеракції має три режими:

- gaze over – активує елемент одразу після погляду на нього;
- gaze – активує елемент після затримки на ньому погляду на 2 секунди;
- gaze away – деактивує активний елемент.

Для нашого додатку ми обрали режим gaze. Під час перегляду у VR-окулярах користувач бачитиме невелику точку в центрі сцени. При русі голови користувача точка буде рухатися за нею. Коли користувач захоче активувати певний інтерактивний елемент, йому потрібно буде спочатку перемістити свій погляд так, аби цей елемент знаходився в центрі екрану, а потім затримати на ньому погляд, тим самим активувавши його. Режим gaze дозволяє користувачу бути готовим до того, що активується певний елемент, чи зміниться певна сцена.

Завершальним етапом нашої роботи над додатком стала його адаптація для мобільного пристрою. Спочатку ми оформили стартовий вигляд додатку. Для цього встановили 360°-зображення як обкладинку додатку для перегляду у VR-окулярах, а також 2D-зображення для веб-перегляду.

Для того, щоб додаток можна було запускати на мобільному телефоні, необхідно було його опублікувати таким шляхом:

- переміщення файлу data.json з комп'ютера на телефон;
- встановлення додатку Wonda VR;
- запуск опції Launch Experience stored locally;
- компресія медіафайлів додатку.

Після запуску додатку, він був протестований розробниками AR- та VR-додатків з продакшну New Cave Media.

ВИСНОВКИ

Створення навчального VR-додатку передбачало теоретичні та практичні завдання, вирішення яких можна тезово узагальнити:

1. термін віртуальної реальності ввів учений в галузі інформатики Джерон Ланьє в 1987 році. Згідно Ланьє, віртуальна реальність – це інтерактивне тривимірне середовище, що генерується комп'ютером, та в яке занурюється користувач. Відбувається це за допомогою спеціального пристрою – окулярів віртуальної реальності, які створюють візуальний ефект присутності користувача у віртуальному середовищі. Сучасні VR-окуляри складаються з системи лінз, необхідної для коректного відображення зображення, одного або кількох дисплеїв, на які виводяться зображення для очей, а також системи взаємодії з навколишнім світом, за допомогою якої визначається положення пристрою в просторі. В комплект до деяких окулярів входять також джойстики – спеціальні пристрої для взаємодії з віртуальним середовищем. Також є інша форма віртуальної реальності – віртуальні кімнати. Зображення в них транслюється не в шолом, а на стіни приміщення, що часто вкриті великими дисплеями;

2. віртуальна реальність знаходить своє застосування в багатьох сферах: архітектурі, мистецтві, туризмі, розвагах та освіті. В останній сфері її застосування є новим підходом до подачі і засвоєння наукового і методичного матеріалу в школах і вищих навчальних закладах. Цінність віртуальної реальності для освіти полягає в її здатності забезпечити занурення користувача в реалістичне середовище, що дозволяє йому отримувати нові знання «з перших рук», без посередників, шляхом маніпуляцій у віртуальному світі;

3. експериментальні дослідження доцільності застосування віртуальної реальності в освіті неодноразово здійснювалися в різних країнах. Наприклад, в Китаї у такому дослідженні взяли участь 40 дітей із загальноосвітніх шкіл Пекіну. Під час уроків вони активно користувалися шоломами віртуальної реальності HTC Vive. Результати дослідження показали збільшення активності учнів та зростання рівню сприйняття і запам'ятовування інформації.

Американський педагог-психолог Вільям Вінн у своїй праці «Концептуальна основа освітніх додатків віртуальної реальності» зазначає, що VR забезпечує шлях до успіху для дітей, які в іншому випадку можуть зазнати невдачі в класичній системі освіти, яка наразі застосовується в навчальних закладах [29];

4. популярними освітніми VR-додатками наразі є додатки для вивчення будови людського тіла, такі як The Body VR та 3D Organon VR Anatomy, а також додатки для ознайомлення з різними місцями світу, такі як Google Expeditions, Discovery VR та BBC Earth. Водночас майже не існує VR-додатків у форматі енциклопедії. На сьогодні існує всього дві VR-енциклопедії: Explain VR та Altair VR. Обидві об'єднують у собі багато матеріалу з різних галузей науки. Серед українських VR-додатків також існують навчальні. Наприклад, «Київ: з ранку до світанку», що дає змогу відвідати знакові місця Києва, та «Chernobyl VR Project», який є першим віртуальним туром Чорнобилем і Прип'яттю;

5. при створенні сценарію додатку «VR-енциклопедія Арктичної Норвегії» ми вибрали чотири сцени, що містять у собі 360°-відео, текст, аудіо, графіку та хотспоти, тобто інтерактивні елементи. У сценарії додатку ми розписали, як саме він буде виглядати, що буде містити всередині, та як користувач зможе взаємодіяти з ним. Також зазначили, які відео, локація, графіка, елементи інтерфейсу, текст та аудіо будуть використовуватися в кожній сцені;

6. наступним кроком стало написання тексту аудіоначитки. Для цього ми дослідили інформацію про регіон Арктичної Норвегії в довідниках та онлайн-енциклопедіях. Після написання текстового варіанту начитки, ми записали її в звукозаписувальній студії. Для запису ми використали аудіоформат .mp3 та частоту звуку 48000 Гц;

7. розробка додатку проводилася в програмі Wonda VR, що є платформою програмного забезпечення Wonda VR Studio та дозволяє режисерам, журналістам, педагогам і комунікаторам експериментувати та створювати VR-продукти. У проекті додатку ми створили необхідні відеосцени, до яких імпортували відео, аудіо та текст. Після цього додали до відеосцен інтерактивні

хотспоти, за допомогою яких здійснюється перехід між сценами та активація графічних та аудіоелементів. Завершальним етапом нашої роботи над додатком стала його адаптація для мобільного пристрою та публікація. Після запуску додатку, він був протестований розробниками AR- та VR-додатків з продакшну New Cave Media.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Волинець В. О. Віртуальна реальність: поняття та сутність [Електронний ресурс] / В. О. Волинець. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <http://knukim.edu.ua/wp-content/uploads/2015/05/PDFpit.30.pdf>.
2. Дупак В. Г. Феномен віртуальної реальності: соціально-філософський аналіз [Електронний ресурс] / В. Г. Дупак – Режим доступу до ресурсу: <http://intkonf.org/dupak-v-g-fenomen-virtualnoyi-realnosti-sotsialno-filosofskiy-analiz/>.
3. Київ: з ранку до світанку [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://lenovo.ua/ru/vrkyiv>.
4. Кухтюк В. О. Використання технології віртуальної реальності в освіті [Електронний ресурс] / В. О. Кухтюк – Режим доступу до ресурсу: <http://eprints.zu.edu.ua/25773/1/%D0%9A%D1%83%D1%85%D1%82%D1%8E%D0%BA%20%D0%92.%D0%9E..pdf>.
5. Мельник І. Доповнена та віртуальна реальність як ресурс навчальної діяльності студентів [Електронний ресурс] / Ірина Мельник – Режим доступу до ресурсу: <http://item.comp-sc.if.ua/2018/melnuk.pdf>.
6. Носов Н. А. Манифест виртуалистики / Николай А. Носов. – Москва: Путь, 2001. – 17 с. – (Труды лаб. виртуалистики).
7. Павлюк Р. О. Концепції дослідження теорії віртуальності у педагогічній науці [Електронний ресурс] / Роман Олександрович Павлюк // Освітологічний дискурс. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: http://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/3658/1/R_Pavliuk_OD_2_FLMD_PL.pdf.
8. Частиков А. Архитекторы компьютерного мира [Електронний ресурс] / Аркадий Частиков // БХВ-Петербург. – 2002. – Режим доступу до ресурсу: <https://libking.ru/books/sci-/sci-history/570537-arkadiy-chastikov-arhitektory-kompyuternogo-mira.html>.
9. 3D Organon VR Anatomy [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://store.steampowered.com/app/548010/3D_Organon_VR_Anatomy/.
10. Altair VR [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

<https://altairvr.ru/>.

11. Augmented and Virtual Reality Consumer Content and Apps Market Hits \$3.2 Billion in 2017 [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа до ресурсу: <https://technology.ihs.com/601858/augmented-and-virtual-reality-consumer-content-and-apps-market-hits-32-billion-in-2017-ihs-markit-says>.

12. BBC Earth [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bbc.lifeinvr01>.

13. Chernobyl VR Project [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://www.chernobylvrproject.com/en>.

14. Discovery VR [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.discovery.daydream.discoveryvr>.

15. Explain VR [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.oculus.com/experiences/gear-vr/1142177219182920/>.

16. Gibson W. Neuromancer / William Gibson., 1984. – 271 с.

17. Google Expeditions [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.vr.expeditions>.

18. Krueger M. Artificial Reality / Myron Krueger., 1983. – 312 с.

19. Lem S. Summa technologiae [Электронный ресурс] / Stanisław Lem // Wydawnictwo Lubelskie. – 1964. – Режим доступа до ресурсу: <https://lib.misto.kiev.ua/LEM/summa.dhtml>.

20. Lowood H. Virtual Reality [Электронный ресурс] / Henry E. Lowood
Режим доступа до ресурсу: <https://www.britannica.com/technology/virtual-reality/Living-in-virtual-worlds>.

21. M. Byrne C. Summer Students in Virtual Reality: A Pilot Study on Educational Applications of Virtual Reality Technology [Электронный ресурс] / С. М. Byrne, М. Bricken – Режим доступа до ресурсу: <http://www.hitl.washington.edu/projects/education/psc/psc.html>.

22. M. Byrne C. Virtual Reality and Education [Электронный ресурс] / Chris M. Byrne – Режим доступа до ресурсу: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.54.6270&rep=rep1&type=pdf>.

23. Mobile VR Downloads Grew 276% in 2016, Topping 371 Million since Q1 2015 [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа до ресурсу: <https://sensortower.com/blog/mobile-vr-growth>.

24. Moore P. Learning and teaching in virtual worlds: Implications of virtual reality for education [Электронный ресурс] / Paul Moore // Australian Journal of Educational Technology. – 1995. – Режим доступа до ресурсу: <https://ajet.org.au/index.php/AJET/article/view/2078/1014>.

25. Passig D. The why and how VR in schools: A preferred future pedagogic mission by a group of worldwide experts in VR and education [Электронный ресурс] / D. Passig, A. Sharbat // The international journal of virtual reality. – 2001. – Режим доступа до ресурсу: https://www.researchgate.net/profile/David_Passig/publication/228591414_The_why_and_how_VR_in_Schools_A_preferred_future_pedagogic_mission_by_a_group_of_worldwide_experts_in_VR_and_education/links/0deec5316e501b84c8000000/The-why-and-how-VR-in-Schools-A-preferred-future-pedagogic-mission-by-a-group-of-worldwide-experts-in-VR-and-education.pdf.

26. Post J. KLM's Boeing 787 Dreamliner Virtual Reality Tour [Электронный ресурс] / Jacob Post – Режим доступа до ресурсу: <https://blog.klm.com/klms-boeing-787-dreamliner-virtual-reality-tour/>.

27. Riva G. Towards Cyberpsychology: Mind, Cognition, and Society in the Internet [Электронный ресурс] / G. Riva/ – Режим доступа до ресурсу: https://books.google.com.ua/books?hl=uk&lr=&id=c9UnQ0OKL_wC&oi=fnd&pg=PA207&dq=vr+in+education&ots=MJcQKOlcro&sig=G9_JyRaBPhjWbMx3UBt_yOJL5Fo&redir_esc=y#v=onepage&q=vr%20in%20education&f=false.

28. S. Nickerson R. Technology in education: Looking toward 2020 [Электронный ресурс] / R. S. Nickerson, P. P. Zodiates. – 1988. – Режим доступа до ресурсу: https://books.google.com.ua/books?hl=uk&lr=&id=NzmcYzz4Y0EC&oi=fnd&pg=PR3&ots=k2Tz99OpMC&sig=O3h4A05sC84HCG7VbGaPRNoawNE&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.

29. S. Pantelidis V. Reasons to Use Virtual Reality in Education and Training

Courses and a Model to Determine When to Use Virtual Reality [Электронный ресурс] / Veronica S. Pantelidis // Themes in Science and Technology Education. – 2009. – Режим доступа до ресурсу: <http://earthlab.uoi.gr/ojs/theste/index.php/theste/article/view/22/17>.

30. S. Pantelidis V. Virtual reality in the classroom [Электронный ресурс] / Veronica S. Pantelidis // Educational Technology. – 1993. – Режим доступа до ресурсу: https://www.jstor.org/stable/44428033?read-now=1&seq=1#page_tab_contents.

31. Sutherland I. The ultimate display [Электронный ресурс] / Ivan Sutherland. – 1965. – Режим доступа до ресурсу: <http://worrydream.com/refs/Sutherland%20-%20The%20Ultimate%20Display.pdf>.

32. The Body VR [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: https://store.steampowered.com/app/451980/The_Body_VR_Journey_Inside_a_Cell/.

33. Unity 3D documentation [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>.

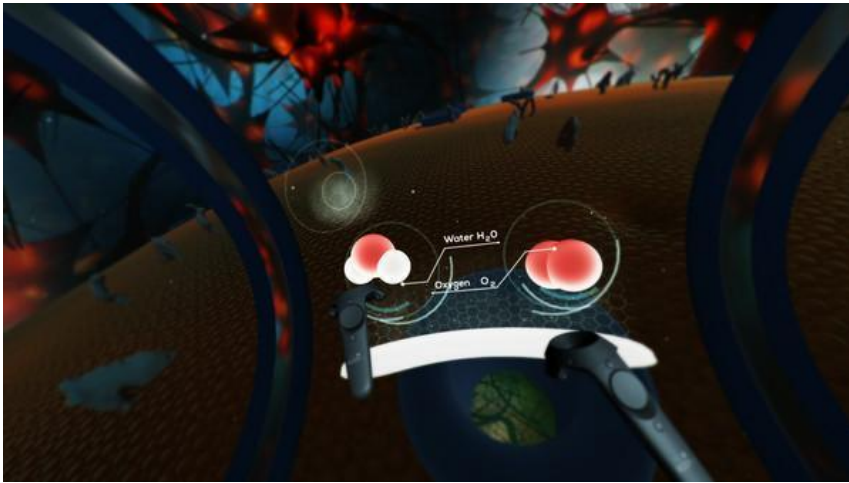
34. Unreal Engine 4 documentation [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://docs.unrealengine.com/en-us/>.

35. Viewing mobile learning from a pedagogical perspective [Электронный ресурс] / M.Kearney, S. Schuck, K. Burden, P. Aubusson // Research in Learning Technology. – 2012. – Режим доступа до ресурсу: <https://journal.alt.ac.uk/index.php/rlt/article/view/1225/pdf>.

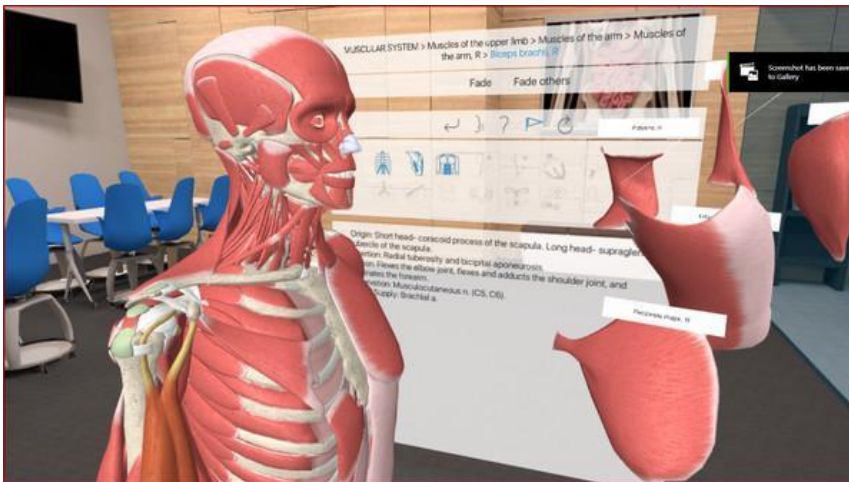
36. Wonda VR documentation [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://help.wondavr.com/documentation>.

ДОДАТКИ

Додаток А. *The Body VR*



Додаток Б. *3D Organon VR Anatomy*



Додаток В. *Google Expeditions*



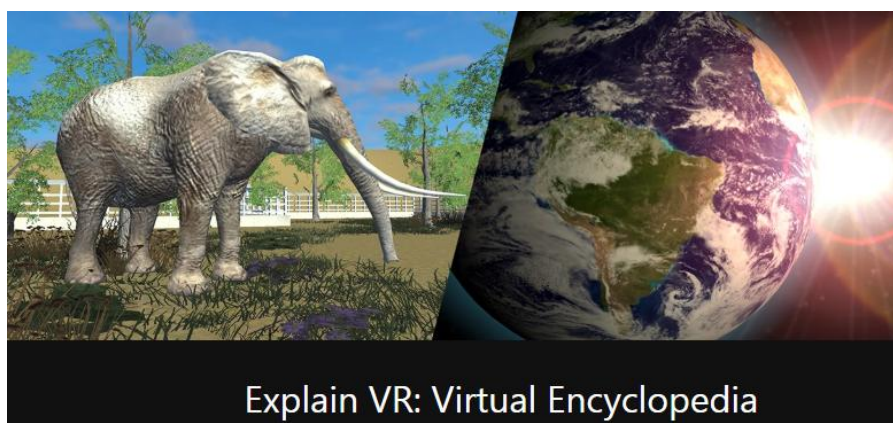
Додаток Г. Discovery VR



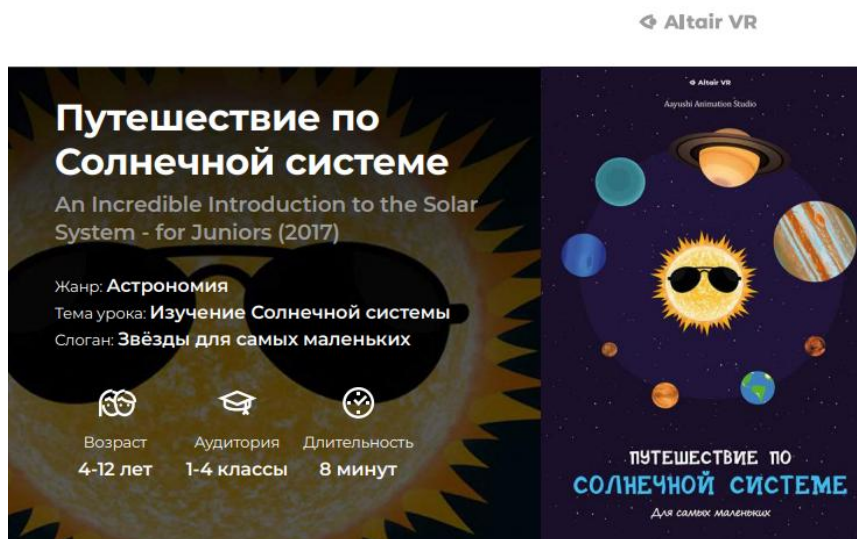
Додаток Г. BBC Earth



Додаток Д. Explain VR



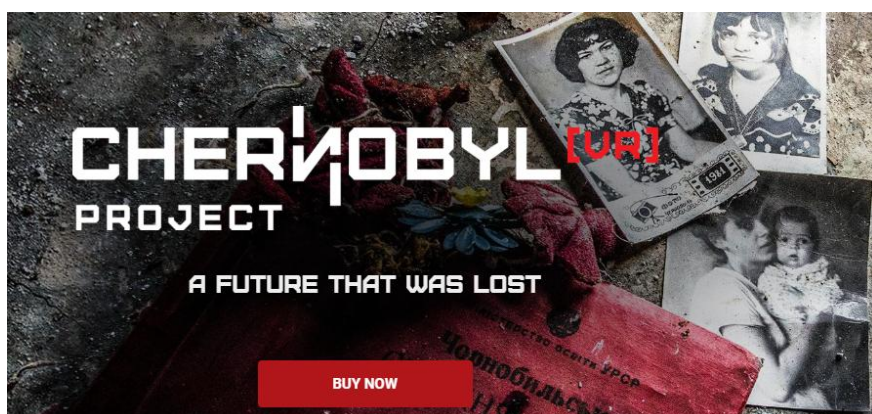
Додаток Е. Altair VR



Додаток Є. Київ: з ранку до світанку



Додаток Ж. Chernobyl VR Project



Додаток 3. Сценарій додатку «Arctic Norway VR Encyclopedia»

№	Опис	Локація	Тейк	VO
1.	Початкова сцена	Tromso Narvik	T04CO- pc2	Welcome to the Arctic Norway VR Encyclopedia! Please choose the scene: geography, history or crafts.
2.	Географія	Svalbard Longyear Glacier	T4C0_ fullsize2	You are near the Longyearbyen settlement in Svalbard, one of the Arctic archipelagos. Here is located the glacier Longyearbreen, reaching a length of 4.5 km, and a height from 876 m to 1.5 km. Arctic is the northern polar region of the Earth, which is conditionally divided into polar sectors that belong to Russia, USA, Canada, Norway and Denmark. The area of the Arctic region is 27 million km ² . About 15% of them is covered with glaciers. The absolute minimum temperature in the Arctic reaches -55° C, and the maximum - +10° C. In winter, there is a polar night, and in the summer the sun rises very high, but almost does not warm up.
3.	Історія	Alta Carving Museum	T2C0	Rock paintings of primitive people of the Arctic are dated back to 4200 BC. Now they are a part of Alta Carving Museum in Norway. Paintings represent the main rituals and crafts of the aborigines of the Arctic, such as hunting, trapping and fishing. The systematic explorations of the Arctic began in the second half of the XVI century. The first 13 polar stations were opened here in 1882-1883 during the First International Polar Year. And in 1909, an American Robert Peary became the first man to reach the North Pole. Humans may have lived in the Arctic as long as 30,000 years ago. Towards the end of the last ice age, 10,000 years ago, hunters of caribou, woolly mammoths and woolly rhino followed herds of these animals through northern Siberia. They became the first humans to cross the Bering Strait to North America; a few thousand years later, some had settled along the Arctic coasts and become expert hunters of whales, walrus and seals.
4.	Промисли	Hennigs- vaer	T05C0	One of the major crafts of the Arctic for many centuries has been fishing. Here you can find many fishing villages like, for example, Henningsvaer. Fishing was practiced mainly in the summer, and for the winter fish was canned and dried. From 2017, there is a moratorium on commercial fishing in Arctic region for at least 16 years, as warming temperatures allow summer navigation across what was previously ice. Other important crafts in the Arctic are also hunting, reindeer herding and seabird fisheries. The common purpose of all is the extraction of meat, but deers are bred here also as vehicle, and one of the main goals of the hunting is valuable fur.

Графіка	Елементи інтерфейсу	Аудіо/фон
Зображення Північного полюсу	Іконка глобуса, що веде на сцену 1 "Географія"	Chad Crouch - Ocean
	Іконка первісної людини, що веде на сцену 2 "Історія"	
	Іконка риби, що веде на сцену 3 "Промисли"	
1. Карта Арктики, позначення Північного полюсу. 2. Карта Шпіцбергена. 3. Термометр	Кнопки "Вперед" та "Повернення" для переходу між сценами та кнопка "Меню" для повернення на початкову сцену.	Chad Crouch - Smoke
1. Іконка юрти. 2. Контур наскельного малюнка. 3. Графічне зображення печерної людини.	Кнопки "Вперед" та "Повернення" для переходу між сценами та кнопка "Меню" для повернення на початкову сцену.	Chad Crouch - Arctic
1. Риба, що пропливає у воді. 2. Зображення вудочки. 3. Олень, що біжить, та рушниця, що стріляє в нього.	Кнопки "Вперед" та "Повернення" для переходу між сценами та кнопка "Меню" для повернення на початкову сцену.	Chad Crouch - Rust