

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет міжнародних відносин  
Кафедра комп'ютерних мультимедійних технологій

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ С.М. Лобода

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2020 р.

# ДИПЛОМНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА  
ЗА СПЕЦІАЛІЗАЦІЮ "ТЕХНОЛОГІЯ ЕЛЕКТРОННИХ  
МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ВИДАНЬ"

**Тема: "Методи створення інформаційно-технологічної моделі відео екскурсії  
"Факультет міжнародних відносин"**

Виконавець: студент 215М групи Порубай Михайло Олександрович

Керівник: професор Мелешко Микола Андрійович

Нормоконтролер: \_\_\_\_\_ ст. викладач Таран Віктор Миколайович

Київ 2020

# НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет міжнародних відносин

Кафедра комп'ютерних мультимедійних технологій

Спеціальність: 186 "Видавництво та поліграфія"

Освітньо-професійна програма: "Технології електронних мультимедійних видань"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ С.М. Лобода

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2019 р.

## **ЗАВДАННЯ**

### **на виконання дипломної роботи**

Порубая Михайла Олександровича

1. Тема роботи "Методи створення інформаційно-технологічної моделі відео екскурсії "Факультет міжнародних відносин" затверджена наказом ректора від "2" листопада 2019 р. №2255 / ст.
2. Термін виконання роботи: з 7 жовтня 2019 р. по 28 січня 2020 р.
3. Вихідні дані роботи: сценарій та відео матеріали.
4. Зміст пояснювальної записки: розгляд екскурсій та віртуальних екскурсій, цільова аудиторія та типологія екскурсій, історія становлення та розвитку 360° відео, програмне забезпечення для монтажу 360°, монтаж відео екскурсії Факультету міжнародних відносин.
5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: таблиці, рисунки, схеми.

6. Календарний план-графік:

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1	Аналіз предметної області та розробка завдання	7.10.19 – 17.10.19	
2	Збір текстових та графічних матеріалів, написання 1-го розділу "Віртуальна екскурсія як сучасний метод візуалізації інформації та інструмент маркетингу"	18.10.19 – 10.11.19	
3	Написання 2-го розділу "360° відео як інструмент реалізації відео екскурсії"	14.11.19 – 30.11.19	
4	Монтаж відео екскурсії "Факультет міжнародних відносин"	1.12.19 – 15.12.19	
5	Написання 3-го розділу " Обробка матеріалів і монтаж відео екскурсії "Факультету міжнародних відносин"	15.12.19 – 31.12.19	
6	Загальне редагування та друк пояснювальної записки	1.01.19 – 19.01.19	
7	Підготовка презентації та доповіді	20.01.19 – 27.01.19	
8	Отримання відгуку керівника, рецензії	30.01.20	

7. Дата видачі завдання: " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2019 р.

Керівник дипломної роботи (проекту): \_\_\_\_\_ Мелешко М.А.

Завдання прийняв до виконання: \_\_\_\_\_ Порубай М.О.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи "Методи створення інформаційно-технологічної моделі відео екскурсії "Факультет міжнародних відносин": 101 сторінка, 56 рисунка, 3 таблиці, 24 джерела та 1 додаток.

ВІРТУАЛЬНА ЕКСКУРСІЯ, ПАНОРАМА, 360° ВІДЕО, МУЛЬТИМЕДІА, ВІРТУАЛЬНА РЕАЛЬНІСТЬ, СКЛЕЙКА, МОНТАЖ, ОБРОБКА, МЕТАДАНИ, КОЛЬОРОКОРЕКЦІЯ.

**Об'єкт дослідження** – віртуальні екскурсії, 360° відео екскурсії та методи їх опрацювання.

**Предмет дослідження** – відео екскурсія факультету Міжнародних відносин НАУ, обробка та монтаж матеріалів для відео екскурсії.

**Мета дипломного проекту** – дослідити можливості створення та програмне забезпечення відео екскурсій, розробити відео екскурсію по факультету Міжнародних відносин НАУ.

**Технічні та програмні засоби** – *Gear 360 ActionDirector, Adobe Audition, Adobe Premiere Pro CC, Spatial Media Metadata Injector.*

**Рекомендації щодо використання результатів:** використання на офіційній сторінці факультету та офіційних сторінках в різних соціальних мережах. Також може використовуватись в якості презентаційного матеріалу на виставках, конференціях, днях відкритих дверей.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ .....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ВІРТУАЛЬНА ЕКСКУРСІЯ ЯК СУЧАСНИЙ МЕТОД ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЇ ТА ІНСТРУМЕНТ МАРКЕТИНГУ .....	12
1.1. Віртуальна екскурсія як сучасний спосіб представлення інформації ....	12
1.1.1. Розвиток віртуальних екскурсій.....	12
1.1.2. Цільова аудиторія віртуальної екскурсії .....	17
1.1.3. Віртуальна екскурсія як ефективний інструмент реклами.....	18
1.2. Типологія віртуальних екскурсій та етапи їх створення .....	20
1.2.1. Види віртуальних екскурсій .....	20
1.2.2. Етапи створення віртуального туру.....	26
Висновки до розділу .....	31
РОЗДІЛ 2. 360° ВІДЕО ЯК ІНСТРУМЕНТ РЕАЛІЗАЦІЇ ВІДЕО ЕКСКУРСІЇ.....	33
2.1. Технології мультимедіа з охоптом 360° .....	33
2.1.1. Пристрої для зйомки 360° відео .....	36
2.1.2. Бінауральний звук.....	37
2.2. 360° відео як якісно новий напрямок мультимедіа .....	38
2.2.1. Становлення та огляд 360° відео .....	38
2.2.2. Технологія створення панорамного відео .....	42
2.3. Інструменти для роботи з 360° мультимедіа.....	46
2.3.1. Апаратне забезпечення створення 360° відео та його відтворення.....	46
2.3.2. ПЗ для створення фотопанорам.....	55
2.3.3. Спеціалізоване ПЗ для створення 360° відео .....	62
2.3.4. Широкопрофільне ПЗ для підготовки 360° відео.....	67

Висновки до розділу .....	69
РОЗДІЛ 3. ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ І МОНТАЖ ВІДЕО ЕКСКУРСІЇ "ФАКУЛЬТЕТ МІЖНАРОДНИХ ВІДНОСИН" .....	71
3.1. Обробка відзнятого матеріалу .....	71
3.2. Обробка звукових файлів .....	77
Висновки до розділу .....	86
ВИСНОВКИ.....	88
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	92
ДОДАТОК А.....	95

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

*VR (virtual reality)* – віртуальна реальність.

*HDR (High Dynamic Range)* – загальна назва технологій роботи із зображеннями і відео, діапазон яскравості яких перевищує можливості стандартних технологій відображення зображень .

*PC (Personal computer)* – персональний комп'ютер.

*SSD* – твердотільний накопичувач інформації для комп'ютера.

*4K* – для позначення роздільної здатності в цифровому кінематографі і комп'ютерній графіці, приблизно відповідне 4 000 пікселів по горизонталі [1].

*DSLR(Digital single-lens reflex camera)* – є цифровою фотокамерою, яка використовує автоматичний дзеркальний механізм та пентапризму або пентадзеркало для того, щоб спрямувати світло із об'єктива крізь видошукач в окуляр [2].

ФМВ – Факультет міжнародних відносин.

## ВСТУП

Виникнувши ще багато років тому, екскурсійна діяльність стала важливою частиною життя людини. Вона дає можливість краще пізнати навколишній світ, розширити пізнання в певній сфері. Якісно проведена екскурсія дарує нові враження, запам'ятовується та виділяється. Проте навіть зараз залишаються актуальними і певні недоліки екскурсій: велика часо та фінансова затратність, можлива некомпетентність екскурсовода, залежність від погодних, транспортних чи людських факторів. В сучасному світі ці недоліки є досить значимими обмеженнями для певних груп людей.

Поява віртуальних екскурсій стала новим етапом розвитку екскурсійної діяльності, та значно розширила сферу їх використання. Важливою її особливістю стала доступність. З широкою популяризацією інтернету, доступ до віртуальних екскурсій з'явився майже у кожної людини. Більше не потрібно витрачати багато часу і фінансів, адже всі екскурсії доступні у вільному доступі 24 години на добу круглий рік.

Віртуальні екскурсії сьогодні мають різні види для різних потреб. Проте всі вони завдяки розвитку техніки та комп'ютерних технологій мають високий рівень виконання та реалістичності, здатні створювати ефект занурення в екскурсію, що робить їх максимально схожими до традиційних по емоційній та інформативній наповненості.

Технологія 360° з'явилась порівняно недавно, та ще не отримала популярності. Це пов'язано з новизною технології, дорогими камерами, важкістю зйомки та необхідними спеціальними знаннями для обробки та монтажу відео. На сьогодні ще невелика частина ресурсів підтримує такий формат, проте їх кількість стрімко збільшується. 360° відео знімає з охопленням всього простору навколо камери. Це значно розширює інформативність та справляє більше враження на глядача. Завдяки цьому 360° відео екскурсії можна назвати новим етапом розвитку віртуальних турів. Саме вони на відмінну від інших віртуальних



екскурсії мають максимальний ефект занурення в події на екрані. Особливо в поєднанні з технологіями віртуальної реальності можливості 360° відео стають дуже широкими. Перегляд такого відео в окулярах *VR* справляє надзвичайно сильне враження та практично не відрізняється від реальної екскурсії. Проаналізувавши всі переваги 360° відео екскурсій можна передбачити, що в найближчі десятиліття 360° тури матимуть широку популярність та продовжать стрімко розвиватись.

З появою можливості 360° зйомки постала проблема обробки відзнятого матеріалу. Звичайні програми для відео монтажу не підходять для роботи з панорамними відео та зазвичай просто не зчитують їх. Для роботи з 360° відео необхідне вузькопрофільне програмне забезпечення, що буде враховувати специфіку такого відео та надасть необхідні інструменти для монтажу. І такі програми з'явилися з початком поширення 360° камер.

Частина таких програм створена незалежними студіями, частина розроблювалась спеціально для певних камер їх же розробниками. Всі ці програми є відмінними від традиційних відео редакторів та мають специфічні для них функції, такі як зшивання, робота в сферичній проекції тощо. Тому для обробки 360° відео необхідні спеціалісти, що орієнтуються не лише в звичайних відео редакторах, а й знають специфіку роботи з панорамними відео.

360° відео окрім самого процесу монтажу мають ще етап зшивання відео з різних об'єктивів камери. Цей етап є одним найважливіших, адже на етапі монтажу вже майже не можливо виправити помилки зшивання і сильно помітні шви можуть зіпсувати весь матеріал. А при зйомці різними камерами присутній етап синхронізації відео перед зшиванням. Тому для отримання якісного кінцевого відео необхідна кваліфікована робота з ним.

Виходячи з цього зараз є актуальним створення 360° відео екскурсій як якісно нового виду віртуального туру, що може здивувати та дати нові враження глядачу. І відповідно з'являється необхідність у володінні навиками роботи з 360° відео.

**Мета дипломної роботи:** в ході виконання дипломної роботи необхідно виконати такі завдання:

- розглянути основи екскурсійної діяльності;
- визначити поняття та особливості віртуальної екскурсії;
- навести типології віртуальних екскурсій;
- окреслити маркетингові перспективи віртуальних екскурсій;
- провести огляд технології 360° мультимедіа та етапи створення 360° відео;
- проаналізувати програмне забезпечення для створення 360° відео;
- обробити та змонтувати відео матеріали;
- провести корекцію звуку;
- завантажити відео екскурсію на інтернет ресурси.

**Об'єкт дослідження** в дипломній роботі: віртуальні екскурсії, відео екскурсія як підвид віртуальної екскурсії. Обробка та монтаж відео екскурсій, методи їх проведення.

**Предметом дослідження** є відео екскурсія факультету Міжнародних відносин НАУ, монтаж та обробка наданих матеріалів відео екскурсії.

**Наукова новизна отриманих результатів.** В ході виконання дипломної роботи було розроблено алгоритм обробки 360° відео екскурсії. Виділено окремі процеси обробки, їх послідовність, рекомендовані результати кожного проміжного процесу та підібране оптимальне програмне забезпечення для монтажу відео екскурсії.

Дістало подальший розвиток огляд та визначення засобів для редагування 360°, обробка аудіо з таких відео, розгляд сумісності використання різних програм для комплексної роботи з панорамним відео.

**Практичне значення отриманих результатів.**

Отримана відео екскурсія по факультету Міжнародних відносин Національного авіаційного університету може бути використана для

привернення уваги абітурієнтів та студентів, їх батьків, надання загальної інформації про факультет та його переваги і можливості. Відео екскурсію доцільно використовувати на офіційній сторінці факультету та офіційних сторінках в різних соціальних мережах. Дане відео виступає в якості презентаційного матеріалу на виставках, конференціях, днях відкритих дверей для підтримання іміджу факультету.

**Особистий внесок випускника.** Особистий внесок автора дипломної роботи в створення відео екскурсії по ФМВ заключається в обробці та кольорокорекції поданого матеріалу. Проведено очищення звукових доріжок, відбір та монтаж найкращих кадрів. Викладено отриману відео екскурсію для загального доступу на інтернет ресурсі.

**Апробація отриманих результатів.** Робота "Особливості та етапи створення панорамних відео екскурсій навчальних закладів" що ґрунтується на дослідженнях дипломної роботи була представлена на конференції "Мультимедійні технології в освіті та інших сферах діяльності" в 2019 році, на кафедрі Комп'ютерних мультимедійних технологій ФМВ.

**Публікації.** Результати дослідження були опубліковані в збірнику тез до конференції "Мультимедійні технології в освіті та інших сферах діяльності" в 2019 році.

В дипломній роботі представлені 3 розділи. В першому розділі розглядається поняття віртуальної екскурсії (туру), його історичне підґрунтя та розвиток, етапи створення віртуальних турів та їх типологія

В другому розділі проводиться огляд технології мультимедіа 360°, його складові та сфери використання. Розглянуті етапи створення 360° відео та програмне забезпечення для його монтажу та обробки.

В третьому розділі розглядається безпосередньо створення відео екскурсії факультету Міжнародних відносин. Аналізуються способи обробки відео файлів та проводиться їх монтаж.

# РОЗДІЛ 1

## ВІРТУАЛЬНА ЕКСКУРСІЯ ЯК СУЧАСНИЙ МЕТОД ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЇ ТА ІНСТРУМЕНТ МАРКЕТИНГУ

### 1.1. Віртуальна екскурсія як сучасний спосіб представлення інформації

#### 1.1.1. Розвиток віртуальних екскурсій

Віртуальний тур (3D-тур) – це подорож з ефектом присутності в будь-яку точку світу за допомогою комп'ютера або гаджета.

Мабуть, почати варто з зрозумілого визначення: віртуальний тур – це реалістичне тривимірне зображення, що складається з циліндричних, сферичних панорам, зібраних з фотографій, тривимірних об'єктів і активних посилань-переходів (хотспотів). Більшість віртуальних турів надають можливість "переміщатися" за допомогою інтерактивних клавіш.

Для людини, яка запустила 3D-тур – це можливість потрапити в нове місце створене на базі вже існуючих але втрачених свій зовнішній вигляд споруд чи взагалі по описам, які збереглися з стародавніх віків. При цьому створюється набагато сильніший ефект присутності, ніж при перегляді фотографій або відео. Відмінною рисою такого програмного продукту є яскраві образи і сильні враження. Тому віртуальні тури швидко знайшли своє місце в рекламі: з їх допомогою легше залучити людину в незвіданий куточок планети, показавши його більш справжнім.

Перший віртуальний тур з'явився в 1994 році у Великобританії. Саме тоді в музеї замку Дадлі створили 3D-реконструкцію будівлі з можливістю "проходити" по приміщеннях, оформленим в стилі 1550 року. Перший віртуальний тур розробив інженер Колін Джонсон, новаторська презентація складалася з системи управління (на комп'ютері) і панорам (на диску).



Рис. 1.1. Королева Єлизавета II переглядає перший у світі віртуальний тур по замку Дадлі [3]

Одним з перших користувачів віртуального туру була королева Єлизавета II, саме вона офіційно відкрила центр для відвідувачів в червні 1994 року (рис.1.1).

Коли представники королеви запросили назву, опис і вказівки всіх видів активності нової презентації, система була названа і описана так: "Віртуальний тур, суміш віртуальної реальності і королівського туру". З деталями оригінального проекту можна ознайомитися на його офіційному сайті. Система пізніше в листопаді 1994 року була представлена на конференції Британського музею, і описана в офіційному документі (рис.1.2).



Рис. 1.2. Кадри першого віртуального туру з 3D-реконструкцією замку Дадлі [3]

Як бачимо, історія віртуальних турів почалася з музеїв. Музеї і продовжили цю традицію. Сьогодні у всіх великих музеїв є 3D-тури:

- Ватикан, Сикстинська капела.
- Смітсонівський музей природної історії.
- Колекція Державного Ермітажу.
- Галерея Уффіці.
- Колекція Фріка.
- Прадо.
- Колекція Метрополітен-музею.
- Реконструкція Третьяковки 1898 роки.
- Музей Сальвадора Далі у Флориді.
- Музей східного мистецтва в Чикаго.
- Музей цивільної авіації.
- Скансен в Чернівцях.
- Лувр.
- Британський музей.
- Музей мадам Тюссо.

Багато що стало можливим завдяки арт-проекту *Google*, на базі якого створили віртуальні тури в сотнях музейних залів (рис. 1.3).

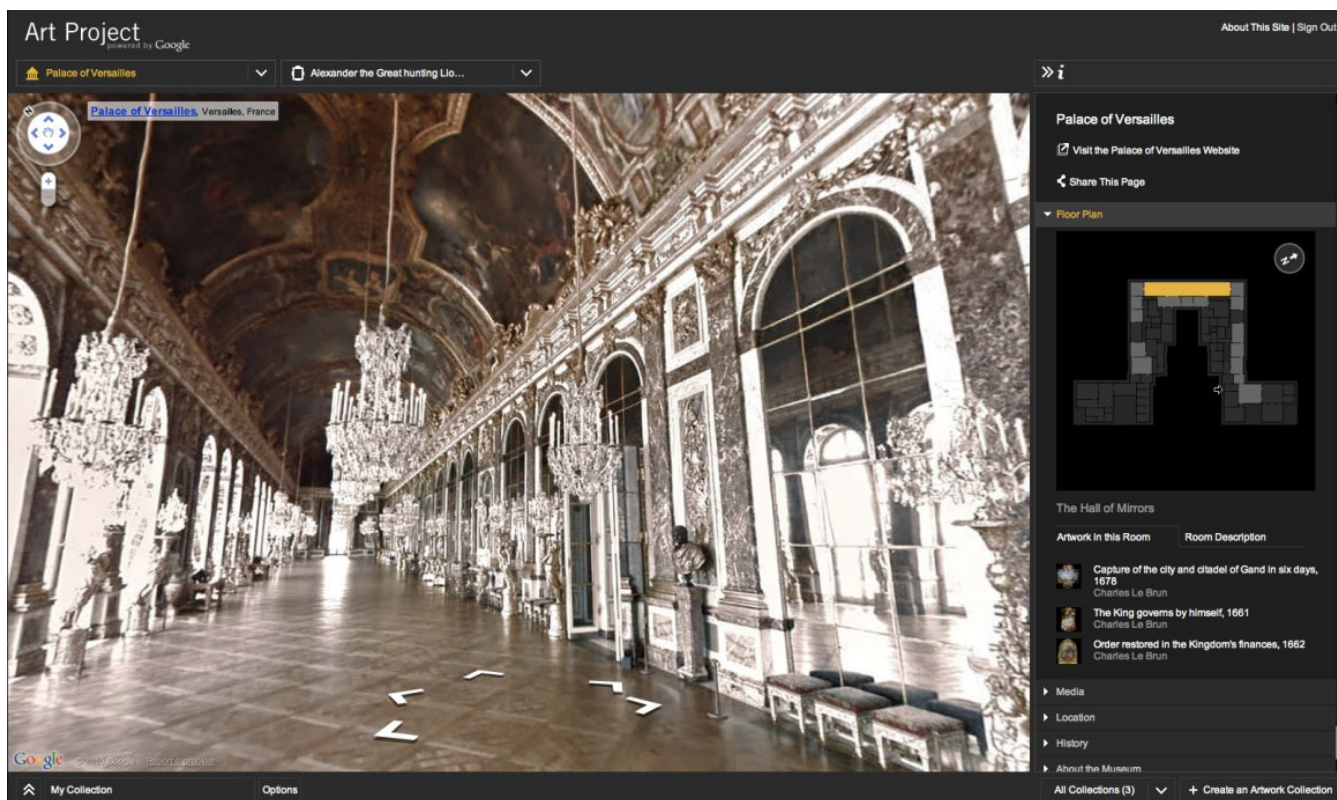


Рис. 1.3. Арт-проект *Google* – приклад навігації при віртуальній прогулянці по музею [3]

Спочатку інтерактивні прогулянки були некомерційним продуктом. Однак сучасні інтерфейси дають все більше можливостей. У тому числі рекламних.

На початку 2000-х років кількість 3D-турів наростало лавиноподібно. Поступово продукт вийшов за межі будівель. Особливо популярними стали екскурсійні тури по різним природним пам'яткам.

Мабуть, найвідоміший віртуальний тур на пересіченій місцевості – екскурсія по Чорнобиллю. Ентузіасти зняли зону відчуження, і всі бажаючі абсолютно без небезпеки для здоров'я можуть "ходити стежками" покинутого місця.

Зараз технологія настільки доступна, що 3D-тури є практично по всіх містах, особливо по більш-менш значимих місцях. Кожна пам'ятка і пам'ятник

історії, якщо у них є свій сайт, пропонують ще й віртуальну прогулянку. До теми приєдналися готелі, розважальні заклади, університети, стадіони, курорти [3].

Віртуальна екскурсія, по суті, це – мультимедійна фотопанорама, в яку можна помістити відео, інфографіку, текст, посилання. Але назвати побачене просто панорамою не можна, настільки вона створює ефект присутності і ефект прогулянки. Назва "екскурсія" характеризує її можливості набагато точніше.

Умови, необхідні для публікації віртуальної екскурсії:

- наявність не менше двох приміщень, щоб користувач зміг переходити з одного місця в інше відчувши себе на екскурсії;
- спливаючі текстові пояснення або фото, відео з показом деталей;
- яскрава графіка і сучасні ефекти;
- елемент гри – користувачі сприймають віртуальні прогулянки як гру.

Плюси віртуальних екскурсій:

- доступність;
- можливість огляду в будь-який час;
- можливість багаторазової "участі" в екскурсії і перегляду інформації;
- ефект присутності.

Мінуси:

- неможливо задати питання в режимі реального часу;
- залежність від творців – неможливо побачити те, за кадром;
- обмеженість вражень.

Для організації віртуальної екскурсії так само, як і для екскурсії реальної, необхідно визначити набір ключових пунктів і сформувати для кожного з них заданий обсяг інформації.

Оскільки у користувача немає можливості побачити реальний об'єкт, важливо передбачити наявність графічної інформації – перш за все у формі фотографій, а також карт і планів (схематичний план села чи міста, положення населеного пункту на карті і т.п.).



Супроводжуючий коментар може бути представлений в текстовій формі або у вигляді аудіозапису голосу "екскурсовода". Однак створення звукових файлів вимагає більш кропіткої роботи, а самі вони досить великі, що ускладнює маніпуляції з ними і можливе розміщення в Інтернеті. Тому більш рекомендовано спиратися на матеріал в текстовій формі.

Таким чином, текстова та графічна інформація складають основу екскурсії. У деяких випадках доречно звукова інформація, особливо для фольклорного пісенного матеріалу.

Відеоінформація може також поживити екскурсію, однак робота з нею надзвичайно складна і вимагає наявності спеціальних технічних компонентів, відсутніх в стандартному наборі комп'ютера.

#### 1.1.2. Цільова аудиторія віртуальної екскурсії

Використання віртуальних екскурсій для допомоги людям з обмеженими можливостями здоров'я.

Результати недавніх досліджень в сфері взаємозв'язку комп'ютерних технологій і людей з фізичними вадами показали, що віртуальні екскурсії ефективні для передачі інформації і, в деяких випадках, знижують рівень тривожності.

Людам з обмеженими можливостями здоров'я складно подорожувати, тому віртуальна екскурсія як ніколи до речі.

Використання віртуальних екскурсій для людей з браком коштів.

Далеко не секрет, що будь-який вид відпочинку досить недешевий. І тому зачасту доводиться обирати не бажаний відпочинок чи подорож, а те, на що вистачає коштів або відмовитись від подорожей взагалі.

Віртуальні тури дозволяють майже повністю відчути себе на бажаній екскурсії чи в цікавому місці. І все це доступно безкоштовно, необхідно мати лише комп'ютер та доступ до інтернету щоб побувати майже в будь якому куточку планети.

Використання віртуальних екскурсій для реклами.

Вигідно використовувати віртуальні екскурсії і в якості реклами певних місць, закладів, подій чи країн. Така екскурсія може зацікавити глядача і підштовхнути до реального відвідування місця аби побачити все на власні очі. Також віртуальні екскурсії стають популярними для реклами ресторанів, готелів, розважальних центрів або відвідувачі могли одразу побачити все не виходячи з дому.

Використання віртуальних екскурсій для туристичних агентів.

Туристичні агенти повинні знати все про ту країну, в яку відправляють туристів. Об'їхати все не вистачить ні грошей, ні часу. Віртуальна екскурсія допоможе краще дізнатись цікаві місця різних країн аби потім впевнено рекомендувати їх туристам [4].

### 1.1.3. Віртуальна екскурсія як ефективний інструмент реклами

Віртуальний тур або віртуальна екскурсія – новий маркетинговий інструмент, який має унікальні функції і включає в себе сферичні панорами з кутом огляду в 360° і можливістю переходів з однієї панорами в іншу, подивитися панораму з висоти пташиного польоту, спуститися на землю і зайти всередину, перейти з холу готелю в номер, з вулиці в будинок і так далі.

При використанні віртуального туру в бізнесі можна перемістити потенційного клієнта безпосередньо до пропонованого продукту. Глядач, він же потенційний клієнт може походити по конференц залу, спа-салону, ресторану, кафе, подивитися квартиру, подивитися кімнати готелю, поглянути на територію курорту або земельної ділянки з висоти, переглянути освітню установу.

Величезна перевага віртуального туру – інтерактивність, тому вона спонукає глядача активно брати участь, а не пасивно спостерігати фото або відео.

За допомогою віртуальних турів наочно демонструється глядачеві атмосфера закладу, зовнішній вигляд офісу чи магазину, демонстрація зсередини

і зовні заміського будинку або автомобіля, знайомства з оформленням інтер'єру в караоке-клубі, кафе, готелі, фітнес клубі або салоні. Для туристичного сегменту це унікальна можливість ознайомити глядача з основними пам'ятками, можливість прогулятися по залах музеїв, виставок, площах і т.п.

При наявності на сайті віртуальної екскурсії це викликає у користувача значний інтерес і збільшує довіру до ресурсу. Розміщення інформації на *web*-сайті є однією з найпотужніших можливостей залучення уваги потенційних клієнтів, а значить, дозволяє просувати ефективніше рекламу. На даний момент віртуальні екскурсії є для багатьох новою і дуже ефективною послугою, що безумовно привертає великий інтерес. Крім того віртуальний тур дозволяє позиціонувати заклад, як сучасну компанію, яка вигідно вирізняється на ринку і запам'ятовується потенційному клієнту серед інших закладів.

#### *Переваги віртуальних турів*

Для покупців:

- колосальна економія часу (покупець знайомиться з об'єктом або послугою в будь-який зручний для нього час);
- можливість попередньо і детально подивитися всі наявні цікаві об'єкти;
- в різних сферах бізнесу (наприклад, в туристичному), де особистий огляд неможливий, віртуальний тур надасть неоціненну допомогу.

Для продавців:

- прояв інтересу і збільшення довіри до компанії, як наслідок поява нових клієнтів, адже віртуальні тури сьогодні викликають великий інтерес у відвідувачів;
- креативність, оригінальність і привабливість – надання клієнту інформацію відмінним від конкурентів способом, викликає набагато більший інтерес, ніж просто фотографії або текст;
- доступність 24 / 7 365 днів в році – віртуальний тур можна переглядати коли зручно користувачеві;

- можливість гнучкого і різноманітного використання одного і того ж туру, як в Інтернеті, так і на зовнішніх носіях, відео презентацій, *PowerPoint* презентаціях, які можна демонструвати в офісі клієнта і на виставці. Це дозволяє значно розширити охоплення аудиторії;
- оперативність і простота розміщення нових віртуальних турів, оновлення і заміни старих панорам в готових турах, що є гарантією актуальності представленої інформації [5].

## **1.2. Типологія віртуальних екскурсій та етапи їх створення**

### **1.2.1. Види віртуальних екскурсій**

На сьогоднішній день віртуальні екскурсії набувають все більшої популярності, проте і залишаються поки не дуже відомими та дослідженими з наукової точки хору. Тому поки не існує єдиної встановленої класифікації віртуальних турів.

Технічно, віртуальний тур – це будь-яка симуляція існуючого місця розташування, зазвичай складена з послідовності відео або нерухомих зображень. Також можуть використовуватися інші мультимедійні елементи, такі як плани поверхів, звукові ефекти, музика, розповідь і текст.

За методом створення віртуальні тури можна поділити на такі категорії:

- 360° / панорамні тури;
- відео тури;
- інтерактивний план поверху;
- фото-тури.

#### *360° або панорамні тури*

Панорама – це зображення, що охоплює весь простір навколо об'єкта, що проводить зйомку, панорама може бути або серією фотографій, або панорамним відео (рис. 1.4). Панорамні віртуальні тури складаються з декількох знімків, зроблених з однієї точки огляду. Камера і об'єктив обертаються навколо так

званої точки надира (точна ззаду об'єктива, де світло сходиться), а потім обробляються та з'єднуються в єдину панораму. До панорамного туру входить хоча б декілька панорам з'єднаних точками переходу. Інколи до них додається аудіо супровід та текстові підказки чи нотатки а також меню для навігації по панорамному туру.



Рис. 1.4. Приклад панорамного туру готелю [6]

Основні переваги:

- відображення всього 360° огляду області;
- ефект присутності в зображуваному місці.

Основні недоліки:

- повільне завантаження;
- неефективна робота на мобільних пристроях;
- відсутність контролю перегляду.

### *Інтерактивний план поверху*

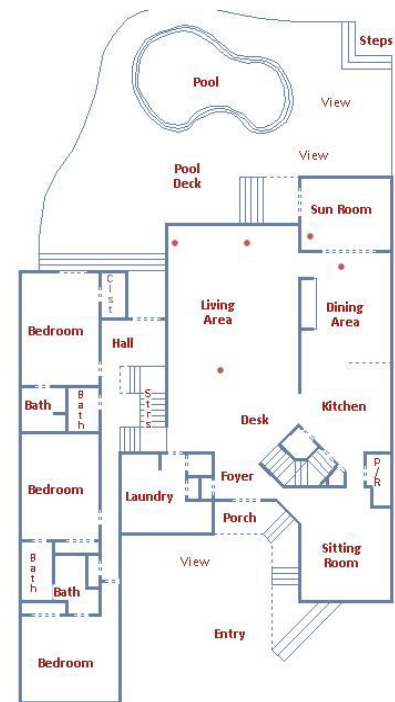
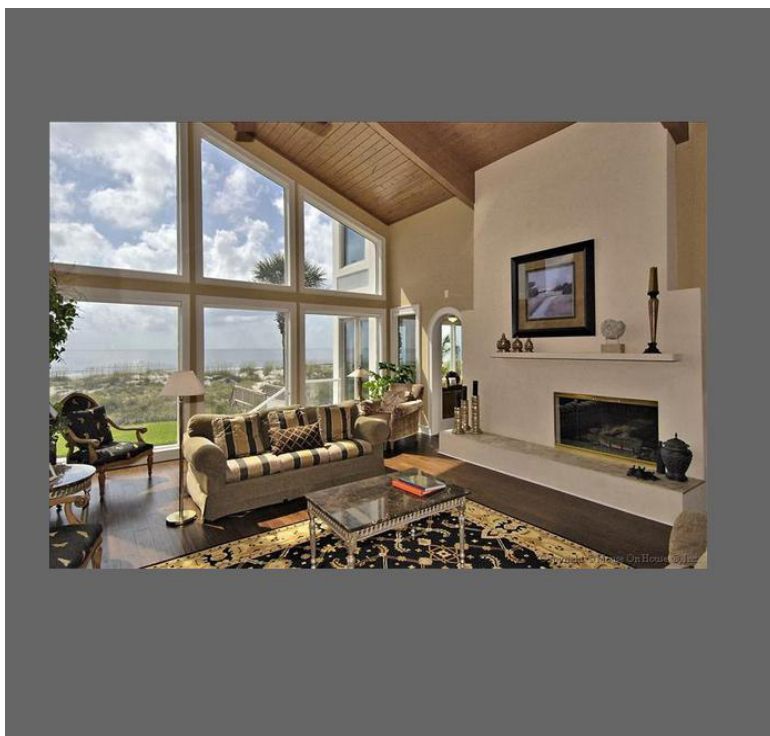
Інтерактивний план поверху поєднує в собі фотографії чи панорами та архітектурний план всього будинку, так що відвідувач може оглядати кімнати і переміщатися по будинку (рис. 1.5).

Основні переваги:

- швидкий час завантаження;
- контроль глядача;
- дає відвідувачеві загальне уявлення про розмір і планування об'єкта;
- зручність для мобільних пристроїв.

Основні недоліки:

- не дає 360° огляду кожної кімнати.



Copyright © TruPlace, Inc.

Рис. 1.5. Екскурсія по плану будівлі [6]

### *Відео тури*

Відео тур – це відеоролик в русі, який показує зображувальний об'єкт або місце з різних ракурсів. На відміну від статичного ефекту звичайного відео, у відео турах відео знімається в русі або все більшої популярності набувають

360° відео, в яких користувач може переглянути місце в повному охоплені простору. Більшість відео турів також включають в себе музику, закадрове озвучення та / або накладення тексту (рис. 1.6).

Основні переваги:

- зручність для мобільних пристроїв;
- відображення всього 360° огляду області.

Основні недоліки:

- повільне завантаження;
- відсутність контролю перегляду [6].

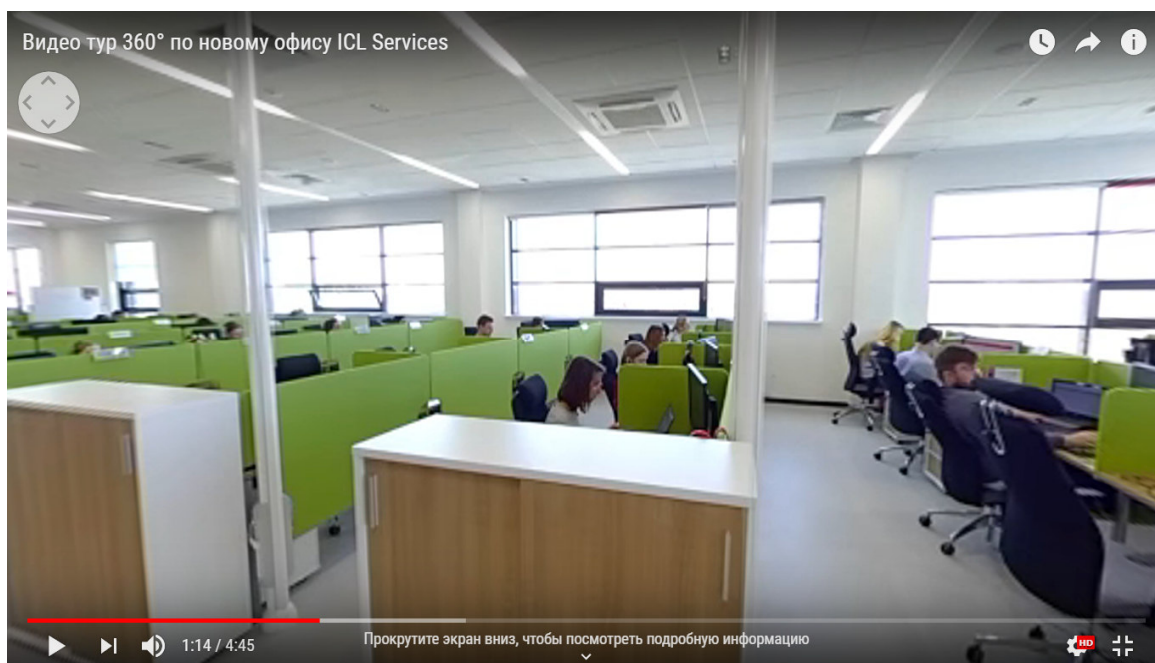


Рис. 1.6. 360° відео тур [8]

Існує також і інша класифікація віртуальних турів за програмною реалізацією.

*Google Street View* віртуальні тури або *Google Business View* (напівпрофесійні)

*Google Street View* – це сервіс від *Google*, який дозволяє створювати та додавати панорами на основі *Google* карт. Це найпопулярніша категорія створення віртуальних турів, їх легко створювати і переглядати.

Плюси:

- легкість публікації і легкість створення;
- *Google* надає хостинг абсолютно безкоштовно;
- *Google* надає інтерфейс і навігаційні стрілки;
- сумісність з різними браузерерами;
- легко інтегрується в будь-який сайт;
- працює на *Google Cardboard*.

Мінуси:

- низ панорами має погану якість, зазвичай там видно штатив або спотворення;
- часто допускається багато помилок при зшиванні зображень;
- навігація може бути заплутаною. Немає жодних варіантів зміни навігації і є шанс розгубитись;
- сцени повинні знаходитись близько один до одного для зв'язку між ними, і в кінцевому підсумку змушені показувати багато речей, які не повинні були потрапляти в тур (наприклад: зламана частина будівлі або сміттєвий майданчик на маршруті між двома основними точками);
- необхідно зробити багато кліків та переходів щоб зорієнтуватись, якщо користувач не знайомий з місцем.

*Віртуальний тур за допомогою 360° камери*

Такий віртуальний тур створюється зі знімків створених на 360° камеру. Така камера одразу видає панорамний знімок, без необхідності використовувати декілька камер або створення декількох кадрів. Ця категорія зараз приваблює багато нових користувачів. Причина в тому, що з цим легко працювати.

Плюси:

- легка зйомка, не потрібно використовувати додаткові камери;
- можливість налаштування необхідних параметрів при зйомці;
- менше часу для постобробки.



Мінуси:

- якість зображення / роздільна здатність буде гіршою;
- менший контроль над помилками зшивання;
- сцена може мати різну яскравість та освітлення;
- викривлення можуть з'являтися в сусідніх об'єктах.

*Спеціально розроблені віртуальні тури за допомогою DSLR (Professional)*

Такі тури створюються на професійну цифрову камеру, створюючи багато знімків навколо своєї осі та зводячи їх в панораму в спеціальних програмах. Потім вони з'єднуються в цільний тур в підключенням спеціальних шаблонів переходів та навігації. Це друга за популярністю категорія віртуальних турів, які зустрічаються в Інтернеті. Здебільшого готелі, школи, ріелтори віддають перевагу цьому віртуальному туру. Якість такого туру змінюється залежно від кваліфікованості фотографа та залежно від виду використовуваного обладнання, якості зшивання та редагування зображень.

Плюси:

- дуже висока якість порівняно з *Google Street View*;
- більше контролю над сценою і можливостей її редагування;
- інтерфейс може містити більше інформації про сцену;
- навігація більш плавна та інтуїтивно зрозуміла;
- може відповідати корпоративному стилю установи чи місця;
- якість зшивання зображень висока і матиме професійний вигляд.

Мінуси:

- якість результатів в основному залежить від досвіду спеціалістів, та обладнання, яке вони використовують для зйомки;
- велика витрата часу під час зйомки та на післяобробку;
- потрібно розмістити віртуальний тур на веб-сайті або використовувати будь-які сторонні платформи;
- відносно дорогі в створенні [7].

### 1.2.2. Етапи створення віртуального туру

Для створення віртуального туру необхідно:

- продумати структуру віртуального туру;
- визначити точки зйомки панорам;
- відзняти необхідну кількість панорам;
- створити панорами;
- провести корекцію готових панорам;
- об'єднати панорами у віртуальний тур;
- додати засоби навігації;
- викласти віртуальний тур в мережу.

Перед початком створення віртуального туру необхідно продумати структуру туру і визначити кількість необхідних панорам.

Головною складовою віртуального туру є панорами. Для їх створення можна застосовувати різні технології і методи. Можна використовувати і різну техніку: телефони, фотоапарати, планшети. Так, наприклад, розроблено багато програм для телефонів, щоб фотографувати панорами, але вони обмежують кут огляду до  $180^\circ$ . Можна зробити віртуальний тур і з таких неповних панорам, але завжди цікаво, а що там за цими  $180^\circ$ . Тому найбільш оптимальним пристроєм для панорам на сьогодні є фотоапарат. Використовуючи фотоапарат можна зробити панорами, які будуть відображати повну картину на  $360^\circ$ , майже таку, яку бачить фотограф. Необхідний комплект обладнання для 3D-панорами наступний: фотоапарат з об'єктивом, штатив і панорамна головка.

Панорами можуть бути двох типів – сферична або кубічна. Сферична або еквідистантна панорама (рис. 1.7) більш прийнятна для людського ока. Вона призначена, в першу чергу, для показу на комп'ютері за допомогою спеціального програмного забезпечення. Для її отримання необхідно розрізати сферу і розкласти її на площині, при цьому розтягуючи верх і низ (зеніт і надир) для отримання прямокутного зображення. Характерна риса сферичних панорам – це

максимально можливий кут огляду ( $360^\circ \times 180^\circ$ ). Такий кут огляду дозволяє повністю відобразити навколишній простір. Для отримання 3D-панорами необхідно помістити зображення сферичної або кубічної проекції на сферу або куб відповідно.

При створенні кубічної проекції необхідно помістити сферу з зображенням всередину куба зі стороною, яка дорівнює діаметру сфери (рис. 1.8). Після цього треба спроектувати сферу на кожну сторону і розрізати отриманий куб. В результаті таких маніпуляцій отримуємо проекцію у вигляді 6 сторін куба, кожна з яких відображає частину сфери розміром  $90^\circ \times 90^\circ$  щодо точки огляду: фронтальна, права, тилова, і ліва проекція, а також верх (вища точка) і низ (нижча) сфери. Дана проекція більш зручна для редагування зображення, так як в ній відсутні спотворення, які утворюються при сферичній проекції.



Рис. 1.7. Сферична проекція



Рис. 1.8. Кубічна проекція

При зйомці панорам можна зіткнутися з такою проблемою як кут огляду об'єктива. Виходячи з геометрії, жоден з об'єктивів не в змозі передати весь простір так, як бачить його людське око. На це здатні тільки ширококутні об'єктиви (так звані *fish-eye*). За допомогою даного об'єктива можна зняти повну сферу, що складається з 3-х і більше кадрів.

При зйомці звичайним фотоапаратом необхідно зробити деяке число кадрів з певним кутом повороту по горизонталі і вертикалі, після чого необхідно об'єднати їх в одну панораму за допомогою спеціального програмного забезпечення.

При зйомці з поворотом камери на певний кут, після створення панорами можна помітити, що такі панорами досить важко об'єднувати і може виникати паралакс. Паралакс – зміна видимого положення об'єкту відносно віддаленого фону в залежності від положення спостерігача. При повороті камери відбувається зміщення об'єктів ближнього і далекого плану щодо один одного. Для того, щоб цього уникнути, необхідно обертати фотоапарат щодо нодальної точки. Нодальна точка – це точка на оптичній осі об'єктива, в якій перетинаються промені світла, що йдуть до матриці фотоапарата [9].

Для кожного об'єктива і фокусної відстані необхідно визначати свою нодальную точку. Для того, щоб уникнути паралакса і обертати фотоапарат навколо нодальної точки, необхідно використовувати спеціальні панорамні штативні голівки. Використання будь-яких інших штативних головок призведе просто до повороту корпусу фотоапарата, навколо місця кріплення до штатива, а не навколо нодальної точки.

Більшість панорамних головок дає можливість повороту по горизонталі і вертикалі для створення сферичних панорам. Вона служить для того, щоб закріпити камеру таким чином, щоб вісь обертання проходила через нодальную точку. Нижче на рисунку 1.9 представлена звичайна голівка (зліва) і панорамна з трьома площинами обертання (праворуч).



Рис. 1.9. Зовнішній вигляд штативної і панорамної головок

Зйомка панорами складається з послідовного фотографування зображень з поворотом навколо нодальної точки. Розташовані поруч знімки повинні перекривати один одного областю не менш 20 – 30%, як по горизонталі, так і по вертикалі. Це дає можливість програмному забезпеченню проаналізувати їх і об'єднати в єдину панораму [10].

Для повноти панорами необхідно також зняти надир і zenit. Zenit – це лінія перпендикулярна вгору від площини горизонту в точці, де знаходиться фотоапарат, а надир – вниз.

Після того, як зняті всі необхідні кадри, їх треба об'єднати в одну загальну панораму. Для цього можна використовувати кілька програм, наприклад, *AutoPano Pro*, *PTAssembler*, *Hugin* і т.д.

Необхідно враховувати, що чим краще якість готової панорами, тим більше її розмір, тим потужнішим має бути комп'ютер і більше часу необхідно витратити на її створення.

У програмі *AutoPano Pro* коли всі знімки завантажені і вибрані налаштування, програма аналізує всі кадри, знаходить спільні області і будує попередню панораму. Якщо отримана панорама не підходить або неправильно знайдені контрольні точки, програма дозволяє відредагувати панораму перед остаточним об'єднанням.

При перегляді готової панорами можна виявити, що при зйомці на об'єктах були різні дефекти, які негативно відбиваються на загальній панорамі. Для того, щоб не шукати окремі знімки, де знаходиться цей об'єкт, редагувати його там і заново будувати панораму, можна використовувати програму *Pano2VR*. *Pano2VR* дозволяє перетворити сферичну панораму в куб, знайти потрібне місце для ретуші, перетворити це зображення в різні формати: *.tiff*, *.jpg*, *.png* і відредагувати його в програмі *Adobe PhotoShop*. Після цього можна завантажити збережене зображення в вихідну панораму, вказавши координати вилучення. Після редагування панорами її знову прораховують.

Створені панорами об'єднуються в тур за допомогою точок і областей переходу. Для цього створено багато різних програм: *Kolor Panotour Pro*, *3DVista*, *Pano2VR*.

Для початку, необхідно створити структуру туру, яка дозволяє візуально це відобразити. Після завантаження всіх панорам в проєкт, вони розставляються відповідно до обраної структури. Потім необхідно додати навігацію до туру для зручності користування (рис. 1.10).

Завершальним етапом є збереження туру для подальшого перегляду.

Готовий віртуальний тур зазвичай викладається на інтернет ресурси або за допомогою спеціального програмного забезпечення переглядається на комп'ютері. Для перегляду таких турів на сайті зазвичай необхідна наявність встановленого *Adobe Flash Player*, інакше тур не буде завантажуватись. Якщо тур виконаний у формі відео то особливого ПЗ воно для відтворення не потребує, на відмінну від 360° відео, яке відтворюється лише на деяких інтернет ресурсах та лише за допомогою спеціальних плеєрів на комп'ютері.

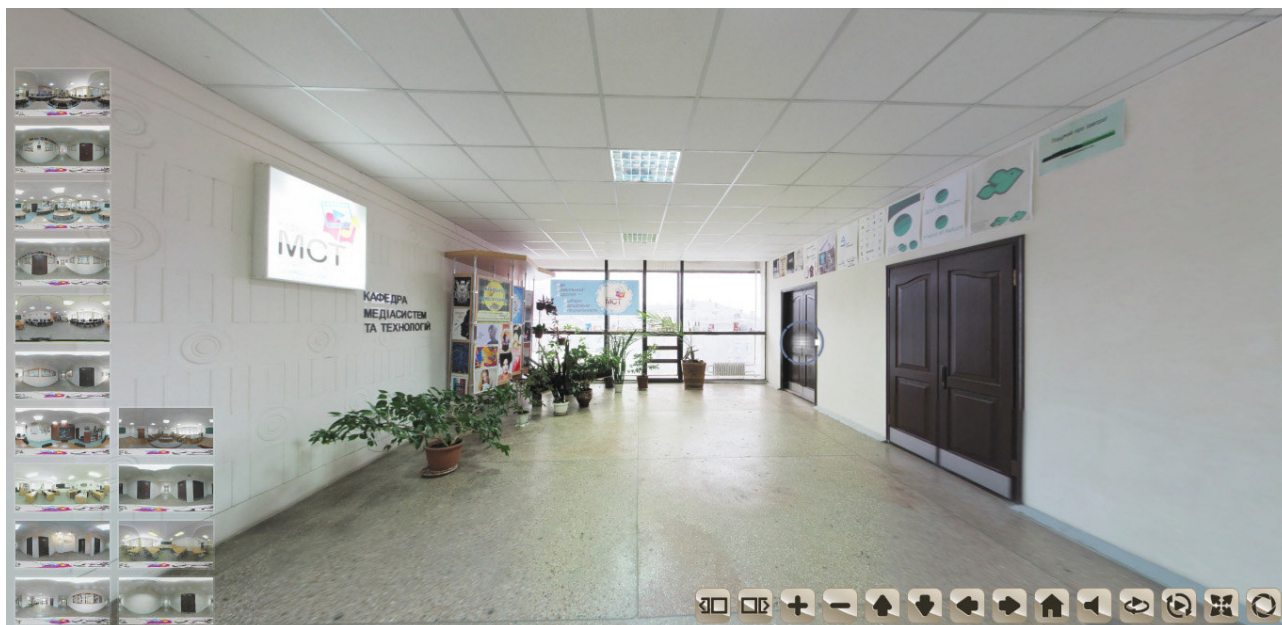


Рис. 1.10. Приклад навігації віртуального туру

### **Висновки до розділу**

Експерсія – це процес ознайомлення або вивчення будь-якого об'єкта соціокультурного середовища за допомогою професійно підготовленого фахівця-екскурсовода. У сучасному розумінні, експерсія завжди характеризується певними цілями, часом проведення і місцем. Як особливий вид експерсії зараз набирають популярності віртуальні експерсії та тури. Віртуальний тур або 3D-тур – це подорож з ефектом присутності в будь-яку точку світу за допомогою комп'ютера або гаджета. Це реалістичне тривимірне зображення, що складається з циліндричних, сферичних панорам, зібраних з фотографій, тривимірних об'єктів і активних посилань-переходів. Більшість віртуальних турів надають можливість "переміщатися" за допомогою інтерактивних клавіш.

Спочатку віртуальні тури розроблялись в більшості для музеїв та галерей, а з часом розширювали сферу свого поширення. Віртуальні тури зараз використовуються для експерсій по визначних місцях, освітніх закладах, для комерційних проектів (експерсії по ресторонам, готелям, для продажу

нерухомості) і т.д. Такі екскурсії окрім високої інформативності та насиченості вражень є досить актуальними для людей з обмеженими фізичними можливостями та для людей з обмеженими фінансами. Так як віртуальні тури вже досить популярні вони набули значного поширення в рекламній сфері. З їх допомогою можна легко представити покупцю чи клієнту певний товар, інтер'єр, будівлю, без необхідності побачити це вживу.

Віртуальні тури мають ряд переваг перед звичайними екскурсіями та турами: можливість переглянути тур не виходячи з дому, його цілодобова доступність, більша оригінальність та інформативність в порівнянні з фото та відео, менша витрата часу та фінансів на екскурсію. До недоліків же ж можна віднести обмеженість вражень в порівнянні з традиційною екскурсією.

Віртуальні екскурсії можна поділити на 360° / панорамні тури; відео тури; інтерактивний план поверху; фото-тури.

Віртуальні тури мають певну структуру та етапи створення. Для початку необхідно продумати структуру та місця для зйомки туру. Наступним етапом є вибір апаратури та зйомка обраних локацій. Після цього отримані матеріали об'єднуються для створення панорами та редагуються. Отримані панорами за допомогою спеціальних програмних засобів об'єднуються у віртуальний тур, налаштовується його структура та навігація. Віртуальний тур може бути переглянутий на комп'ютері за допомогою спеціальних плеєрів або завантажений на інтернет ресурс.



## РОЗДІЛ 2

### 360° ВІДЕО ЯК ІНСТРУМЕНТ РЕАЛІЗАЦІЇ ВІДЕО ЕКСКУРСІЇ

#### 2.1. Технології мультимедіа з охоптом 360°

У міру еволюції комп'ютерної ігрової індустрії і технологій віртуального представлення об'єктів (3D-моделювання, фотопанорами) одночасно удосконалювалися пристрої для індивідуального і колективного занурення в середовища віртуальної реальності. Подібні пристрої та системи, дозволили користувачеві виявитися всередині віртуального світу: комп'ютерної гри, віртуального музею, віртуальної екскурсії, за рахунок ефекту присутності.

У 2013 році з'явився прототип шолом віртуальної реальності нового покоління – *Oculus Rift* (рис. 2.1) від компанії *Oculus*, який зібрав понад 90 млн \$ на краудфандінгових майданчиках в США, а також від різних інвесторів. Відмінною особливістю шолома *Oculus Rift* є лінзовий спосіб побудови зображення – глядач, який надів шолом, дивиться на стереозображення не безпосередньо, а через спеціальні асферичні лінзи. За допомогою лінз вдалося істотно розширити кут огляду, зробивши його близьким до біологічного зору людини (110° проти 45° – 50° в звичайних окулярах), завдяки чому шолом забезпечує надзвичайно глибоке занурення у віртуальну реальність.



Рис. 2.1. Гарнітура віртуальної реальності *Oculus Rift DK2* [12]

Дана особливість визначила подальшу долю окуляр – проект став одним з найбільш динамічно розвиваючимся в індустрії, по всьому світу стали створюватися експериментальні додатки для *Oculus Rift*, а в 2014 році відбулася одна з рекордних угод в індустрії – *Facebook* здійснив покупку компанії *Oculus* за 2 млрд \$.

Кінець 2014 року був ознаменований появою цілого ряду різних шоломів віртуальної реальності, побудованих за аналогічним принципом і призначених для використання разом зі смартфоном. З'явилися аналоги технології від таких великих компаній, як *Samsung* (*Samsung Gear VR*), *Google* (*Google Cardboard*), *HTC* (*HTCVive*), також виникло безліч стартапів з виготовлення шоломів – *Homido* (Франція), *Fibrum* (Росія), *ColorCross* (Китай) та інші (рис. 2.2).



Samsung Gear VR



Fibrum



Google Cardboard



Oculus RiftDK2

Рис. 2.2. Різні шоломи віртуальної реальності [11]

Принциповою відмінністю цих гаджетів від *Oculus Rift* було те, що перераховані шоломи використовували в якості екрану смартфон, що вставляється всередину шолома. Таким чином, відпала необхідність у використанні комп'ютера і сполучних проводів для підключення *Oculus Rift*, а вартість шолома впала до 30 \$.

Гарнітури віртуальної реальності підтримуються великою кількістю комп'ютерних ігор і декількома ігровими движками (*CryEngine*, *Unreal Engine* (версії 3 і 4), *Unity*, *Unigine*, *CopperCube*).

З'явився і активно поширюється новий формат розваг – атракціон "віртуальна реальність", де клієнт за невелику плату може побувати в 3D-світі (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Демонстрація технологій віртуальної реальності [11]

Використання гарнітур віртуальної реальності в освітніх і науково-дослідних цілях дозволяє представляти об'єкти культури (архітектурні об'єкти або музейні експонати) з новим ступенем деталізації і можливостями для перегляду користувачем.

З появою гарнітур віртуальної реальності стало особливо актуальним напрямок фото і відео панорам, а також використання технології 360° відео. Інформаційне суспільство використовує технології майбутнього 360° в різних сферах: освіта, наука, культура, від музеїв та інтерактивних відео-екскурсій, до зйомки музичних і театралізованих вистав.

Концерт, записаний в такому форматі, справляє незабутнє враження – глядач, надівши шолом віртуальної реальності, виявляється прямо на сцені серед улюблених музикантів або акторів.

#### 2.1.1. Пристрої для зйомки 360° відео

Створення контенту в форматі відео 360° на даний момент є нетривіальним завданням, незважаючи на те, що розроблене спеціалізоване обладнання (відео-камери 360°) і програмне забезпечення для подальшої обробки матеріалу.

Поступове поширення технології можна пояснити цілим рядом складнощів: великий обсяг оброблюваних матеріалів, частково ручної процес обробки, дороге обладнання, і, найголовніше – відсутність зручного засобу перегляду. Дійсно, до появи гарнітур віртуальної реальності єдиним способом перегляду відео 360° був спеціалізований плеєр, в якому користувач має можливість крутити мишкою відео "навколо себе".

З появою гарнітур віртуальної реальності все змінилося – користувач виявляється "всередині" відео і відчуває практично повну ступінь занурення у віртуальний простір. У великій кількості з'явилися різні творчі групи, що реалізують власні технологічні рішення для зйомки відео 360°, що відрізняються різноманітністю та характеристиками (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Пристрої для зйомки відео 360° [11]

### 2.1.2. Бінауральний звук

Особливим завданням при створенні контенту для віртуальної реальності, будь то 3D-моделювання або "Відео 360°" є запис і відтворення об'ємного звуку.

У комп'ютерних ігрових рушіях ця проблема вирішена за допомогою спеціальних програмних засобів, які задають розташування джерел звуку в віртуальному просторі. Однак з появою формату "Відео 360°" і можливості запису в цьому форматі музичних концертів, виникла необхідність записувати звук гранично точно – так, як його чує людина, що стоїть в певній точці.

Для цієї мети дослідники використовують так званий бінауральний звук – він записується на спеціальні мікрофони, що за формою повторюють вушну раковину людини (рис. 2.5) [11].



Рис. 2.5. Пристрої для запису бінаурального звуку (компанія 3Dio) [11]

Одна з найвідоміших робіт, знятих за допомогою технології бінаурального звуку – концерт групи *Beck* (рис. 2.6).



Рис. 2.6. *Beck, Hello Again (Sound and Vision, 2013) [11]*

## **2.2. 360° відео як якісно новий напрямок мультимедіа**

### **2.2.1. Становлення та огляд 360° відео**

В даний час інтенсивно розвиваються технології віртуальної реальності та їх застосування. Великі можливості відкриває використання таких технологій в культурі і мистецтві, так як вони забезпечують ефект присутності глядача в центрі культурних подій. Одним з перспективних і активно розвиваючихся в даний час підходів до створення контенту для систем віртуальної реальності є технологія відео 360°, яка дозволяє створювати панорамні відеоролики з різним ступенем інтерактивності, де глядач за своїм бажанням управляє ракурсом перегляду відео. Таке відео можна подивитися як в шоломі віртуальної реальності (наприклад, в *Oculus Rift*, *Samsung Gear VR*, *HTC Vive* і ін.), так і за допомогою спеціального додатку на смартфоні, при цьому картинка змінюється

відповідно до повороту голови користувача (рис. 2.7). Можливий перегляд відео 360° на дисплеї персонального комп'ютера. В останньому випадку користувач управляє ракурсом за допомогою миші або клавіатури.



Рис. 2.7. Перегляд відео в форматі 360° в гарнітурі *Samsung Gear VR* [13]

Багато великих компаній (*Facebook, Nokia, Samsung, Google* та ін.) В даний час ведуть розробки камер для зйомки відео в форматі 360°, гарнітур віртуальної реальності для різних смартфонів і стаціонарних комп'ютерів, а також різних звукозаписних пристроїв, що забезпечують створення об'ємного (бінаурального) звуку і дозволяють реалізувати цілий комплекс технологій "мультимедіа 360°".

Особливо актуально застосування технології відео 360° в сфері освіти. В інтерактивному відео 360° може бути забезпечена взаємодія з кінцевим користувачем, тому даний метод можна широко застосовувати для навчання фахівців в різних областях, де для освоєння досвіду практичної роботи потрібна присутність в центрі події. Технологія відео 360° дозволяє аналізувати командну роботу персоналу під час виконання різноманітних завдань, що призводить до підвищення якості освітнього процесу.

Чималу роль відіграє панорамне відео 360° для збереження і забезпечення доступу до культурної спадщини. Ця технологія надає унікальну можливість побачити з ефектом занурення не тільки закриті для відвідування архіви музеїв, але також і реконструйовані історичні пам'ятники, які були зруйновані часом або обставинами (тривимірна віртуальна реконструкція). Крім того, віртуальна реальність – унікальна можливість для здійснення подорожей і прогулянок по різних куточках планети людям з обмеженими можливостями.

Сфера розваг в аспекті технологій відео 360° – глядачі можуть побувати на найбільших культурних фестивалях, опинитися на сцені поруч з улюбленими музикантами або подивитися театральну виставу з королівської ложі.

На даний момент розробляються спеціальні камери, за допомогою яких можна було б знімати відео у форматі відео 360°. Однак, за допомогою спеціальних пристосувань і програмного забезпечення, можна використовувати існуючі камери для зйомки відео 360°.

Яскравим прикладом такого підходу є цілий ряд проектів, що пропонують спеціальні бокси для камер *GoPro HERO 4*. Кількість камер в боксі – від 6 до 14 (стерео-варіанти), в залежності від завдань. Після зйомки відео потоки зшиваються в загальну відео сферу за допомогою окремої програми.

Крім того, кілька великих *IT*-компаній і виробників електроніки анонсували власні повністю автоматизовані рішення для зйомки контенту для віртуальної реальності – *Google Jump + GoPro Odyssey*, *Samsung Beyond*, *Nokia Ozo* (рис. 2.8).



Рис. 2.8. Камери *GoPro Odyssey*, *Nokia OZO* u *Samsung Project Beyond*



Відео 360° – новий і прогресивно розвиваючийся напрямок, який поки не має стандартів режисури, що надає широкий простір для творчості і розвитку нових ідей і підходів. Ефект повного занурення досягається за рахунок камери з декількома об'єктивами, яка дозволяє знімати все, що відбувається навколо. Однак, це тягне за собою безліч складнощів, адже багато законів режисури не діють при зйомках в форматі відео 360°. Основною кардинальною відмінністю перегляду відео 360° в гарнітурах віртуальної реальності є той факт, що у глядача з'явилася можливість дивитися контент навколо себе, а це означає, що режисер повинен буде надати глядачеві можливість динамічного вибору ракурсу перегляду, а не фокусувати погляд на конкретній частині екрану.

Рішенням такої проблеми є детальна продуманість сценарію з точки зору зміни парадигми – відхід в 3D відео простір. Кожна зйомка вимагає як стандартної підготовки (налаштування світла, сценарій і розташування сцени), так і нестандартних підходів (спеціальні і часто унікальні для кожного випадку кріплення камери, режисура з урахуванням особливостей запису відео 360°, правильна орієнтація камери, запис об'ємного звуку). При записі концертів, для досягнення більшої реалістичності звук з камери або зі стерео мікрофона часто поєднується зі звуком з режисерського пульта.

Не дивлячись на те, що перегляд об'ємного відео 360° в різних гарнітурах віртуальної реальності забезпечує якісне віртуальне занурення в відео контент, наступним кроком є можливість впровадження в відеоматеріал формату відео 360° різноманітних інтерактивних елементів.

Такими елементами можуть виступати:

- Активні мітки всередині віртуального простору для руху по різних траєкторіях, попередньо знятим в технології відео 360°.
- Впровадження в відео 360° різного додаткового контенту (зображення, відео, гіперпосилання і т.д.) – функція "картинка в картинці".
- Перехід з відеозображення в форматі відео 360° в змодельований 3D-простір реконструйованої реальності [13].

## 2.2.2. Технологія створення панорамного відео

### 1. Етап планування

#### Мета виробництва

Кожна робота заснована на своїй меті. Це відноситься і до всієї відео продукції. Виробнича команда повинна мати чітке уявлення про головну мету конкретного відео виробництва.

Належна і чітка мета є основним компонентом для початку процесу виробництва відео. Мета може бути встановлена на основі повідомлень, які відео повинно містити, або цільової групи аудиторії, або деяких інших чинників. Це означає, що заздалегідь повинна бути одна чітка мета виробництва відео.

#### Аудиторія

Всі відео можуть не підходити для всіх типів аудиторії. Групи аудиторії можуть бути розділені в залежності від їх віку, статі або інтересів. Необхідно з'ясувати майбутню аудиторію відео і скласти відповідний план.

Знання групи аудиторії допомагає вивчити їх очікування. На думку таких аудиторій, як діти, молоде покоління і люди похилого віку, якісне відео сильно розрізняється. Наприклад, дітям подобаються яскраві відео, в той час як молодому поколінню – творчі та незвичайні, а літнім людям подобається мати чистий звук і гарну якість, щоб зрозуміти відео.

Переконайтеся, що обраний формат і стилістичне оформлення підходить для обраної цільової аудиторії.

#### Тривалість відео

Коли обрано мету виробництва і цільову аудиторію можна обрати довжину відео. Занадто коротке відео може призвести до плутанини, а надто довге відео може не привертати достатньої уваги глядача. Необхідно проаналізувати матеріал, що буде в відео і аудиторію, щоб визначити збалансовану тривалість відео.

## Якість відео

Якість відео залежить від якості екрану, розширення відео, часу зйомки (ніч чи день), якості звуку та розміру екрана. Ознайомлення з необхідною якістю відео дає основну ідею вибору бюджету, камери, програмного забезпечення для редагування відео і тривалості виробництва.

## Сценарій відео і розкадровка

Для малого чи невеликого виробництва відео повинен бути сценарій, щоб забезпечити правильну послідовність подачі матеріалу, зйомки та монтажу. Сценарій не повинен бути деталізований з детальним описом всіх дій у відео, це може бути невелика замітка з основними ключовими моментами зйомки. Сценарій – це основна база для планування контенту відео.

Відповідно розкадровка встановлює зовнішній вигляд сцен у відео. Розкадрування – це план сцен зображення того, як будуть виглядати окремі кадри відео. Це можна зробити за допомогою грубого ескізу або списку бажаних знімків.

## Визначення місця

Необхідно визначити місця зйомки, враховуючи доступні кути камери, освітлення, тип події та сцени. Різні місця підходять для різних зйомок, тому потрібно пам'ятати особливості певних місць, які підходять лише для специфічних тем зйомок. В будь-якому випадку місце повинне вписуватись в тему зйомки, візуально повинно бути привабливим та притягуючим до себе увагу.

## Підготовка апаратного і програмного забезпечення

На даному етапі потрібно обрати камеру, штатив, комп'ютер і програмне забезпечення для редагування, яке буде використовувати для виробництва відео. Можливо, навіть доведеться підготуватися до іншого набору обладнання, при виникненні непередбачених обставин. На цьому уже відомі бюджет, аудиторія, місце проведення зйомок і сценарій, тому тепер можна обрати обладнання та програмне забезпечення, яке необхідно використовувати для досягнення мети.

## *2. Налаштування камери та їх установка*

Камери, які використовуються для зйомки 360° відео, повинні бути однієї і тієї ж моделі від тієї ж марки, якщо ні, їх налаштування камери повинні бути максимально схожі один на одного. Відеозаписи з різних камер повинні мати однакові властивості, в основному частоту кадрів, баланс білого і співвідношення сторін. У разі меншої кількості камер (наприклад, 6 камер) співвідношення сторін повинно бути 4:3, щоб захопити максимально можливу площу. Відеозаписи з усіх камер з максимальною частотою кадрів забезпечують кращу синхронізацію при поствиробництві. Більша кількість кадрів в хвилину допомагає програмному забезпеченню при зшитті, щоб знайти ту ж саму відправну точку в відео. Подібний баланс білого зменшує шанси розрізнити різні відео після зшивання їх разом. При використанні спеціальної камери 360°, необхідно лише виставити необхідні налаштування відповідно до умов зйомки.

## *3. Відеозйомка*

Після налаштування камер і установки в належні кріплення відбувається відеозйомка. Одночасний запуск всіх камер є ключовим фактором при зйомці відео. Одиночна камера на 360° виконує це завдання краще, ніж кілька камер. Відеозйомка на 360° *GoPros* може бути зроблена за допомогою бездротового пульта дистанційного керування. Всі камери можуть бути підключені до одного пульта і легко працювати разом. За допомогою цієї техніки також різні камери працюють зі зміною в кілька мілісекунд. Бездротовий пульт дистанційного керування завжди рекомендується з декількома *GoPros*, а не з ручним керуванням.

## *4. Синхронізація відео*

Синхронізація відео – це поствиробництво відео 360°, що застосовується для установки часу синхронізації. Синхронізація забезпечує синхронізацію всіх відео і допомагає зробити відео плавним. Синхронізація може бути зроблена за допомогою декількох клацань миші шляхом зшивання програмного забезпечення. Однак для успішної синхронізації потрібні правильні

налаштування камери (наприклад, розширення відео, баланс білого, *ISO*), відповідне встановлення камери, так що всі матеріали містять деякі спільні повторювані місця зйомки, і точна зйомка відео дуже важлива.

Процес синхронізації повністю залежить від всіх цих факторів. Збій синхронізації безпосередньо впливає на зшивання, і кінцевий вихідний відео може бути пошкоджений або з великою кількістю швів на ньому.

#### *5. Зшивання відео*

На цьому етапі всі різні відео з'єднуються разом, щоб сформувати повне 360° відео. Успіх чи невдача цього процесу безпосередньо залежить від його синхронізації. Успішна синхронізація призводить до ідеального, безперебійного виводу відео. Процес зшивання забезпечують деякі контрольні точки, які можна використовувати для поліпшення зшивання.

#### *6. Кодування та публікація відео*

Після успішної синхронізації і зшивання відео готове для кодування. Правильне розширення відео і кількість кадрів в секунду на основі цільової якості відео є основними факторами, які необхідно враховувати в на цьому етапі. Перш ніж кодувати відео, необхідно обрати кінцевий ресурс для його публікації і застосувати рекомендовані там налаштування. *YouTube* рекомендує 24, 25, 30, 48, 50 або 60 кадрів в секунду і для відео з якістю *4K* дозвіл відео 3840 x 2160 і співвідношення сторін 16:9.

*YouTube* і *Facebook* є найпопулярнішими інструментами для публікації відео на 360°. *YouTube* підтримує широкий спектр відео з великим розміром і тривалістю. З іншого боку, *Facebook* має обмеження розміром не більше 1,75 ГБ і тривалістю менше 30 хвилин.

## 2.3. Інструменти для роботи з 360° мультимедіа

### 2.3.1. Апаратне забезпечення створення 360° відео та його відтворення

360° камери відображають складність простору в повному охопті. Це досягається шляхом використання різних технологічних рішень:

Рішення з одним об'єктивом з полем зору в 240° дозволяють створювати порівняно просте відеозображення, оскільки вся візуальна інформація спочатку і безпосередньо записується в файл за допомогою датчика зображення. Однак через свій дизайн камера не може захопити область вище або нижче записаного поля зору, що призводить до чорних плям у відео.

В даний час камери з двома об'єктивами в основному використовуються в споживчому і напівпрофесійному секторі. Простір в них відображається одночасно в двох напрямках за допомогою двох діаметрально вирівняних лінз, кожна з яких має поле зору приблизно 185°. Обидва зображення потім об'єднуються для 360° проектування. Залежно від пристрою це "зшивання" відбувається в режимі реального часу паралельно із записом або під час перегляду за допомогою спеціального програмного забезпечення "зшивання". Якість процесу зшивання визначається особливо на кромці. Чим ближче об'єкти, зняті обома об'єктивами, перебувають до об'єкта зйомки, тим більша ймовірність появи на дисплеї артефактів. В цьому відношенні існують істотні відмінності в пристроях нинішнього покоління.

*Samsung Gear 360* – одна з популярних представлених зараз на ринку камер. Корпус панорамної камери *Samsung Gear 360* білого кольору з сірою вставкою на підставі. Він пластиковий і без рифленої поверхні, тактильно приємний (рис. 2.9). У *Gear 360* встановлені дві 8.4 Мрх CMOS-матриці з об'єктивами зі світлосилою 2,2, що дозволяє їм знімати фотографії з дозволом 15 Мрх і відео 4к – 4096 x 2048 24 кадрів в секунду. За необхідності одну з камер можна відключити і знімати звичайне відео з роздільною здатністю 1920 x 1080 / 60 кадрів в секунду.

Акумулятор на 1160 мА/год дозволить знімати 1 годину відео з максимальною якістю. Захист *IP53* вбереже камеру від вологи, наприклад, в сильній дощі і вітер, але знімати під водою на неї все ж не можна.

*Gear 360* оснащена *Wifi-direct* і *Bluetooth*-адаптером для підключення до флагманських смартфонів *Samsung Galaxy* починаючи від *S6*, а також *iPhone 6S* і вище за допомогою софту *Gear 360*. У ньому можна переглядати зображення з камери в режимі *live-view*, дивитися галерею, а також робити прямі трансляції в *YouTube* і *Facebook* [14].



Рис. 2.9. Зовнішній вигляд *Samsung Gear 360* [14]

Основні характеристики *Samsung Gear 360* наведені в таблиці 2.1. Всі камери з двома об'єктивами використовуються в аматорському або напівпрофесійному секторі та мають схожі характеристики.

Характеристики *Samsung Gear 360*

<b>Тип</b>	Сферична камера
<b>Розширення запису (кадрів / сек.)</b>	4096 x 2048 (24fps); 1920 x 1080 (60fps)
<b>Формат запису</b>	<i>MP4 (H.265)</i>
<b>Матриця</b>	<i>CMOS 8.4MP</i>
<b>Тип носія</b>	карти пам'яті <i>MicroSD</i> (до 256 GB)
<b>Кут огляду, град.</b>	360
<b>Діафрагма</b>	<i>F2.2</i>
<b>Режим фото</b>	до 5472 x 2736
<b>Світлочутливість (ISO)</b>	до 1600
<b>Панорамна зйомка (360°)</b>	+
<b>Мікрофон</b>	+
<b>Стабілізація</b>	гіроскоп, акселерометр
<b>Дисплей</b>	+
<b>Підтримка карт пам'яті</b>	+
<b>Водонепроникність</b>	+
<b>Захист від пилу</b>	+
<b>Безпроводні інтерфейси</b>	<i>Wi-Fi 802.11 a / b / g / n / ac (2.4 / 5GHz), Bluetooth v4.1</i>
<b>Акумулятор</b>	1,160 mAh

Рішення з одним об'єктивом, а також високоякісні камери з подвійним об'єктивом пропонують зазвичай розширення 4K. Спочатку це здається дуже



високою роздільною здатністю, оскільки навіть кіновиробництво навряд чи працює з більш високою роздільною здатністю. Однак в разі  $360^\circ$  знімка, який повністю охоплює сферу кулі, завжди проглядається тільки один сегмент зображення. У разі зображення 4K (3872 x 1936 пікселів) і типового сегмента зображення приблизно в  $120^\circ$  сферична проекція зменшується до фактичного розширення екрану для спостерігача близько 1334 x 750 пікселів, яке додатково зменшується вдвічі при проектуванні на дисплей для шолома віртуальної реальності (рис. 2.10).



Рис. 2.10. Розріз і сферичне зображення сферичної проекції  $360^\circ$  знімка

Для високоякісного  $360^\circ$  виробництва потрібні багатокамерні системи. Ці системи включають в себе кілька камер, з'єднаних один з одним в спеціальному утримувачі (так званій "буровій установці") таким чином, що з окремих роликів, зроблених паралельно, можуть бути зібрані панорамні,  $240^\circ$  або навіть  $360^\circ$  відеоролики. Загальне розширення на більш пізніх етапах виробництва розраховується шляхом додавання значень розширення окремих камер. Кути, розширення і частота кадрів камер повинні збігатися не тільки між собою, а й з кріпленням. Якщо ці записи не можуть бути синхронізовані з точністю одного зображення під час запису, цей крок повинен бути повторений при подальшій

обробці на оптичній та / або акустичній основі, перш ніж зшивати відео. Проблема перекриття країв зображення, згадана в зв'язку з камерою з двома об'єктивами, множитья на кількість камер в багатокамерних системах. Ще одним аспектом є те, що артефакти виникають в результаті відсутності або неточно синхронізованих окремих зображень. Навіть якщо кілька етапів роботи автоматизовані за допомогою відповідного програмного забезпечення для зшивання, зусилля, що прикладаються на постобробці, залишаються високими.

*Nokia OZO* – перша багатокамерна система виробництва *Nokia Technologies*. Ця камера оснащена 8 об'єктивами з кутом огляду  $195^\circ$  для захоплення всього кута  $360^\circ$  і 8 мікрофонами для запису об'ємного звуку  $360 \times 360$ . Це єдина повна камера, яка захоплює відео і аудіо на  $360^\circ$  і робить повне відео. Камера у вигляді кулі з розміщеними на ній об'єктивами представлена на рисунку 2.11 [15].

При поєднанні високоякісного обладнання та інноваційного дизайну *Nokia Ozo* використовує змінний цифровий картридж для збереження всього одного файлу. Один картридж здатний зберегти 45 хвилин відео. *Ozo* може управлятися бездротовим способом і використовуватися зі штативом, краном і дроном.



Рис. 2.11. Зовнішній вигляд *Nokia Ozo*

Загальні характеристики *Nokia Ozo* приведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Характеристики *Nokia Ozo*

<b>Тип</b>	Сферична камера
<b>Розширення запису</b>	2K x 2K
<b>Тип носія</b>	Змінний цифровий картридж на 45 хвилин зйомки
<b>Кут огляду, град.</b>	Вісім синхронізованих об'єктивів з кутом огляду 195°
<b>Діафрагма</b>	F2.4
<b>Мікрофон</b>	Об'ємний звук 360°
<b>Безпроводні інтерфейси</b>	Wi-Fi 802.11
<b>Тип сенсора</b>	Прогресивна розгортка з глобальним електронним затвором
<b>Вага</b>	4,2 кг
<b>Габарити</b>	+
<b>Водонепроникність</b>	+
<b>Захист від пилу</b>	+

Відображення 360° відео в основному можливо на різних кінцевих пристроях і класах пристроїв: на настільних комп'ютерах або ноутбуках, а також на планшетних комп'ютерах або смартфонах.

Доступна обчислювальна потужність і робоча пам'ять сильно впливають на результат відображення. Пряма реакція з плавною проекцією на призначені для користувача вхідні дані щодо вибору конкретного сегмента зображення вимагає порівняно сучасного обладнання.

З точки зору програмного забезпечення, існує чітке розходження між серверними і клієнтськими додатками. Що стосується серверних додатків, то необхідний програвач, а також контент надається з зовнішнього сервера і доставляються онлайн і за запитом. Це не тільки вимагає досить швидкого і стабільного підключення до Інтернету, але також висуває особливі вимоги до інтернет-браузера, який не завжди підтримує всі доступні додатки. Наприклад, інтерактивне, кероване користувачем відображення 360° відео через *YouTube* за допомогою браузера *Apple Safari* (на даний момент) неможливо, в той час як браузер *Firefox* або *Chrome* на тій же апаратній платформі забезпечує відповідну проекцію.

Якщо контент не доступний онлайн, але надається локально, потрібне програмне забезпечення для відповідного кінцевого пристрою (клієнта) у вигляді програвача для контенту на 360°. Можливі варіанти управління плеєром залежать від використовуваного пристрою. У той час як на настільних і портативних комп'ютерах мишка і / або клавіатура використовуються для вибору сегмента зображення ("перетягування"), чутливі поверхні екрану планшетів або смартфонів забезпечують можливість управління, здійснюючи рухи пальцями ("панорування навколо"). Крім того, програмні рішення для мобільних пристроїв, планшетів, а також смартфонів, як правило, також опціонально реагують на положення пристрою в кімнаті. Гіроскопи, встановлені в цих пристроях, дозволяють (також) маніпулювати секцією зображення за допомогою орієнтації пристрою. Якщо користувач хоче перемістити секцію зображення вліво, він відповідно поверне пристрій. Якщо потрібно перемістити погляд вгору, мобільний пристрій переміщується вгору і т.д. Цей досвід потенційного збільшення ефекту занурення в порівнянні з "класичним" відео посилюється завдяки шоломів віртуальної реальності, так званих "шоломів *VR*", які блокують зовнішній світ. На додаток до запатентованих комплексних рішень з вбудованими моніторами, що реагують на зовнішні комп'ютерні системи (наприклад, *Oculus Rift* © або *HTC Vive* ©), існують порівняно недорогі тримачі

для смартфонів, особливо картонні окуляри *Google "Cardboard"*<sup>©</sup>, прискорили швидке поширення технології. При використанні останнього екран смартфона стає проекційним екраном, який необхідно розділити для використання з окулярами *VR*. З одного боку, виключення зовнішніх (візуальних) факторів у поєднанні з природнім вибором частини переглядаемого зображення за допомогою руху голови сприяє зануренню в відео. З іншого боку, обмеження в якості зображення, обумовлені порівняно близькою відстанню між очима і екраном і максимально можливим розширенням екрану смартфонів, необхідно приймати до уваги. При використанні окулярів *VR*, приблизно половина доступного розширення екрану смартфона може ефективно використовуватися для візуалізації відповідного сегмента зображення, через необхідний поділ екрана для окремої проекції для кожного ока. З цієї причини якість відображення 360° відео на окулярах *VR*, як правило, гірша, ніж в повноекранному режимі.

### **Комп'ютер для роботи з 360° відео**

Для роботи з мультимедіа зазвичай потрібний і досить потужний комп'ютер чи ноутбук. Звичайне *FullHD* відео можна змонтувати і на ноутбучі середньої потужності. Проте це не стосується 360° відео. Обробка 360° відео зазвичай проходить в два етапи. Для початку потрібно зшити панораму, і тільки потім вже проводити монтаж. У випадку з деякими аматорськими камерами, тут зшивання можна зробити прямо на смартфоні. А для більш потужних камер, враховуючи дозвіл зйомки від *5K*, необхідний вже більш потужний комп'ютер.

Отже, можна поділити етапи пост-обробки відео на дві основні частини: зшивання і монтаж.

Зшивання і вивід панорами виконується силами центрального процесора і відеокарти. При цьому алгоритм зшивання виконується відеокартою, і швидше за все працює на пристроях від *NVIDIA*. На відеокартах *AMD Radeon*, а також на пристроях *Apple* виконується повільніше.

Сам процес збереження в більшість відеоформатів проводиться силами центрального процесора. Тому від його продуктивності та обчислювальних потужностей залежить час рендеру та збереження файлів на комп'ютер.

В залежності від складності монтажу та бажаної швидкості роботи комп'ютера існують різні рекомендовані комплектуючі. Для простого монтажу вистачить і середньої потужності комп'ютера, а от для професійної обробки знадобиться вже спеціальний і досить дорогий набір комплектуючих.

Порівняльний аналіз апаратного забезпечення для різного виду монтажу представлений на рис. 2.12. На ньому порівнюються необхідні процесор, пам'ять, відеокарта та носій даних.

МОНТАЖ 360° ВІДЕО		
ПРОСТИЙ	КОМФОРТНИЙ	ПРОФЕСІЙНИЙ
ПРОЦЕСОР <b>INTEL CORE I5</b>	ПРОЦЕСОР <b>INTEL CORE I7 8700K/9700K</b>	ПРОЦЕСОР <b>INTEL CORE I9/AMD THREADRIPPER</b>
ПАМ'ЯТЬ <b>8-16 GB RAM</b>	ПАМ'ЯТЬ <b>32 GB RAM DDR4</b>	ПАМ'ЯТЬ <b>64-128 GB RAM DDR4</b>
ВІДЕОКАРТА <b>GEFORCE GTX 1050Ti</b>	ВІДЕОКАРТА <b>GEFORCE GTX 1080Ti/2080Ti</b>	ВІДЕОКАРТА <b>GEFORCE TITAN RTX</b>
НОСІЙ ДАНИХ <b>SSD / HDD</b>	НОСІЙ ДАНИХ <b>SSD + HDD</b>	НОСІЙ ДАНИХ <b>SSD + HDD</b>
ПІДХОДИТЬ ДЛЯ ЗШИВКИ ТА МОНТАЖА З АМАТОРСЬКИХ КАМЕР В РОЗШИРЕНІ ДО 4K	ПІДХОДИТЬ ДЛЯ КОМФОРТНОЇ РОБОТИ З ПРОФЕСІЙНИМИ КАМЕРАМИ В РОЗШИРЕНІ ДО 5.2K	ПІДХОДИТЬ ДЛЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ПОСТ-ОБРОБКИ ВІДЕО 360 В РОЗШИРЕНІ 8K І ВІЩЕ

Рис. 2.12. ПЗ для різних потреб пост-обробки

В цілому, можна поділити комплектації для монтажу на 3 категорії:

1. Простий монтаж. Для комфортної роботи з простим монтажем вистачить процесора *Core i5*, 8 – 16 Gb оперативної пам'яті і відеокарта *GeForce GTX 1050Ti*. Цього достатньо для того, щоб зшити контент з будь-аматорської 360° камери і виконати простий монтаж ролика.

2. Комфортний монтаж. Для роботи з розширенням від 5K і використанням нескладних ефектів і анімацій потрібні вже більш потужні комплектуючі. Тут вже знадобиться будь-який з сучасних *Core i7 7700K / 8700K / 9700K*, 32 Gb оперативної пам'яті, *GTX1080Ti / 2080Ti* і SSD диск.

3. Професійний монтаж. Для такого монтажу потрібні потужні процесор та відеокарта. Проте і найдорожчі комплектуючі купувати не варто. Так як продуктивність зростає далеко не пропорційно вартості. З процесорів для таких цілей підійдуть *AMD Thredripper* або *Intel Core i9*, 64 – 128 Gb оперативної пам'яті і відеокарту *NVIDIA Titan RTX*. Така збірка зможе обробити всі ефекти та процеси і справиться з монтажем в розширені 8K і вище.

### 2.3.2. ПЗ для створення фотопанорам

#### *PTGui*

*PTGui* – комерційна комп'ютерна програма для створення панорамних фотознімків, розроблена і підтримувана заснованої в 1996 році нідерландською компанією *New House Internet Services* з Роттердама. Зшивання здійснюється під управлінням майстра в звичайному або розширеному режимі, а параметри об'єктива програма визначає сама. У розширеному режимі забезпечується повний контроль над параметрами зшивання: можна провести обрізання, вручну виставити найрізноманітніші параметри вихідних зображень (повернути, нахилити, скорегувати експозицію та ін.), розставити контрольні точки і т.д. (рис. 2.13). Початкові знімки можуть бути зроблені без ретельного вирівнювання камери за допомогою рівнів (наприклад, бути нахиленими або зробленими під трохи іншим кутом), оскільки програма вмє виправляти подібні дефекти. Крім того, програма може виправити дисторсію і перспективні спотворення і дозволяє регулювати положення лінії горизонту. А в налаштуваннях самої панорами дозволяється також вказати, за допомогою якого модуля (вбудованого в *PTGui* або одного з зовнішніх плагінів) буде проводитися змішування знімків [16].

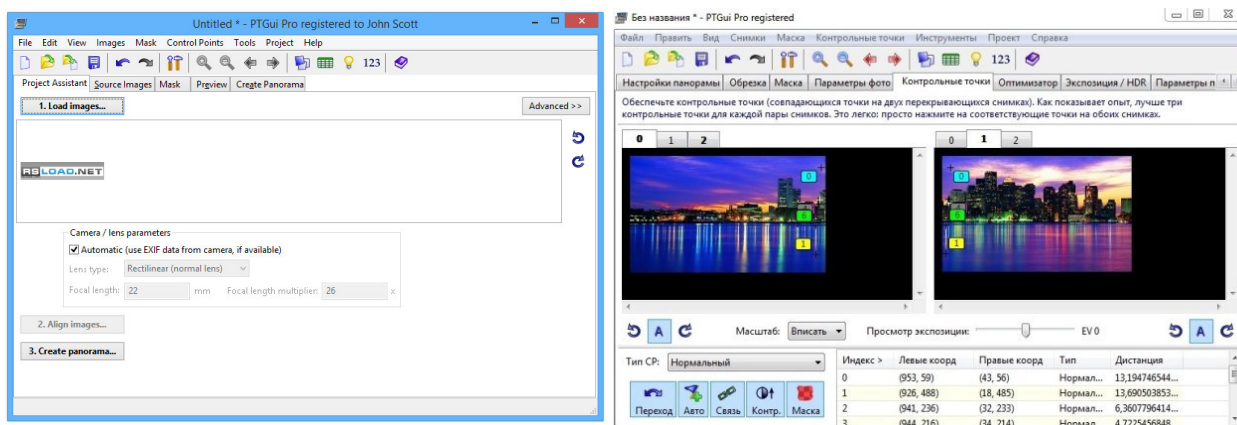


Рис. 2.13. Інтерфейс та розстановка контрольних точок [16]

Готові панорамні знімки зберігаються в форматах *JPEG*, *TIFF* або *PSD* або експортуються у вигляді віртуальних панорам у форматі *MOV*. У разі створення віртуальної панорами передбачений функціонал для визначення розміру області перегляду і якості зображення, а також установки обмежень на кути перегляду по горизонту, нахили і кути огляду.

Переваги:

1. *PTGui* сумісний з *Windows* і *MacOS*, тому це редактор перехресних системних фотографій.
2. Він підтримує створення гігапиксельних зображень.
3. Користувачі можуть імпортувати сотні фотографій і одночасно створювати кілька панорам.
4. *PTGui* може читати більшість форматів фотографій і *RAW*-файлів і зберігати виходи у вигляді високоякісних форматів.

Недоліки:

1. Він підтримує тільки комп'ютер *Mac*, оснащений процесором *Intel*.
2. Метод контрольної точки вимагає багато часу, коли необхідно зшивати сотні фотографій.
3. Процес зшивання трохи складніший для новачків.
4. Висока вартість для особистого використання (для отримання доступу до розширених функцій) [17].



## Kolor Autopano

*Autopano* – програма для швидкого, напівавтоматичного створення панорам, віртуальних турів і гігапксельних зображень з вибраних фотографій. Дана утиліта автоматично визначає межі фотографій і поміщає їх поруч один з одним так, що шов стає непомітний. У програмі є інструменти для корекції кольору на фотографіях, за допомогою яких забезпечується єдина колірна гамма на всій панорамі. Крім цього, можна усувати недоліки, пов'язані з різною витримкою. Програма має досить складний для новачка інтерфейс (рис. 2.14).

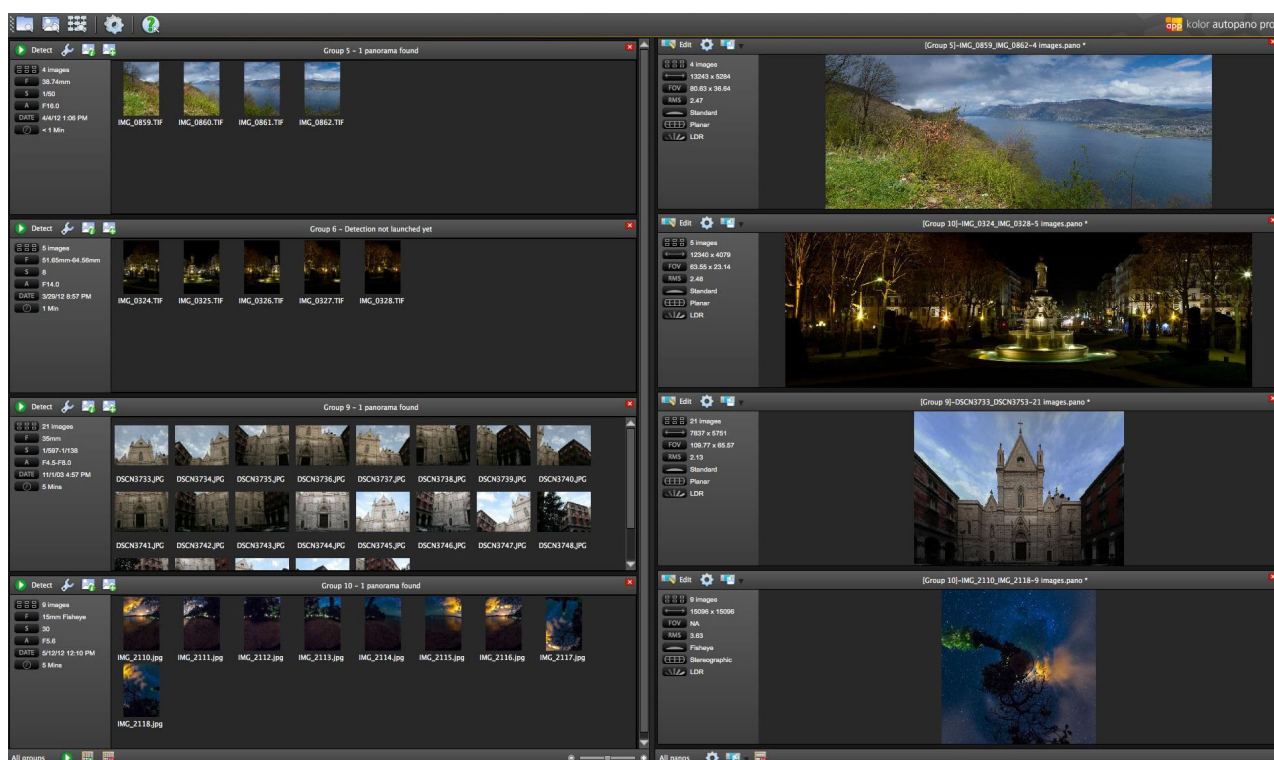


Рис. 2.14. Інтерфейс програми *Autopano* [18]

Готові панорамні знімки зберігаються в форматах *PSD*, *JPG*, *PNG*, *TIFF*, *HDR* або *EXR*, можливий експорт в формат *Flash* (ніяких налаштувань оформлення віртуальної панорами не передбачено). Реалізовано експорт проектів *Autopano* в *PanoTools*, а також імпорт з *PanoTools* в *Autopano*, що дозволяє використовувати можливості цих двох рішень одночасно: перше, наприклад, корисно для отримання більш точної оптимізації в складних випадках [16].

Переваги:

1. Зшивання панорам в автоматичному режимі.
2. Корекція кольорів.
3. Видалення ефекту привида, використовуючи технологію *Smartblend*.
4. Створення віртуальних турів.
5. Повна підтримка *HDR*.
6. Пакетний рендеринг.

Недоліки:

1. Хоча остання версія дозволяє користувачам налаштовувати програмне забезпечення за допомогою розширених плагінів, це не простий у використанні додаток. Новачки повинні вчитися деякий час.
2. Всі інструменти відображаються як значки без тексту, тому користувачі спочатку повинні вгадати їх значення.
3. Програма дещо повільніша ніж її аналоги.
4. У деяких умовах *Autopano* нестійкий. Наприклад, при роботі на 8-ядерному процесорі більш низька швидкість призводить до збою.

*The Panorama Factory*

Програма *The Panorama Factory* використовується для зшивання знімків в плоскі і кругові панорами, а також для зшивання документів. Зшивання проводиться повністю автоматично або в напівавтоматичному або ручному режимі (рис. 2.15). В автоматичному режимі коректно склеюються знімки при невеликому (але однаковому) нахилі камери, в напівавтоматичному допускається нахил апарату у вертикальній площині, при більш серйозній погрішності доведеться звертатися до ручного режиму. За замовчуванням створення панорам відбувається покроково – під керівництвом майстра, однак нескладно переключитися в класичний режим роботи, коли всі операції доведеться виконувати самостійно через меню. Програма вміє визначати фокусну відстань, дозволяє коригувати вихідні зображення (їх можна повернути і обрізати) і може в процесі зшивання усувати бочкоподібну дисторсію,

коригувати експозицію, збільшувати яскравість і різкість. А реалізоване в ній регулювання змішування зображень дозволяє боротися з фантомними елементами [16].

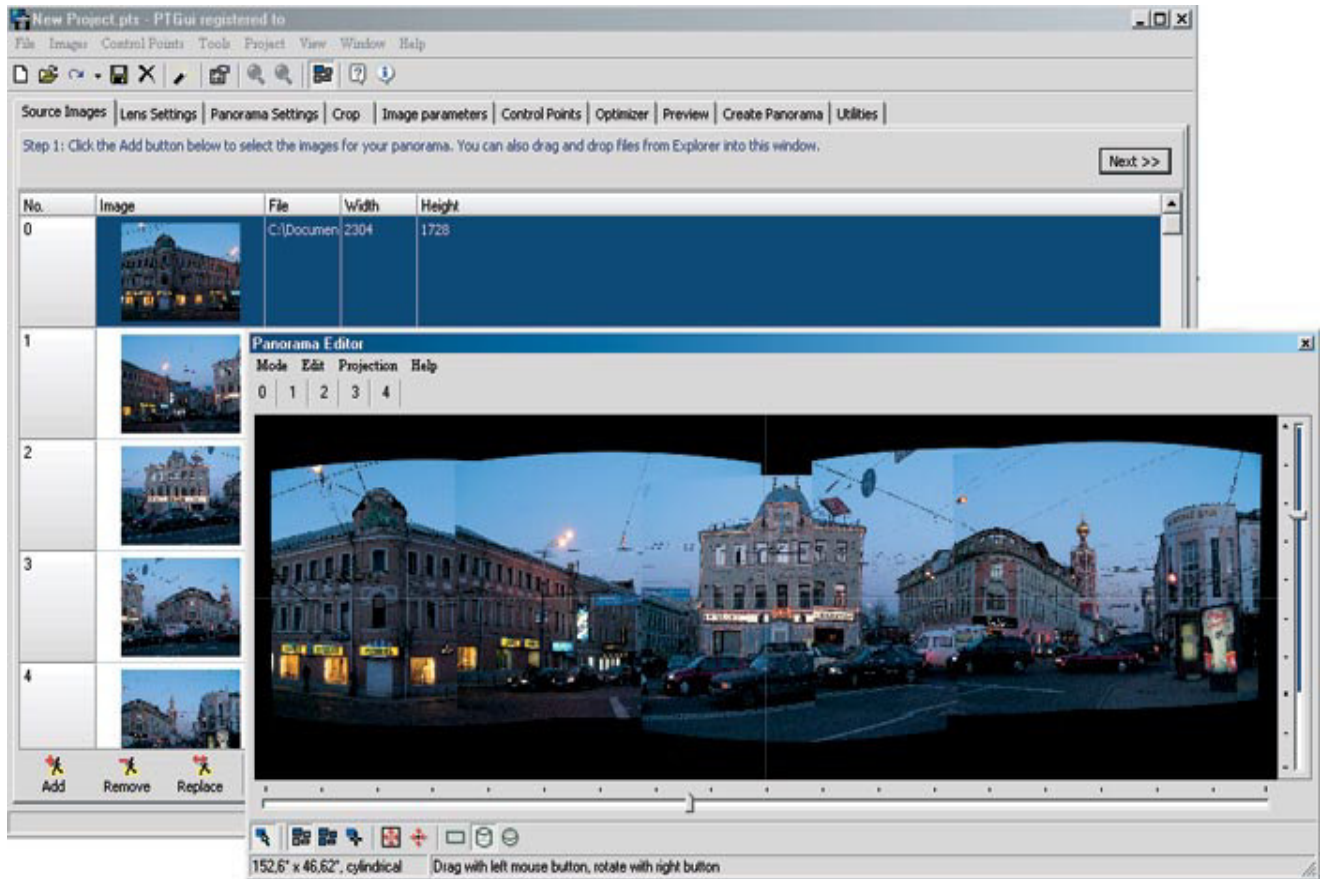


Рис. 2.15. Інтерфейс програми *The Panorama Factory*

Переваги:

1. Боротьба з фантомними елементами.
2. Зшивання панорам в автоматичному режимі.
3. Корекція кольорів.
4. Корекція вихідних зображень.

Недоліки:

1. Вимогливість до системних ресурсів під час створення кінцевого зображення.
2. Завищена вартість програми.

## Pano2VR

*Pano2VR* – зручний інструмент для конвертації готових панорам в формат *Quicktime VR (QTVR)* або *MacromediaFlash 8 / 9 / 10* з одночасним формуванням пов'язаних з ними *HTML*-файлів. В якості вихідних панорам можуть бути використані панорами в форматах *JPEG*, *PNG* або *TIFF* (підтримуються проекції *Cylindrical*, *Equirectangular*, *CubeFaces* і ін.) або віртуальні *QTVR*-панорами. Крім того, в програмі є можливість трансформації панорамних зображень в сферу, дзеркальна куля, циліндр, горизонтальний хрест і т.п. Можливе додавання в віртуальну панораму активних зон для переходу на конкретні веб сторінки, наприклад з іншими панорамами, що дозволяє отримувати спрощені віртуальні тури (рис. 2.16) [16].

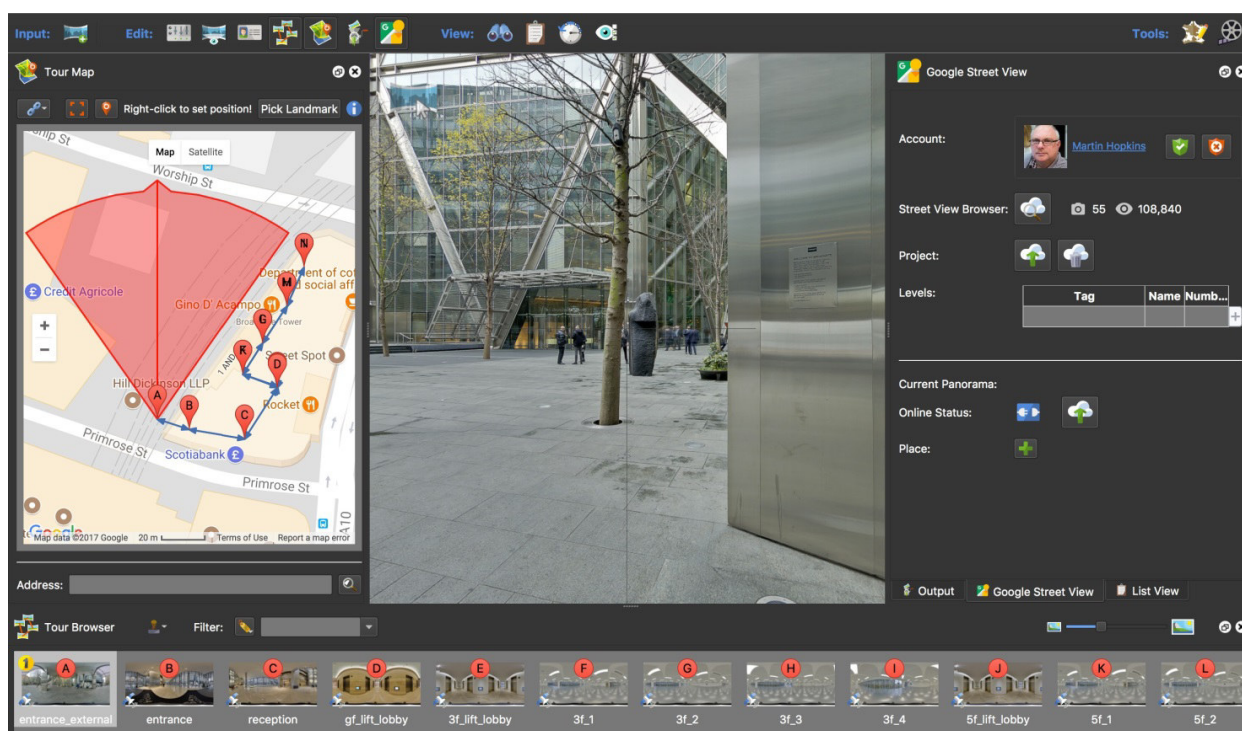


Рис. 2.16. Віртуальна панорама з активними зонами [19]

У віртуальній панорамі можна обмежити кути перегляду по горизонту, нахили і допустимі кути огляду. Також регулюється задіяне число сегментів, розмір ескізу, якість візуалізації і т.п., дозволяється вмикати / вимикати автоплей. У разі *Flash*-панорами додатково передбачена можливість вибору

шаблону оформлення, який при необхідності нескладно підредагувати і зберегти для подальшого застосування. Передбачена генерація пов'язаного з віртуальною панорамою *HTML*-файлу, причому при створенні *QTVR*-панорам в налаштуваннях *HTML*-файлу можна визначити, чи буде потрібно використовувати для перегляду плагін *DevalVR*.

Переваги:

1. Можливість об'єднувати панорами в віртуальні тури.
2. Вибір шаблону оформлення.
3. Можливість перетворення панорами в різні її види.

Мінуси:

1. Невелика кількість налаштувань.
2. Відсутність можливості зшивання панорам та їх налаштування.
3. Вибір оформлення лише для *Flash*-панорами.

В таблиці 2.3 винесено основні можливості програм для роботи з панорамами та проведено порівняльний аналіз розглянутих програм.

Таблиця 2.3

Порівняльна характеристика ПЗ для створення фотопанорам

Програма	<i>PTGui</i>	<i>Kolor Autopano</i>	<i>The Panorama Factory</i>	<i>Pano2VR</i>
Властивість				
Операційна система	<i>Windows</i> і <i>MacOS</i>	<i>Windows</i>	<i>Windows</i>	<i>Windows</i>
Можливість створення панорам паралельно	+	+	-	-
Доступність для освоєння	Середня	Середня	Легка	Середня
Редагування зображень	+	+	+	+

Програма \ Властивість	<i>PTGui</i>	<i>Kolor Autopano</i>	<i>The Panorama Factory</i>	<i>Pano2VR</i>
Можливості редагування створених панорам	+	+	+	-
Створення віртуального туру	-	+	-	+
Системні вимоги	Середні	Середні	Вище середнього	Вище середнього
Підтримка автоматичного та ручного режимів	+	+	+	+
Вартість програми	Висока	Висока	Середня	Середня

По порівняльній таблиці можна зробити висновок, що для створення панорам кожна з програм має достатній функціонал та досить високу вартість. Вибір програми буде залежати від конкретної цілі та особистих побажань розробника панорами.

### 2.3.3. Спеціалізоване ПЗ для створення 360° відео

#### *Movavi 360*

*Movavi 360* Відеоредактор – функціональна програма, яка призначена для обробки панорамних відео. Утиліта дозволяє редагувати відеоролики, зняті на камеру з круговим кутом огляду (360°), зберігати їх на ПК або завантажувати відразу на *YouTube*.

Перед тим, як почати редагування відео в *Movavi 360* Відеоредактор, необхідно відкрити вкладку "Імпорт", додати ролик в проект і помістити його на монтажний стіл. Далі можна приступати до нарізки кліпу на окремі фрагменти і видалення зайвих частин. Для цих цілей в програмі передбачені інструменти "Розрізати" і "Видалити" відповідно. При склеюванні окремих відеофрагментів

доречно використовувати обрані переходи з вкладки "Переходи", де вони розподілені по різних категоріях для зручності користувачів. Для створення анімації тексту в програмі є екран "Титри". Після додавання титрів на монтажну доріжку з'явиться окреме меню, яке дозволяє змінювати тип, колір і розмір шрифтів, а також тривалість і швидкість анімації. По завершенню процесу монтажу, можна переходити до корекції відео і додаванню візуальних ефектів з вкладки "Фільтри". Для попередньої оцінки готової роботи в об'ємному оточенні використовується кнопка "Перегляд в 360° режимі".

За функціоналом і зовнішнім виглядом дана програма практично нічим не відрізняється від інших десктопних додатків відеомонтажу від *Movavi* (рис. 2.17). Ті, кому доводилося працювати з *Movavi Video Editor*, зможуть вільно користуватися всіма інструментами редагування відео в *Movavi 360* відеоредактор. Для всіх інших в утиліті передбачений розділ *FAQ* з навчальними матеріалами, які допоможуть швидко освоїти інтерфейс і основні можливості редактора [20].

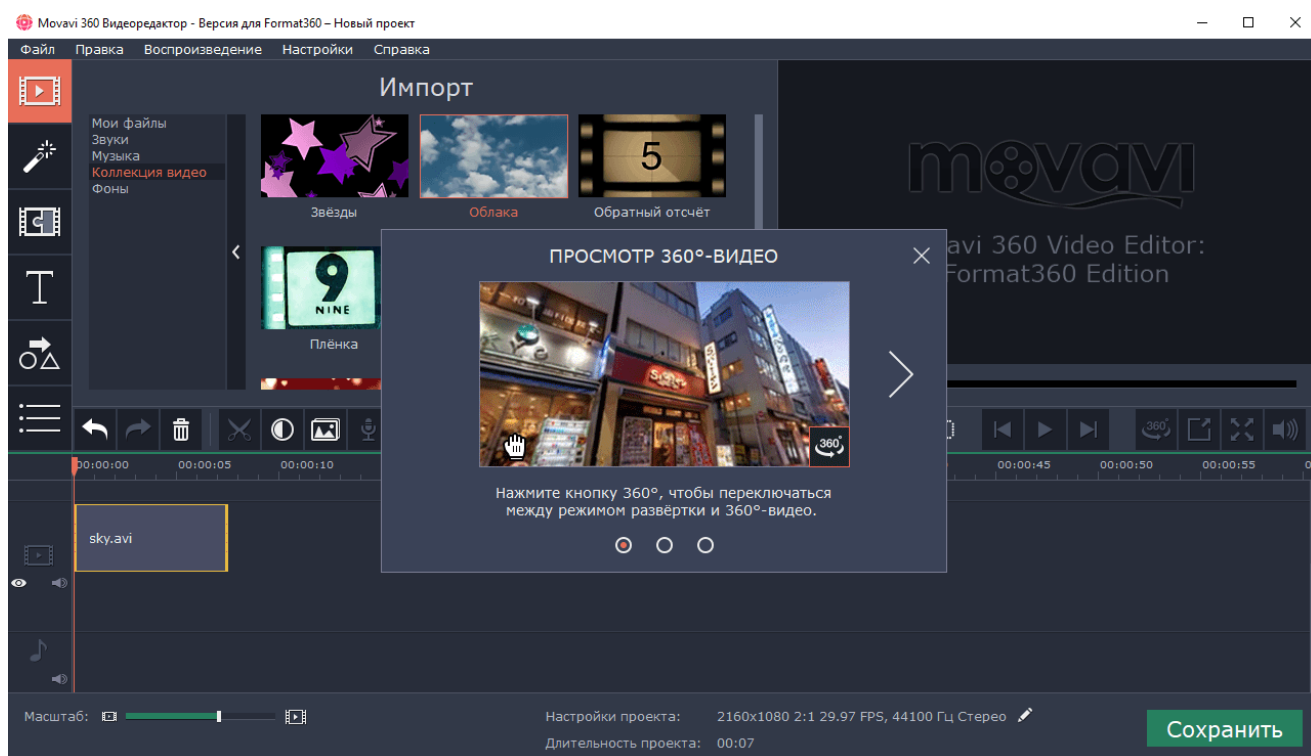


Рис. 2.17. Інтерфейс програми *Movavi 360* [21]

Переваги:

1. Вікно попереднього перегляду панорамного ролика. Можна подивитися відео з різних сторін в режимі *3D*.
2. Великий вибір різноманітних ефектів і переходів.
3. Зручні інструменти для налаштування колірного балансу *VR*-відео.
4. Експорт відео в форматі *UltraHD (4K)*.
5. Можливість підключення панорамної камери для імпорту вихідного матеріалу.
6. Інструменти для редагування звуку.
7. Можливість експорту відео безпосередньо на *YouTube*.

Недоліки:

1. Оптимізація редактора під різні конфігурації ПК і ноутбуків на низькому рівні. Редактор може "зависнути" в будь-який момент часу.
2. Висока ціна на програму.

### *Autopano Video Pro*

Програмне забезпечення *Autopano Video Pro* – це професійний додаток для "зшивання" і побудови вражаючих відео панорам з кутом огляду  $360 \times 180^\circ$  (рис. 2.18).

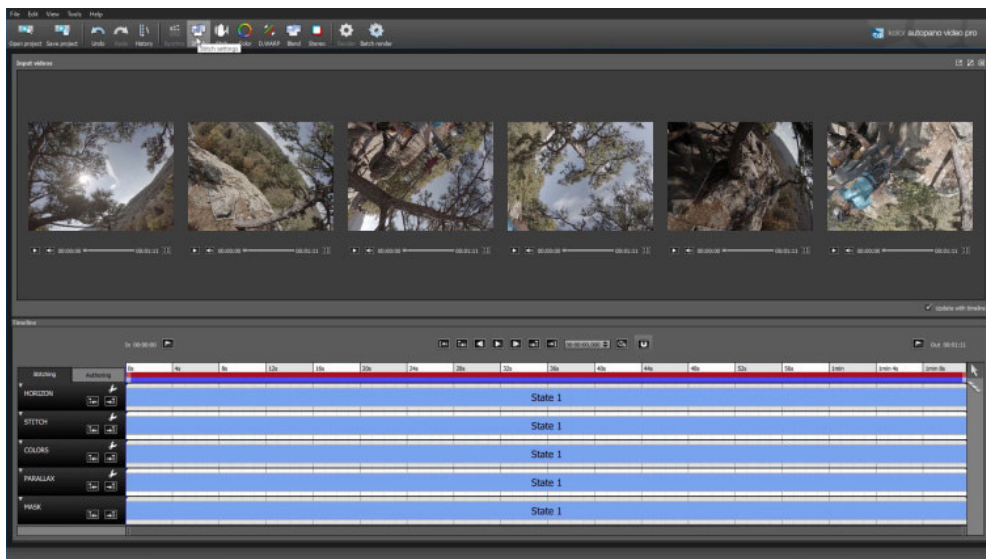


Рис. 2.18. Інтерфейс програми *Autopano Video Pro* [22]



Рішення *Autopano Video Pro* дозволяє виконувати збірку декількох кліпів, знятих з різних ракурсів, в єдиний відеоряд, який забезпечує повний огляд по вертикалі і горизонталі. Інтерфейс відрізняється зручністю і простотою у використанні: досить перетягнути вихідне відео, вибрати шаблон зшивання (включаючи шаблони *GoPro*), автоматично підкорегувати попередньо отриманий за допомогою *Autopano Pro / Giga* результат і клікнути на кнопку початку рендера. Продукт *Autopano Video Pro* є кросплатформним, підтримує різноманітне обладнання, яке не накладає обмежень на кількість джерел відеопотоків і на розмір готових відеофайлів. Для коректної роботи *Autopano Video Pro* потрібна наявність продукту *Autopano Pro* або *Autopano Giga*. У порівнянні з редакцією *Autopano Video* професійна версія *Autopano Video Pro* додає функцію GPU-рендеру, сумісного з усіма графічними картами на ринку.

*Autopano Video Pro* виконує автоматичну синхронізацію відеокадрів на базі звукових доріжок. Якщо відеопотік має озвучку, *Autopano Video Pro* може синхронізувати його в автоматичному режимі. Стороннє ПО для виконання процедури не потрібно. Крім того, користувачі можуть вручну виконувати синхронізацію кадрів, якщо звук для них недоступний.

При збереженні проектного файлу в *Autopano Pro / Giga* перев'ювання зображення автоматично оновлюється в *Autopano Video Pro*. Враховуються всі опції редагування *Autopano Pro / Giga*, включаючи 9 проєкцій, корекцію і вирівнювання по горизонту. Режим попереднього перегляду практично в реальному часі допомагає відслідковувати, який результат буде отримано після рендера повного відео. Підтримується пакетна обробка декількох відео файлів одночасно [23].

Переваги:

1. Пакетна обробка файлів.
2. Продукт *Autopano Video Pro* є кросплатформним.

3. Виконує автоматичну синхронізацію відеокадрів на базі звукових доріжок.

4. Наявність інструментів для корекції та готових шаблонів.

Недоліки:

1. Висока вартість.

2. Для нормальної роботи необхідна наявність *Autopano Pro / Giga*.

*Gear 360 ActionDirector*

*Gear 360 ActionDirector* – програма для редагування відео на 360°, розроблена спеціально для камери *Samsung Gear 360*.

*Gear 360 ActionDirector* допомагає користувачам *Gear 360* імпортувати і автоматично зшивати відео і фотографії, зняті з *Gear 360*, і надає кілька важливих функцій редагування, таких як обрізання, додавання заголовків і створення переходів в відеороликах.

В головному меню програми доступні такі режими роботи (рис. 2.19):

*360° VR Video*: імпортуйте 360° відео, додавайте 360° ефекти, а потім завантажуйте на соціальну платформу, яка підтримує 360° відео.

*HD-відео*: імпорт 2D-відео з *Gear 360* або телефону і їх реагування.

*Пряма трансляція*: трансляція відео з камери *Gear 360* в прямому ефірі на *Facebook*, *YouTube* або *SamsungVR* [24].



Рис. 2.19. Головне меню програми *Gear 360 ActionDirector*

Переваги:

1. Вікно попереднього перегляду панорамного ролика. Можна подивитися відео з різних сторін в режимі *3D*.
2. Великий вибір різноманітних ефектів і переходів.
3. Зручні інструменти для налаштування колірнього балансу *VR*-відео.
4. Експорт відео в форматі *UltraHD (4K)*.
5. Повна сумісність з камерою *Samsung Gear 360*.

Недоліки:

1. Орієнтованість лише для однієї камери.
2. Відсутність можливості редагування звуку.

#### 2.3.4. Широкопрофільне ПЗ для підготовки 360° відео

##### *Adobe Premiere Pro*

*Adobe Premiere Pro* – один з лідер серед професійних програм для відеомонтажу. Додаток дозволяє монтувати відео, додавати тексти, застосовувати переходи і спецефекти, звук і анімацію. У комплекті з програмою йде додаток *Adobe Media Encoder*, що дозволяє кодувати відео в пакетному режимі. Підтримується робота з новітніми форматами *XDCAM*, *XDCAMEX*, *P2*, *AVCHD* і *RED*. Є можливість збереження підсумкового відео в безліч форматів, включаючи *Blu-ray*, інтерактивний *SWF* та інші. Підтримується робота з метаданими і пошук слів в текстах діалогів. *Adobe Premiere Pro* скачується і встановлюється через спеціальну програму установник

*Adobe Premiere Pro* дає можливість працювати з 360° відео. Відео редактор підтримує перегляд панорамних відео, можливість додавання ефектів і переходів з ефектом занурення, експорт 360° відео з вбудованими метаданими для завантаження його на інтернет ресурси.

Переваги

1. Множина параметрів функцій, опцій і плагінів.
2. Продуманий розробниками до дрібниць інтерфейс користувача.

3. Інтеграція з іншими продуктами від розробника "Adobe".
4. Можливість призначення гарячої клавіші на будь-яку команду.

Недоліки

1. Скидання лічильника кадрів після кожної зупинки захоплення.
2. Не всім зручний модуль складання і редагування титрів.
3. Високі вимоги до інтегрованих системних ресурсів.
4. Неймовірно висока вартість офіційної ліцензії.

### *Adobe After Effects*

За допомогою *Adobe After Effects* можна створювати, комбінувати та стилізувати 2D-шари в трьохмірному просторі. *Adobe After Effects* виконує різні функції в залежності від необхідних користувачів. Наприклад, *After Effects* пропонує вбудовану підтримку для редагування 360 / VR відео. Є можливість використовувати безліч динамічних переходів, ефектів та заголовків для редагування та покращення захоплюючого відео. Можливо експериментувати з різними інструментами 360 / VR у *After Effects* для безперебійного робочого процесу після виробництва.

### *Adobe Photoshop*

Photoshop спочатку був растровим графічним редактором, зараз надає масу можливостей для роботи як з растровою, так і з векторною графікою. Незважаючи на свої широкі можливості, програма тісно пов'язана з іншими засобами обробки зображень. Фотошоп є одночасно потужною фотолабораторією і засобом створення цифрових зображень. За допомогою набору основних інструментів, таких як Кисть (*Paintbrush*), Аерограф (*Airbrush*), Перо (*Pen*) і Олівець (*Pencil*), можна малювати і розфарбовувати зображення. Всі перераховані інструменти дають можливість настройки цілого ряду параметрів: ширини мазка, ступеня розмивання крайок, жорсткості і м'якості.

Фотошоп зручно використовувати для редагування статичних кадрів відео, для видалення зображення штативу і корегування невеликих дефектів у відео.

## Висновки до розділу

Технології мультимедіа 360° – це новий перспективний технологічний напрямок, яке дозволяє створювати якісний інтерактивний контент для гарнітур віртуальної реальності у всіх областях людської діяльності (культура, мистецтво, освіта, наука, туризм, реклама, промислове виробництво, державне управління).

З точки зору індустрії розваг і, особливо, створення художніх фільмів у форматі 360°, очікується розробка ряду нових підходів і методологій творчого і технологічного процесів, які дозволять глядачеві зануритися на новий віртуальний і інтерактивний рівні.

Створення відео в форматі відео 360° на даний момент є досить складним завданням, хоча вже існує велика кількість спеціалізованих відео-камери 360° і програмного забезпечення для їх обробки.

Неспішне поширення даної технології пов'язане з рядом факторів: не повністю автоматизований процес обробки (деякі задачі необхідно виконувати лише вручну), дороге обладнання для зйомки, великий обсяг створюваних матеріалів, відсутність зручного способу перегляду на комп'ютері. Адже до появи шоломів віртуальної реальності, 360° відео можна було переглянути лише на комп'ютері за допомогою мишки, що заважало повному зануренню в те, що відбувалось на екрані.

Створення 360° контенту складається з двох частин: відео та аудіо. Відео частину створюють за допомогою 360° камер з двома або більше об'єктивами, або з використанням декількох камер, що розміщуються в певні кріплення на певний кут повороту та знімають з однаковими налаштуваннями. Аудіо частина повинна відповідно до відео відтворювати 3D звук. Для цього використовуються спеціальні мікрофони, що повторюють форму людського вуха або деякі камери мають вбудовані такі мікрофони.

Для роботи та обробки 360° відео необхідні певна конфігурація комп'ютера та спеціальні програмні засоби.

Для монтажу легкого рівня буде достатньо процесора *Core i5*, 8 – 16 Gb оперативної пам'яті і відеокарта *GeForce GTX 1050Ti*. Для досить комфортної роботи та важчих прийомів вже необхідно буде мати будь-який з сучасних *Core i7 7700K / 8700K / 9700K*, 32 Gb оперативної пам'яті, *GTX1080Ti / 2080Ti* і SSD диск. Для професійної обробки 360° відео з високим розширенням підійдуть *AMD Thredripper* або *Intel Core i9*, 64 – 128 Gb оперативної пам'яті і відеокарту *NVIDIA Titan RTX*. Така збірка зможе обробити всі ефекти та процеси і справиться з монтажем в розширенні 8K і вище.

Програмне ж забезпечення в залежності від цілі використання може бути для створення і обробки панорам, для роботи з 360° відео та широкопрофільне як допоміжний засіб спеціалізованих програм. Одними з найпопулярнішими та найбільш багатофункціональними програмами для роботи з панорамами є *PTGui*, *Kolor Autopano*, *The Panorama Factory*, *Pano2VR*. Вони надають широкий спектр можливостей для обробки та склейки панорам, а *Pano2VR* може створювати віртуальні тури, додавати до панорам точки переходу та навігації. Для роботи з 360° відео найпопулярнішими є програми *Movavi 360*, *Autopano Video Pro*, *Gear 360 ActionDirector*. Вони надають можливість склейки відео, кольорокорекції, додавання переходів тощо. Як допоміжні використовуються програми *Adobe Photoshop* для редагування статичних сцен, *Adobe After Effects*, *Adobe Premiere Pro* як широко профільні відео редактори.

## РОЗДІЛ 3

### ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ І МОНТАЖ ВІДЕО ЕКСКУРСІЇ "ФАКУЛЬТЕТ МІЖНАРОДНИХ ВІДНОСИН"

#### 3.1. Обробка відзнятого матеріалу

Обробка відзнятого матеріалу проходить в такому порядку:

1. Зшивання відео.
2. Вибір вдалих кадрів.
3. Обрізка кадрів.
4. Кольорокорекція відео.
5. Обробка аудіо.
6. Монтаж уривків відео.
7. Експорт відео та його завантаження на сайт.

Основний монтаж відео проводився в програмі *Gear 360 ActionDirector*, що створена спеціально для роботи з камерою *Gear 360* (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Програма *Gear 360 ActionDirector*

В головному меню програми можна обрати для створення базові проекти, такі як: відео *360 VR*, *HD*-відео, та створення прямої трансляції, також доступні для вибору створені проекти як в цій програмі так і в інших подібних програмах, які підтримують необхідні розширення файлів. В нашому випадку обирається робота з відео *360 VR* (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Головне меню програми

Створено новий проект у форматі 360 VR в який було завантажено всі відзняті відео. При першому завантаженні відбувається склейка відео з двох об'єктивів в одне зображення. Таке відео при відтворенні вже не виглядає як відео з двох об'єктивів, а як одне панорамне відео з грубими швами та чорними прогалинами у місцях зшивання відео з двох об'єктивів (рис. 3.3).

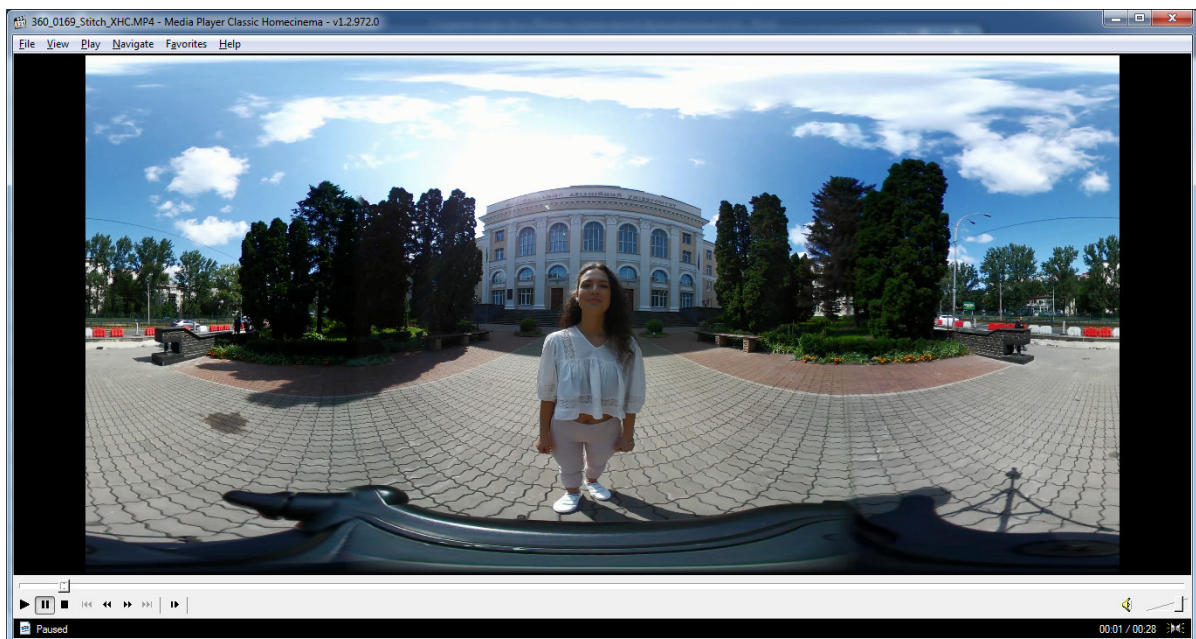


Рис. 3.3. Склеєне відео з двох об'єктивів



Після обробки відео обрано найкращі дублі та впорядковано їх на таймлайні відповідно до сценарію (рис. 3.4).

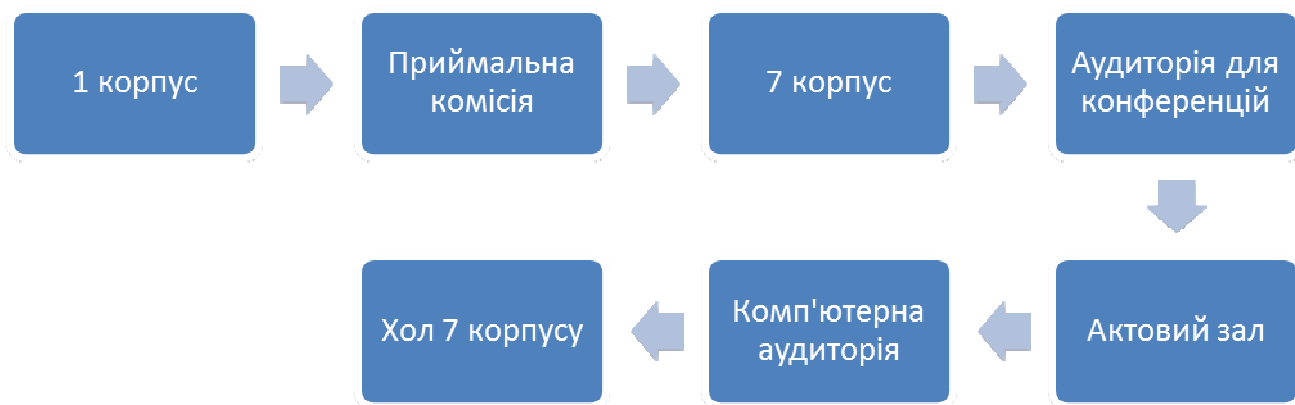


Рис. 3.4. Порядок монтажу локацій

Відповідно до порядку зображеного на рисунку 3.4 були підібрані найкращі дулі та проведено їх склеювання в результаті відео відображено в потрібній послідовності (рис. 3.5).

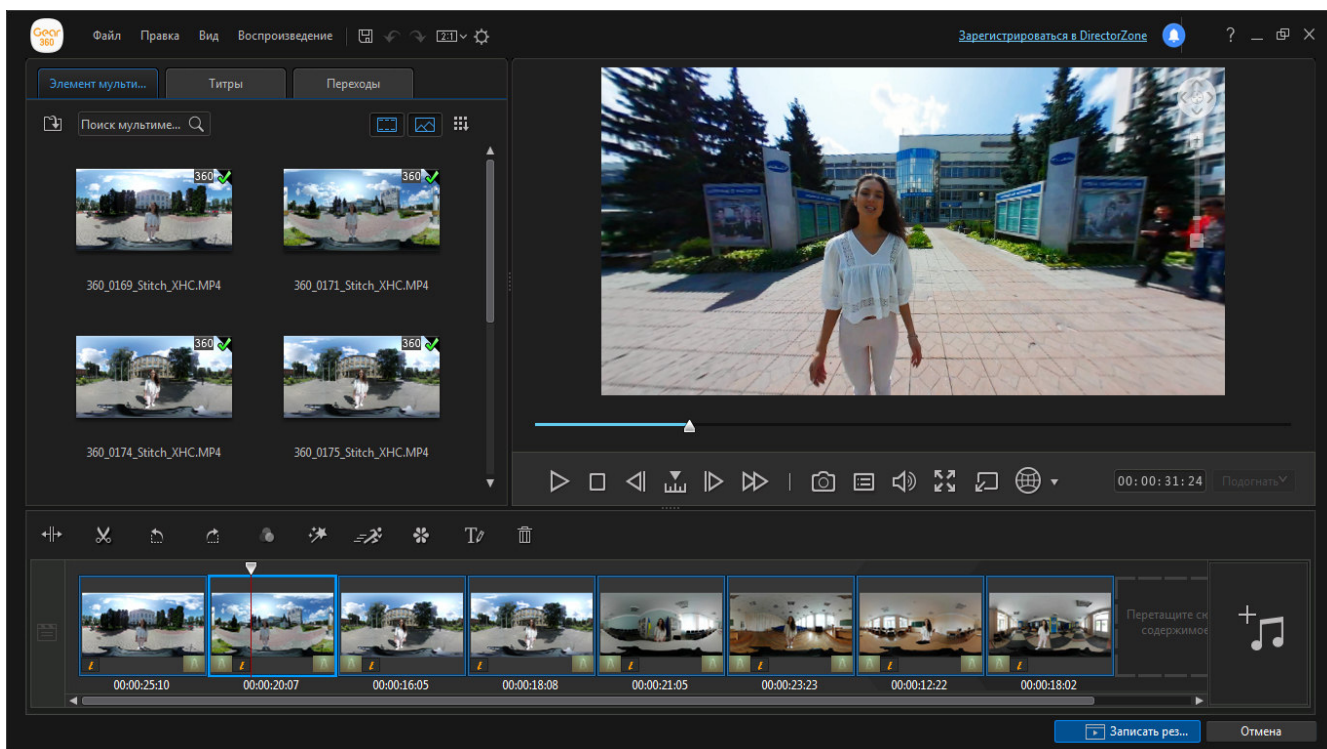


Рис. 3.5. Послідовність відео на таймлайні

Для роботи з відео використовується основна панель інструментів для редагування (рис. 3.6). Вона дає можливість обрізати, повертати, додавати ефекти та редагувати колір та різкість відео, додавати титри.

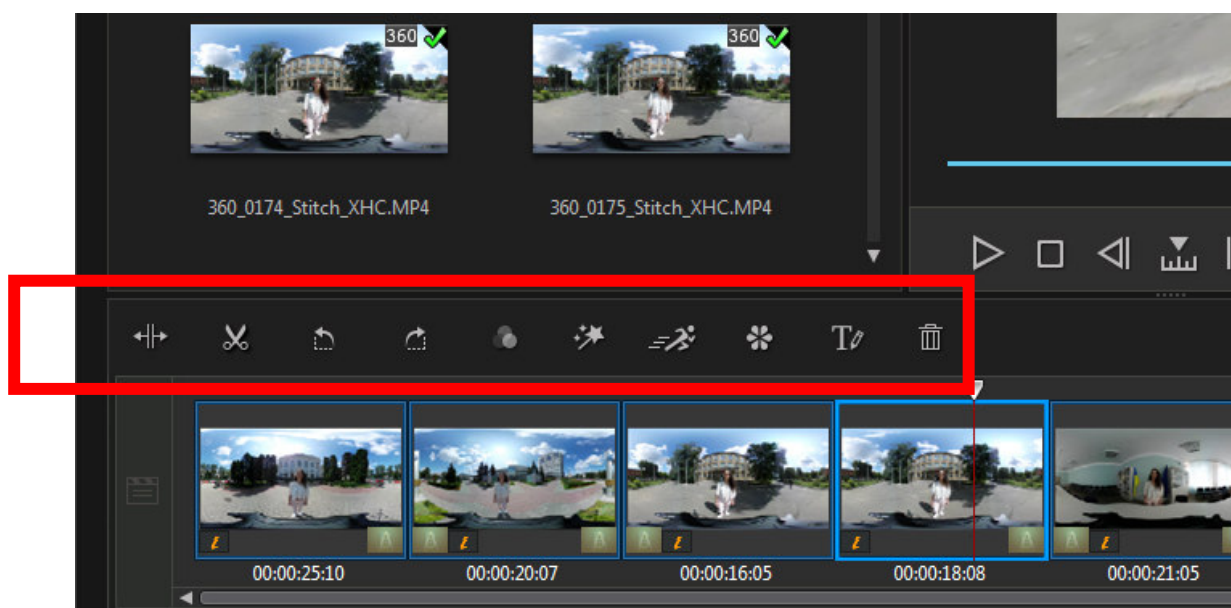


Рис. 3.6. Панель інструментів

Кожне відео необхідно підрізати спочатку та в кінці щоб вилучити непотрібні кадри з відео (рис. 3.7).

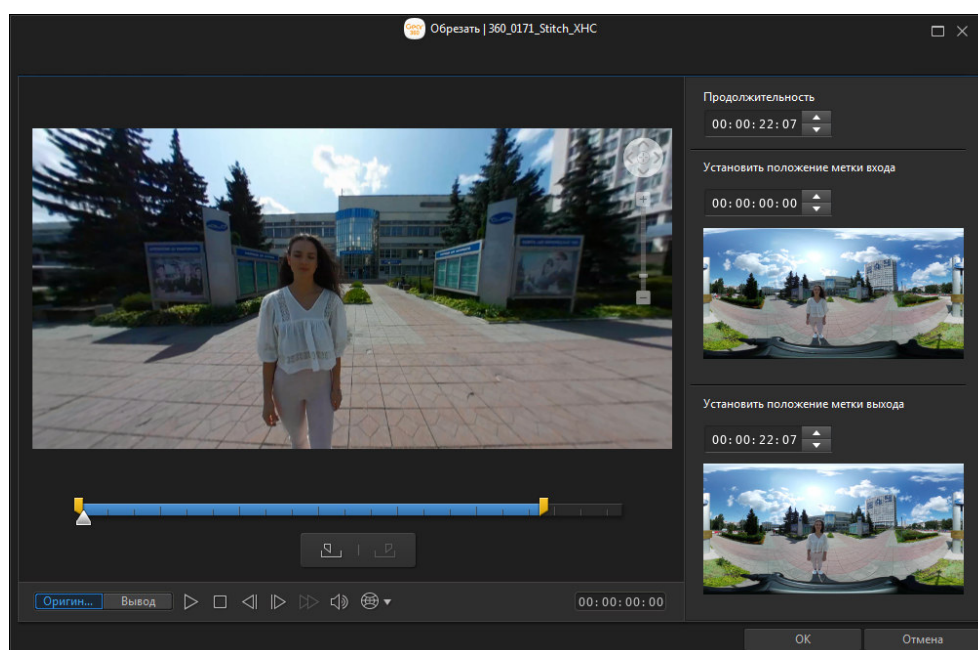


Рис. 3.7. Обрізання відео

Також для кожного відео потрібно проводити індивідуальну кольорокорекцію, через те що відео знімалося у різних локаціях. Для записів створених на вулиці збільшено значення контрастності та насиченості для створення більш яскравих і привабливих кольорів (рис. 3.8).

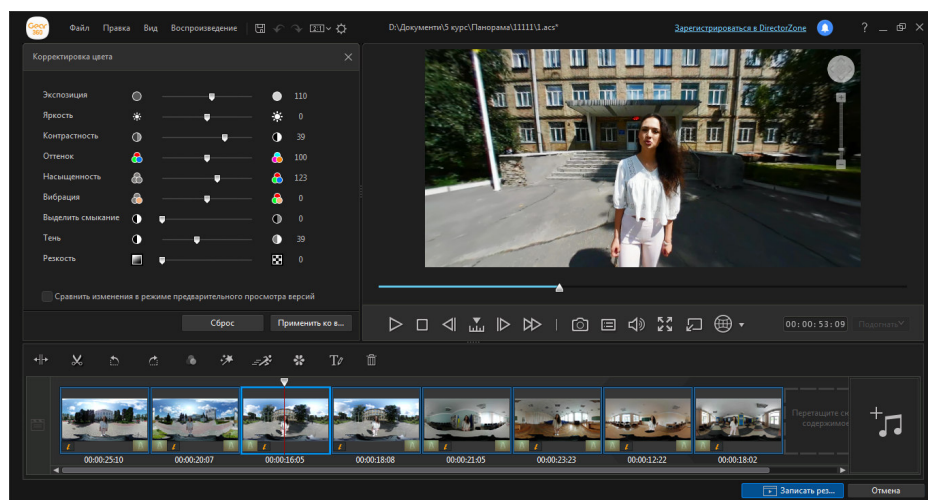


Рис. 3.8. Кольорокорекція відео знятого на вулиці

Для відео, які знімалися в приміщеннях збільшено параметри експозиції, контрастності та тіней, для того, щоб кольори та різкість тіней між відео знятими на вулиці та в приміщенні була максимально непомітною (рис. 3.9). Різницю між відео з кольорокорекцією і оригіналом наведено в Додатку А.

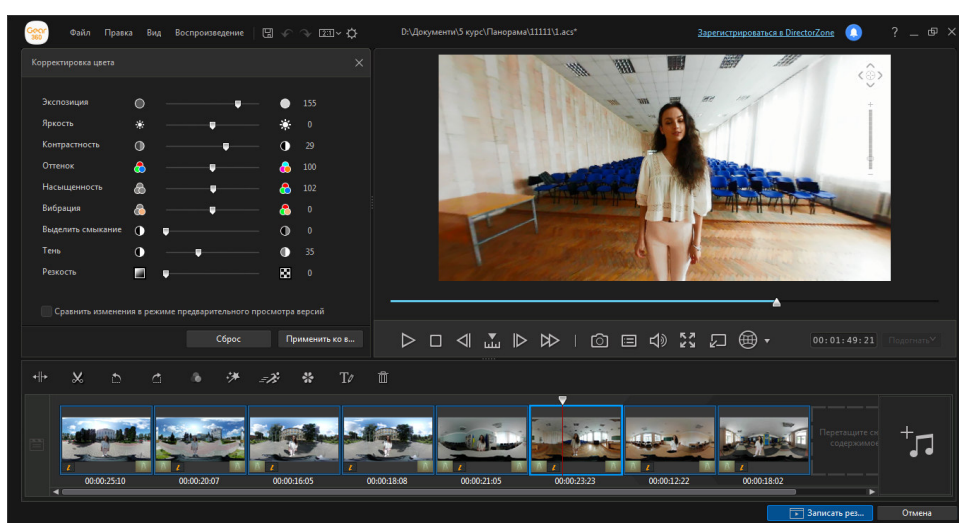


Рис. 3.9. Корекція кольорів у відео в приміщенні

У вкладці переходів обрано перехід "М'яке витиснення" та застосовано його на таймлайні у всіх випадках склейок у відео (рис. 3.10).

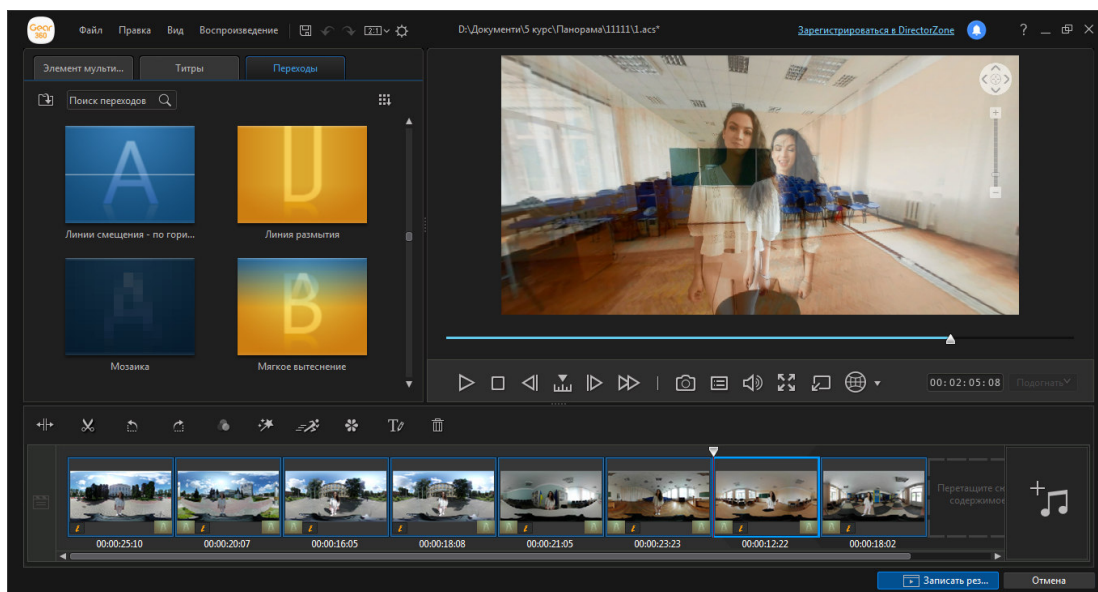


Рис. 3.10. Додавання переходу між відео

Після всіх початкових маніпуляції з відео файлами та зведення їх до одного цілого, отриманий результат було записано в форматі *MPEG-4* з розширенням 4096 на 2048 точок та кодуванням в форматі *H.265* (рис. 3.11). Для подальшої обробки матеріалу в інших програмах обробки мультимедійної інформації таких як: *Adobe Audition CC* та *Adobe Premiere Pro CC*.

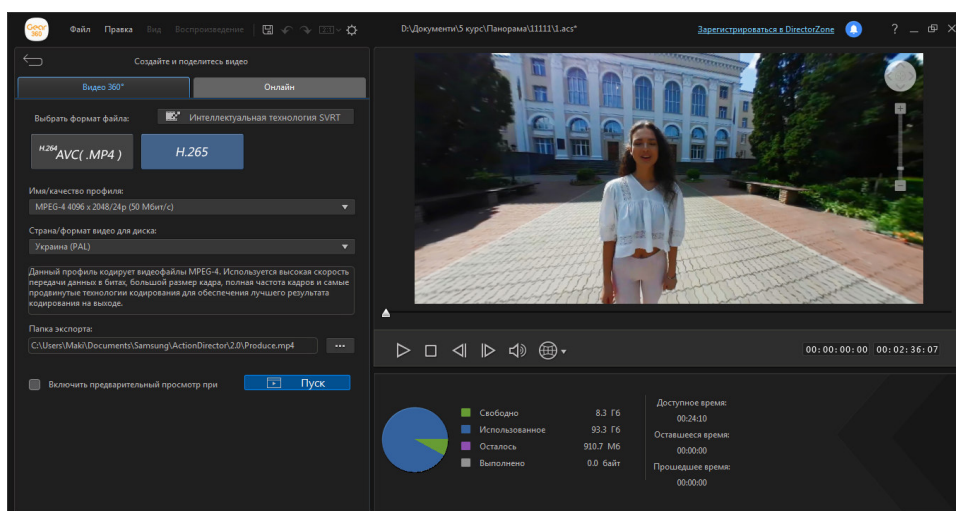


Рис. 3.11. Експорт підготовленого проекту

## 3.2. Обробка звукових файлів

Для наступного кроку обробки відеофайлу було використано програму для обробки записаного звуку *Adobe Audition CC*. Але перед тим як обробити звук треба дістати з відео файлу звукову доріжку, через те що для запису звуку використовувалася камера яка знімала відео і записувала звукову доріжку одночасно з відео і в один файл. Тому для обробки аудіо файлів обрано програмні продукти компанії *Adobe* які дуже добре співпрацюють між собою та мають прямі референси на інші програмні продукти цієї компанії.

За допомогою програмного продукту *Adobe Premiere Pro CC* було завантажено відео файл після первинної обробки описаної раніше. Щойно завантажений файл додано на тайм лайн, відкрито внутрішню утиліту для роботи зі звуком і за її допомогою розділено аудіо та відео потоки(доріжки) у файлі (рис. 3.12).

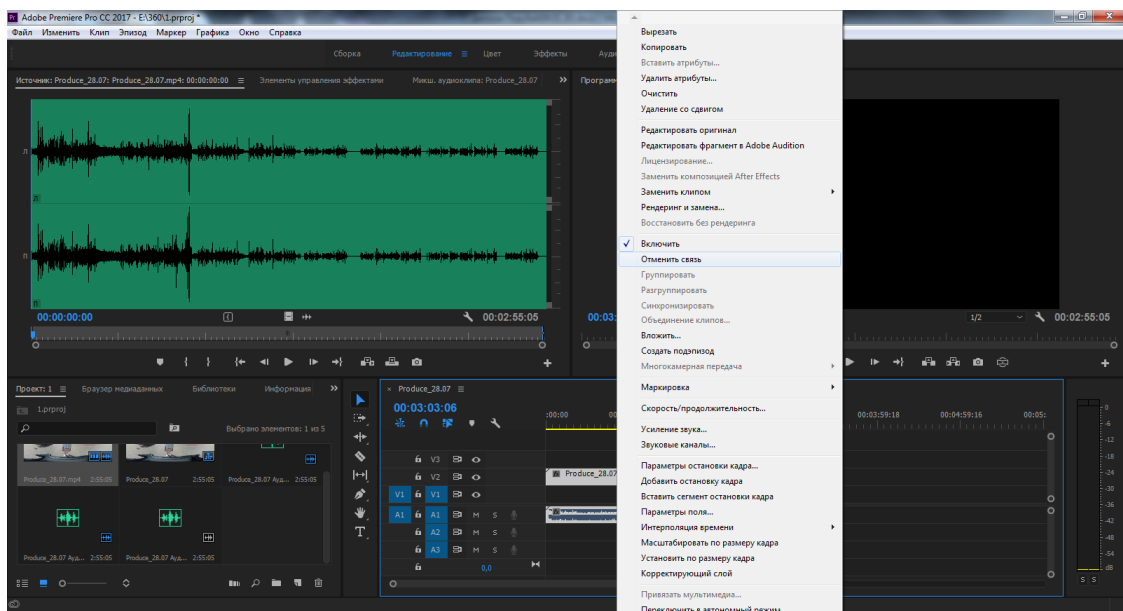


Рис. 3.12. Завантаження відео в *Adobe Premiere Pro CC*

Далі за допомогою добре відлаженого зв'язку між програмами компанії *Adobe* через *Adobe Premiere Pro* аудіо доріжку було перенаправлено у *Adobe Audition* для подальшої спеціалізованої обробки звуку (рис. 3.13).

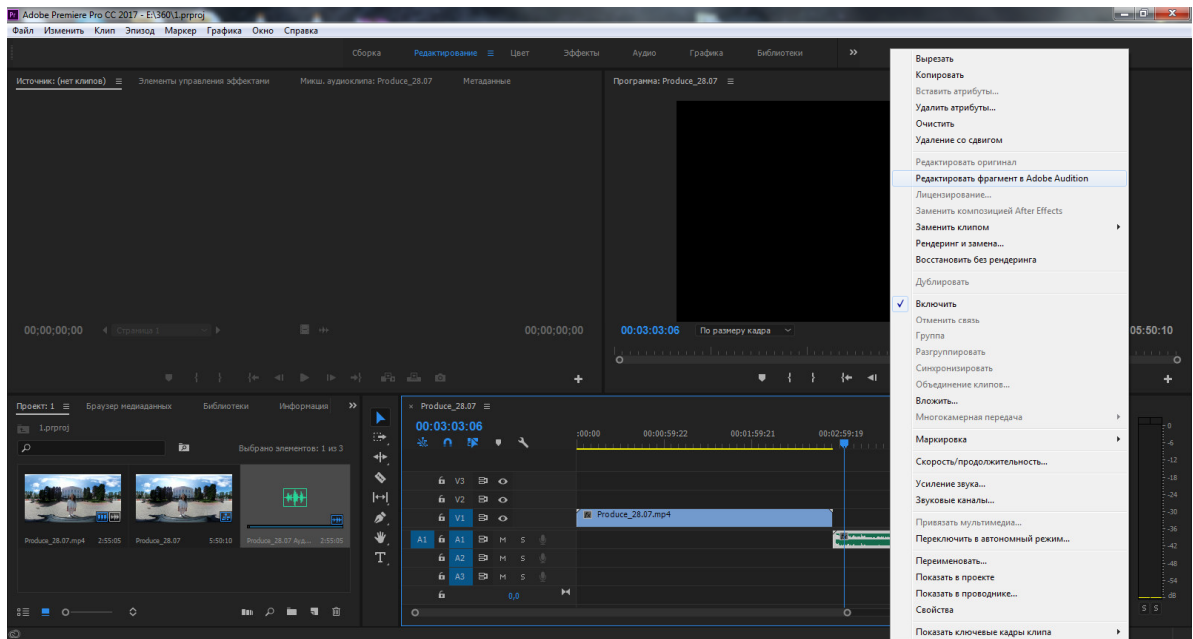


Рис. 3.13. Відкриття файлу для обробки

Аудіо доріжка була відкрита в *Adobe Audition* та розбита на два канали (рис 3.14).

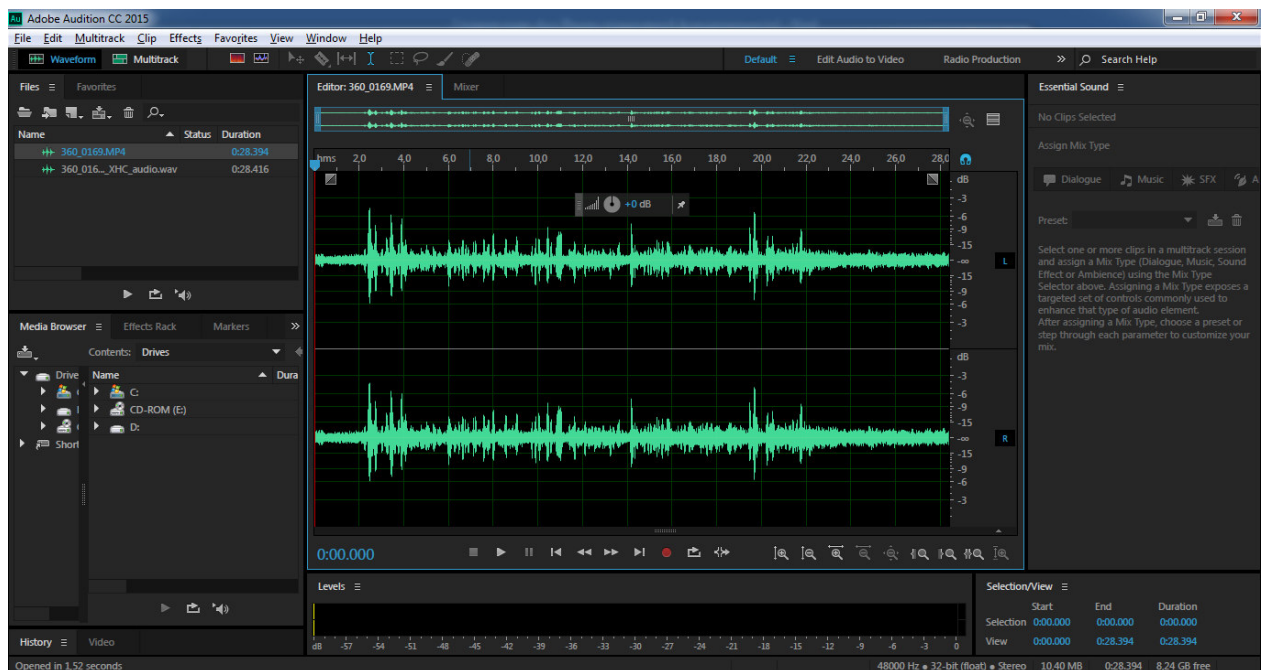


Рис. 3.14. Відкрита аудіо доріжка в *Adobe Audition*

Обрано ділянку аудіо лише з шумом та застосовано її приклад для інструменту для видалення шуму (рис. 3.15).

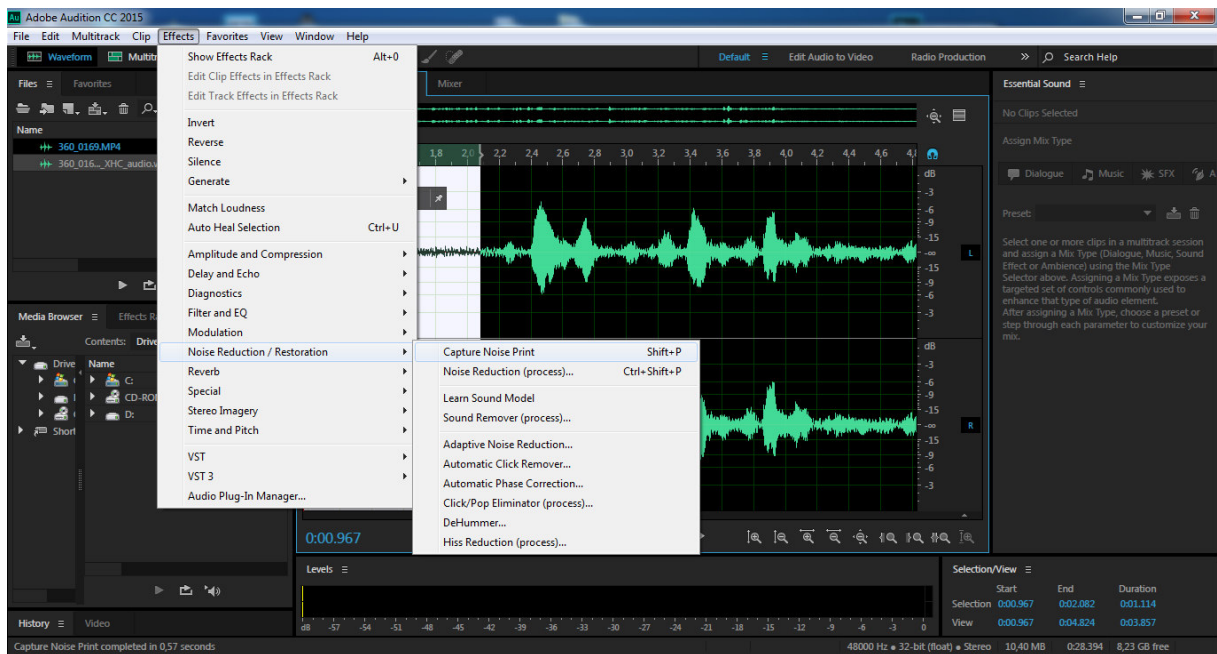


Рис. 3. 15. Виділення зразку для видалення шуму

Обрано всю доріжку і застосовано видалення шуму. Налаштовано вікно відповідно до аудіо для оптимального очищення шуму та збереження нормального відтворення голосу (рис. 3.16).

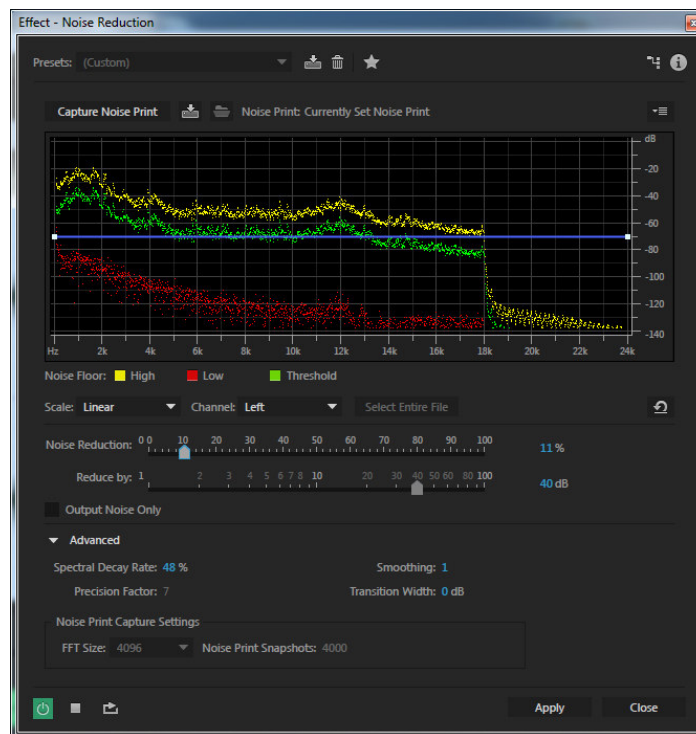


Рис. 3.16. Вікно видалення шуму

Для покращення звучання можна встановити та використати плагін *VST 3* і підібрати оптимальні налаштування (рис. 3.17, 3.18).

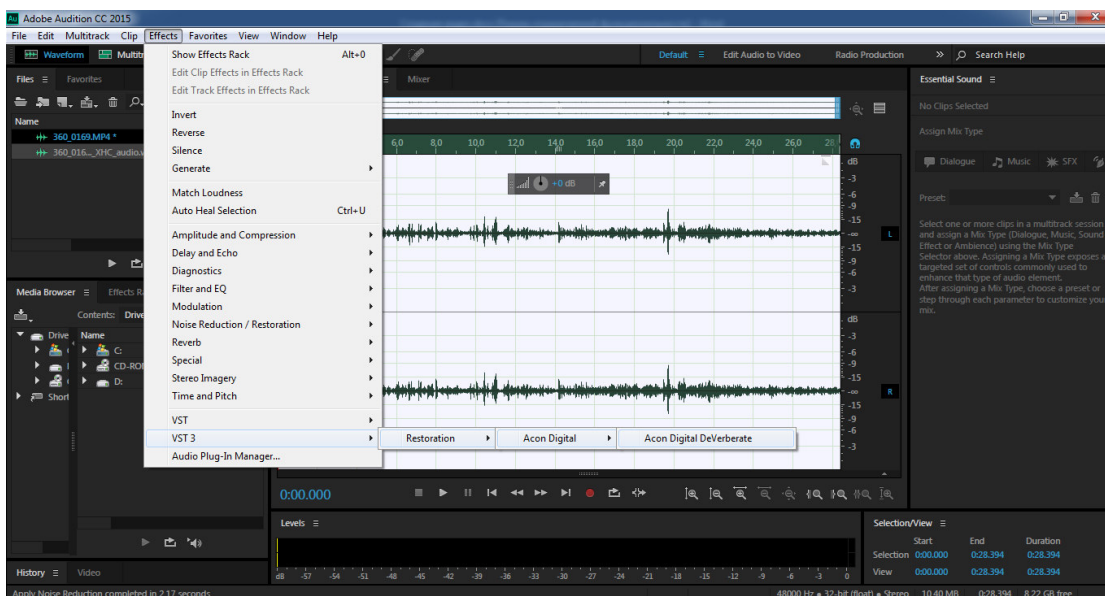


Рис. 3.17. Відкриття плагіну *VST 3*



Рис. 3.18. Налаштування плагіну *VST 3*



Оброблена аудіо доріжка має більш чисту гістограму без шуму, що видно на чистих проміжках гістограми, між голосом (рис. 3.19).

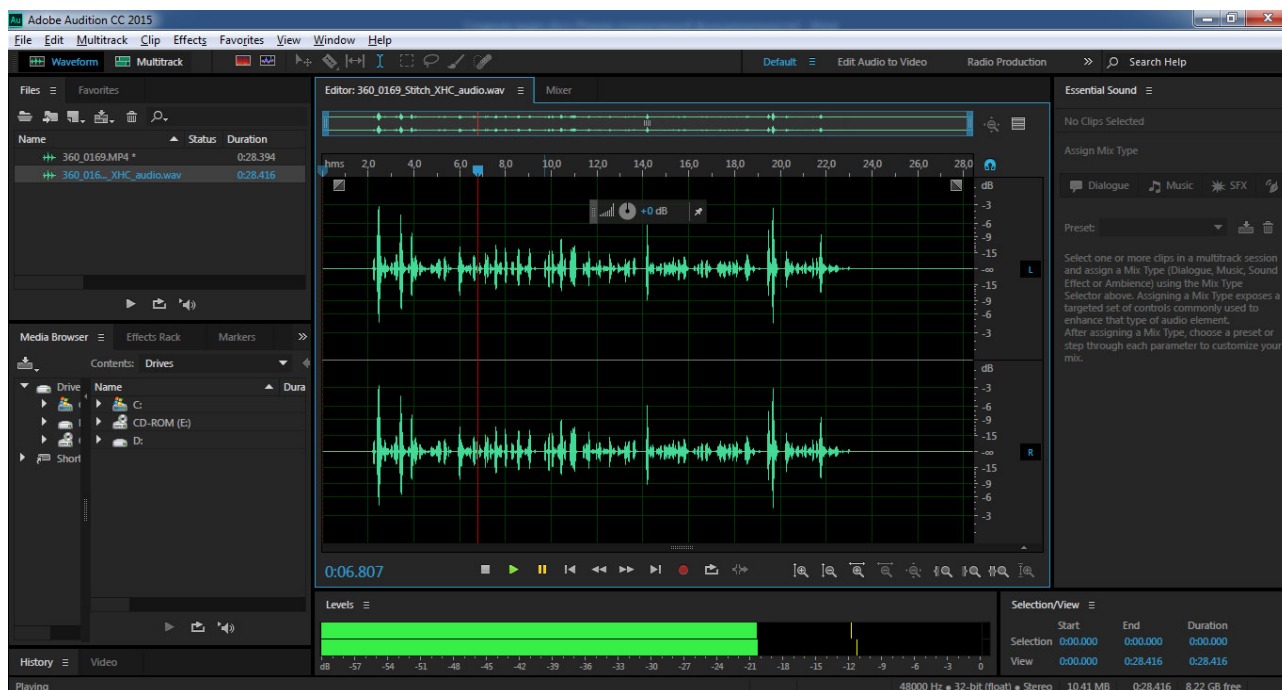


Рис. 3.19. Гістограма обробленого файлу

Файл збережено в форматі *mp3* для подальшого його використання у відео (рис. 3.20).

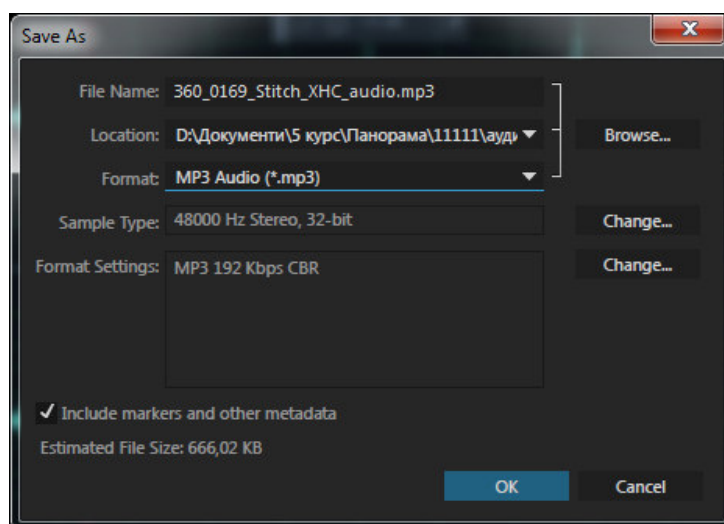


Рис. 3.20. Збереження файлу

Аналогічно оброблено всі аудіо файли що використані у відео.

Для подальшої роботи з відео використано *Adobe Premiere Pro CC*. В ньому буде зведено аудіо та відео доріжки.

Для цього створено новий проект та завантажено в нього всі необхідні матеріали: створене раніше відео та оброблені аудіо файли. На доріжку поміщено відео та видалено його оригінальну звукову доріжку. Замість неї синхронно до відео додано оброблені доріжки (рис. 3.21).

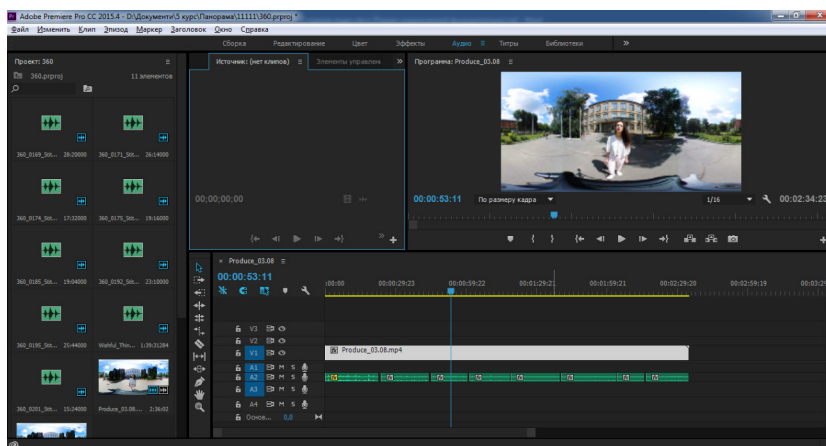


Рис. 3.21. Синхронізація аудіо в відео доріжок

Для повноти сприйняття відео додано фонову музику окремим шаром та задано їй плавний перехід та затухання в кінці (рис. 3.22). Обрано досить енергійну музику, що добре підійде до загального настрою відео. Музика має досить тихе звучання аби не відволікати від основного тексту

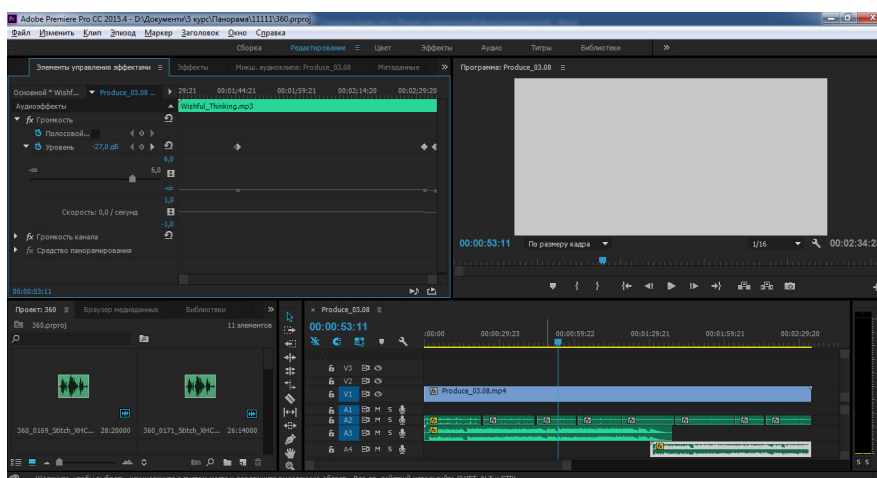


Рис. 3.22. Додана фонову музику до відео

Готовий файл експортовано з налаштуваннями для *VR* перегляду (рис. 3.23)

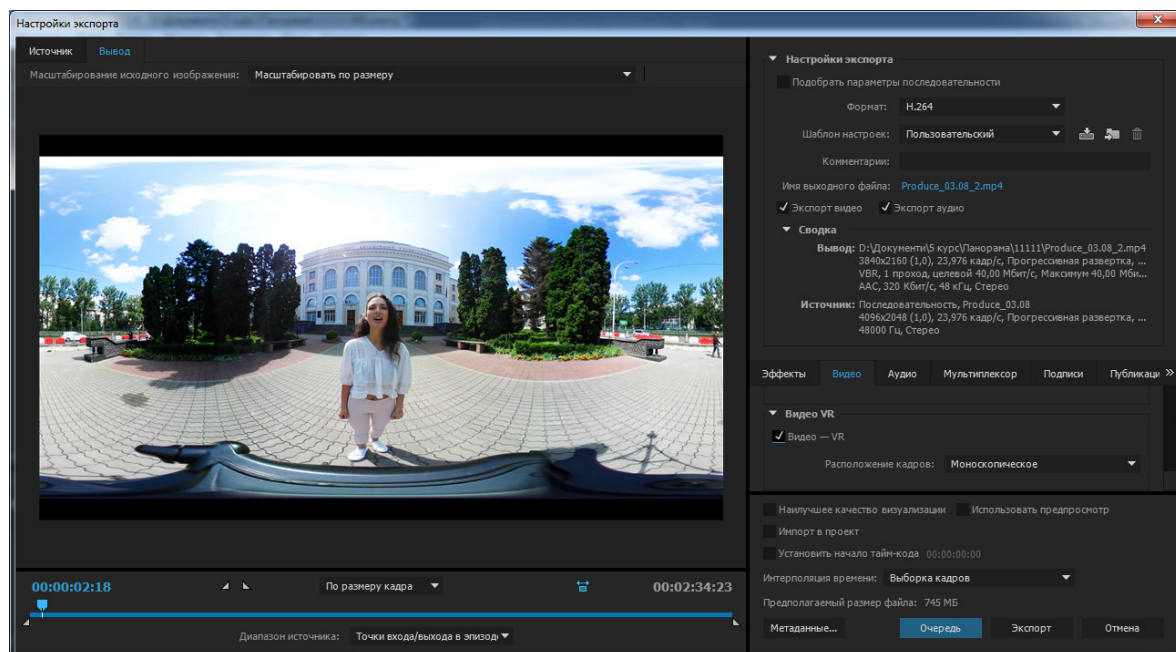


Рис. 3.23. Експорт файлу

Відео експортоване в форматі *mp4* з підтримкою *VR* і готове для інтеграції в ресурси *Youtube*, *Facebook* тощо.

Завантажувати на *YouTube* можна тільки *3D*-відео в форматі горизонтальної паралельної стереопари. Метадані повинні бути представлені одним з цих способів:

- до вигляді елемента *st3d* в форматі *.mov* або *.mp4*;
- у вигляді елемента *StereoMode* для горизонтальної паралельної стереопари в форматі *.mkv* або *.webm*;
- в форматі *FPA* за стандартом *H264 SEI*.

Для розпізнавання сервісами відео хостингів відео як *360°* потрібно доопрацювати метадані файлу, що завантажується на ці хостинги. Це можна зробити самому за допомогою мови програмування *Python* для відео закодованого в *H.264*, в контейнері *MP4* чи *MOV* додаткові метадані будуть виглядати так:

```
ffmpeg -i input_file.mkv -vcodec libx264 -x264opts \ "frame-  
packing=3:frame-packing-interpret=1:frame-packing-quincunx=0:frame-  
packing-grid=0,0,0,0" output_file.mp4.
```

Для автоматизації процесу можна знайти і встановити спеціальні програми змінення метадати, одною з таких є *Spatial Media Metadata Injector* (рис. 3.24).

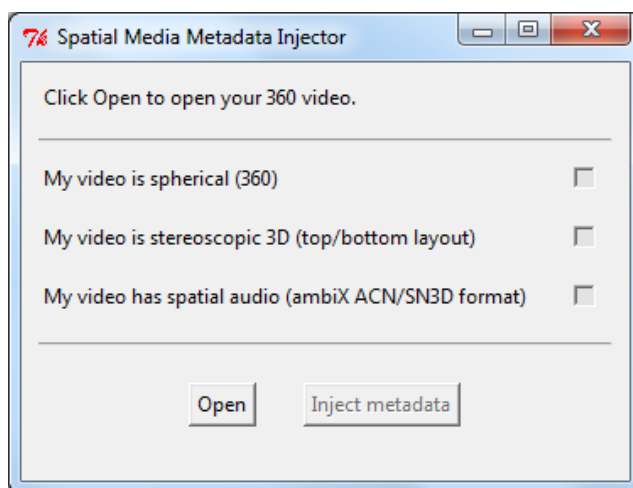


Рис. 3.24. Інтерфейс програми *Spatial Media Metadata Injector*

Для внесення потрібної мета дати у відео файл який попередньо пройшов обробку було відкрито програму *Spatial Media Metadata Injector*.

Далі було натиснуту кнопку *Open* та вибрано потрібний файл (рис. 3.25).

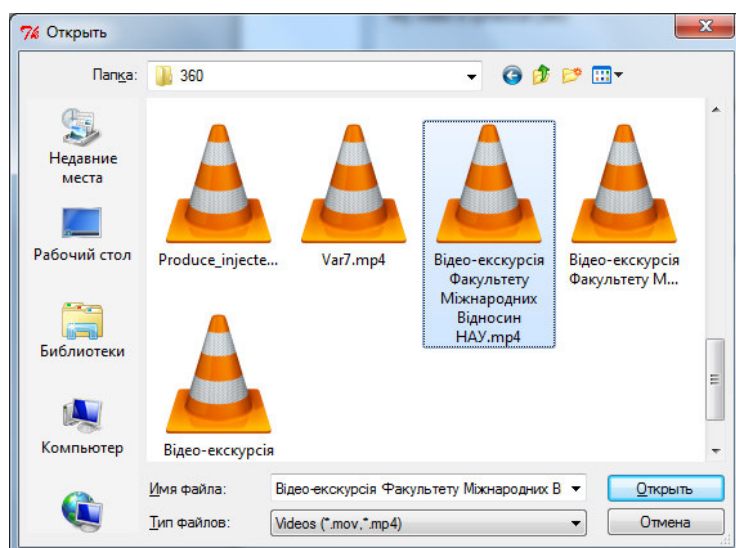


Рис. 3.25. Відкриття файлу в *Spatial Media Metadata Injector*

Після розпізнавання файлу програмою було обрано один з варіантів метаданих яких потрібно внести та натиснуто кнопку *Inject metadata* (рис. 3.26).

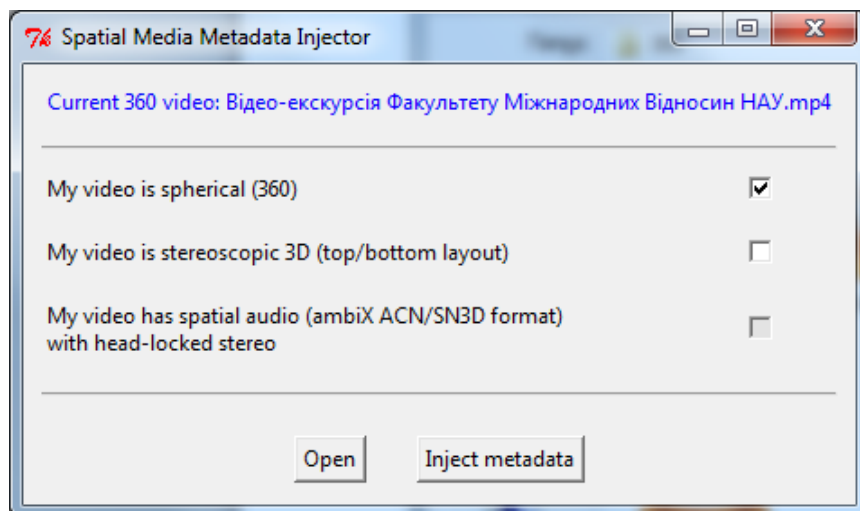


Рис. 3.26. Внесення метаданих

Після цього програма внесла зміни до метадати файлу і запропонувала вказати директорію збереження файлу зі зміненою метадатаю (рис. 3.27).

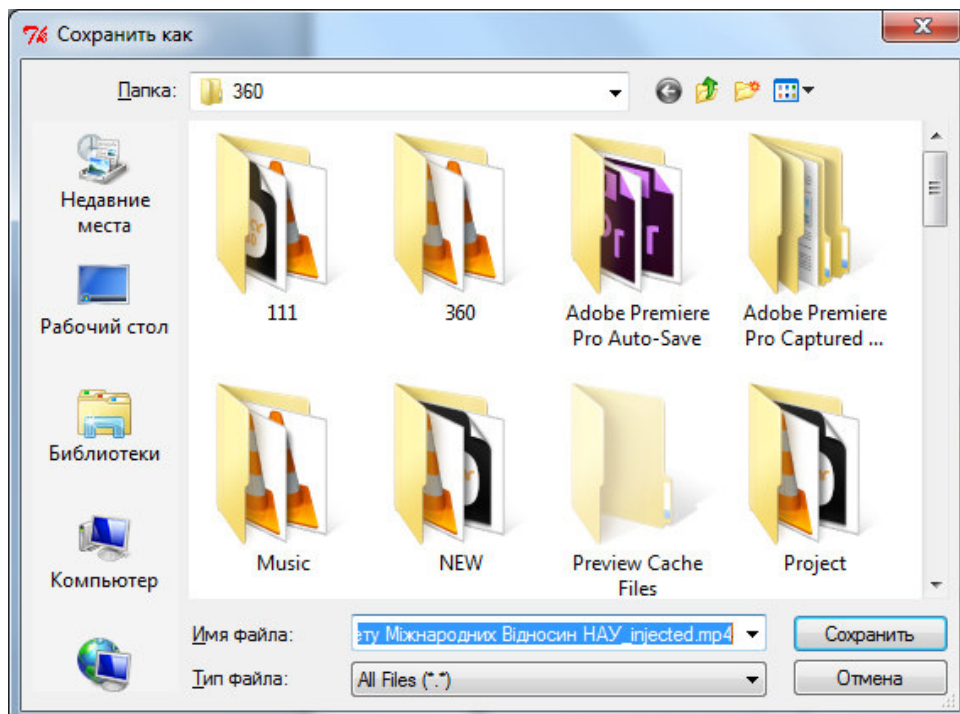


Рис. 3.27. Збереження обробленого відео

## Висновки до розділу

В даному розділі було проведено роботу з відзнятим матеріалом. Для проведення основних робіт обрано програму *Gear 360 ActionDirector*. Ця програма має широкий спектр налаштувань для роботи з 360° відео. В ній присутня можливість автоматичної склейки сирого матеріалу, можливість панорамного та сферичного перегляду, налаштування для роботи з кольором, велика бібліотека переходів та титрів. Також дана програма ідеально сумісна з камерою *Samsung Gear 360*, що виключає можливі проблеми зі зчитуванням та обробкою файлів.

При завантаженні програми вперше необхідно ввести код з камери аби зареєструвати її. Після проведення реєстрації можна проводити саму роботу. При першому завантаженні вихідних кадрів проводиться зклейка вихідного відео, знятого на два об'єктиви в єдине панорамне відео, що займає досить багато часу.

Після склейки, відео готові до подальшої роботи. Було переглянуто всі відзняті дублі (близько 5 – 7 дублів на одну локацію) та обрано найбільш вдалі з якими і продовжено роботу. Решту відео видалено з робочої області вікна, для більш зручного користування. Обрані відео розміщено на таймлайні в порядку, що відповідає сценарію.

Наступним кроком проведено обробку відео. Обрізано кожне з них, для видалення зайвих вступних та кінцевих кадрів. для кожного відео проведено кольорокорекцію. Налаштування кольору обрані схожі для всіх відео, щоб зберігати єдність стилю, проте не ідентичні, так як рівень освітленості кадру змінюється від локації до локації. В загальному було збільшено рівень контрастності та яскравості для більшої насиченості кольорів та привабливості картинки. Ідивідуально для кожного відео також підганялись значення експозиції (в темних аудиторіях), освітлення тіней (при зйомці на вулиці і різких переходах світла і тіні), насиченості (тусклі кадри через меншу кількість світла).

Проте внесені локальні зміни не мали сильного відображення і не виділяли певні відео на фоні інших.

Додані переходи між локаціями, які підтримують атмосферу екскурсії і створюють враження прогулянки між різними місцями. Обрано нейтральний перехід, який не відволікає від того, що відбувається у відео. Експортовано відео для подальшої роботи з ним.

В *Adobe Audition* проведено роботу зі звуком відео. Основною метою обробки звуку стало видалення сторонніх шумів. Для цього були використані вбудовані функції програми. Найбільше шуму в сценах зайнятих на вулиці, особливо біля проїжджої частини, там після видалення шуму необхідно ще і відновити втрачені частоти голосу. В кадрах з приміщення використано сторонній плагін для зменшення ехо. Готові доріжки збережено для фінального монтажу в *Adobe Premiere Pro CC*.

В *Adobe Premiere Pro CC* після завантаження усіх файлів проекту видалено оригінальні звукові доріжки та підставлені оброблені. Синхронізовано їх з відео. Для кращого сприйняття та атмосфери додана ще одна аудіо доріжка з фоновою музикою із затуханням в кінці. Легка та енергійна музика ледь чутна на фоні ролика доповнює загальне враження від перегляду. Готове відео експортоване в форматі *VR* для завантаження на *YouTube*. Для правильного відображення всіх функцій відео до нього додані метадані.

## ВИСНОВКИ

Екскурсії як спосіб пізнання нового та збагачення знань з'явилися ще багато років тому. З розвитком суспільства та технологій вона все частіше стала переходити у віртуальну форму. Віртуальний тур (3D-тур) – це подорож з ефектом присутності в будь-яку точку світу за допомогою комп'ютера або гаджета. Віртуальний тур створюється з використанням фотографій або панорамних зображень з додаванням до них переходів, карти, навігації тощо.

Перший віртуальний тур з'явився в 1994 році у Великобританії. Саме тоді в музеї замку Дадлі створили 3D-реконструкцію будівлі з можливістю "проходити" по приміщеннях, оформленим в стилі 1550 року. Саме це стало відправною точкою у розвитку віртуальних турів. Спочатку дана технологія використовувалась для представлення приміщень музеїв, та набула популярності завдяки підтримці *Google*. Проте з часом її популярність поширилась і на представлення пам'яток природи та комерційних проєктів.

Віртуальний тур має багато переваг: насиченість враженнями, доступність, інформативність. Завдяки ньому можна отримати досить повну інформацію про місце, не виходячи з дому просто переглянувши екскурсію. Це робить віртуальний тур незамінним для людей з обмеженими фізичними можливостями та фінансами, туристичних фірм, рекламних агентств.

Переваги віртуального туру роблять його надзвичайно ефективним інструментом для реклами. Якісний віртуальний тур завжди справляє враження на клієнта та виділяється з поміж інших. А ефект присутності допомагає краще представити товар, що продається чи представити кафе, ресторан, готель тощо.

За методом створення віртуальні тури поділяються на 360° / панорамні тури, відео тури, інтерактивний план поверху, фото-тури. Панорамні тури складаються з об'єднаних переходами панорам. Відео тури містять в собі презентацію у формі звичайного або 360° відео. Інтерактивний план поверху схожий на панорамний тур, проте більше підходить для презентації інтер'єру



відповідно до плану будівлі. Фото тури є найбільш часто вживаними та найлегшими у створенні, проте і мають найменший вплив на глядача. В залежності від програмного забезпечення віртуальні тури можуть бути створені за допомогою *Google Street View*, зняті на 360° камеру або створені за допомогою дзеркальної камери. Створенні за допомогою *Google Street View* тури мають найгіршу якість, проте найлегші у створенні. А тури зняті на дзеркальну камеру вважаються одними із найкращіших, проте і найдорожчими у виготовленні.

Віртуальні тури мають певну структуру та етапи створення. Для початку необхідно продумати структуру, сценарій, обрати локації. Наступним етапом обирається камера та допоміжні засоби та безпосередньо проводиться зйомка. Зняті кадри об'єднуються в готові панорами, які потім за допомогою спеціальних програмних засобів об'єднуються у віртуальний тур, налаштовується його структура та навігація. Віртуальний тур завантажується на інтернет ресурси або переглядається спеціальним плеєром.

360° відео є одним із видів віртуальної екскурсії. Технологія 360° мультимедіа є порівняно новою, проте стрімко набираючою популярність. Частково це пов'язано з її прямим зв'язком з технологіями віртуальної реальності. З іншої сторони 360° відео мають ключову відмінність від традиційного відео – ефект присутності в подіях, що демонструються. 360° відео має повне охоплення всього навколишнього простору, що робить його виробництво досить складним та відмінним від традиційного відео.

360° відео складається в двох компонентів: відео та аудіо. Відео створюється за допомогою 360° камери, яка складається мінімум з двох об'єктивів, відео з яких потім з'єднується в єдине сферичне відео. Аудіо складова записується за допомогою вбудованих в камеру мікрофонів, що записують 3D звук, або окремими спеціальними мікрофонами у формі людського вуха, що записують якісне звучання.

Для комфортної роботи з 360° відео необхідний достатній рівень обладнання для обробки та монтажу. Так як 360° відео набагато складніше та

більше за розмірами від аналогічного йому по тривалості звичайного відео, то і достатніх обчислювальних потужностей для обробки звичайного відео вже буде замало для роботи з 360° мультимедіа.

Для простого монтажу невеликого ролика необхідний *Core i5*, 8 – 16 Gb оперативної пам'яті і відеокарта *GeForce GTX 1050Ti*. Для комфортної роботи без зависань при монтажі роликів середньої довжини необхідно мати *Core i7 7700K / 8700K / 9700K*, 32 Gb оперативної пам'яті, *GTX1080Ti / 2080Ti* і SSD диск. Для професійної обробки 360° відео з високим розширенням від 8K знадобляться *AMD Thredripper* або *Intel Core i9*, 64 – 128 Gb оперативної пам'яті, відеокарту *NVIDIA Titan RTX*.

Програмне забезпечення в залежності від об'єкта обробки та цілі проекту поділяється на ПЗ для створення і обробки панорам, для роботи з 360° відео та широкопрофільне як допоміжний засіб спеціалізованих програм. Одними з найпопулярнішими та найбільш багатofункціональними програмами для роботи з панорамами є *PTGui*, *Kolor Autopano*, *The Panorama Factory*, *Pano2VR*. Вони надають широкий спектр можливостей для обробки та склейки панорам, а *Pano2VR* може створювати віртуальні тури, додавати до панорам точки переходу та навігації. Для роботи з 360° відео найпопулярнішими є програми *Movavi 360*, *Autopano Video Pro*, *Gear 360 ActionDirector*. Як допоміжні використовуються програми *Adobe Photoshop* для редагування статичних сцен, *Adobe After Effects*, *Adobe Premiere Pro* як широко профільні відео редактори.

Для обробки відзнятого матеріалу обрано програму *Gear 360 ActionDirector*. Це спеціалізоване ПЗ для камери *Samsung Gear 360*, що адаптоване для роботи з нею. Завдяки цьому можна зручно редагувати отримані файли, проводити їх корекцію та монтаж, додавати переходи, адаптованість для камери гарантує максимальну мінімізацію помилок при роботі. Також це забезпечує максимальну якість склейки конкретно для цієї камери.

При першому завантаженні вихідних кадрів проводиться зклейка вихідного відео, знятого на два об'єктиви в єдине панорамне відео, що займає

досить багато часу. Склеєні відео вже в зручному для перегляді форматі відбираються, обираються найвдаліші дублі та викоритовуються для подальшої роботи. Вони розміщуються на таймлайн відповідно до сценарію.

Проведено обробку відео. Вона включає в себе обрізку зайвих кадрів та провдення корекції кольорів. Налаштування кольору обрані схожі для всіх відео, щоб зберігати єдність колірної гамми, проте не ідентичні, так як рівень освітленості кадру змінюється від локації до локації. В загальному було збільшено рівняскравсті та контрастності. Для кожного відео окремо могли корегуватись значення експозиції, освітлення тіней на сонячних локаціях, насиченості. Проте зміни, що вносились індивідуально співвідносились з іншими частинами відео, аби не виділяти певні відео на фоні інших.

Між різними частинами відео додані переходи. Між всіма відео доданий однаковий перехід, який би не відволікав глядача від перегляду та був максимально непомітний.

В *Adobe Audition* проведено роботу зі звуком відео. Шум найбільше чутний в сценах на вулиці, біля проїжджої частини, там після видалення шуму проводилась робота по відновленню частково втрачених частот. В кадрах з приміщення використано плагін для зменшення ехо та покращення звучання голосу.

В *Adobe Premiere Pro CC* після завантаження усіх файлів проекту видалено оригінальні звукові доріжки та підставлені оброблені, проведено їх синхронізацію. Ще однією доріжкою була додана фоновіа музика, адже легка та енергійна мелодія доповнює загальне враження від перегляду. Готове відео експортоване в форматі *VR* для завантаження на *YouTube*. Для правильного відображення всіх функцій відео до нього додані метадані.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 4К [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://uk.wikipedia.org/wiki/4K>
2. Цифрова однооб'єктивна дзеркальна фотокамера [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://uk.wikipedia.org/wiki/Цифрова\\_однооб'єктивна\\_дзеркальна\\_фотокамера](https://uk.wikipedia.org/wiki/Цифрова_однооб'єктивна_дзеркальна_фотокамера)
3. История возникновения и развитие виртуальных туров [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://blog.flexyheat.ru/istoriya-vozniknoveniya-i-razvitie-virtualnyh-turov/>
4. Виртуальные экскурсии [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://works.doklad.ru/view/VUH6Lt3gG-s.html>
5. Для чего нужен виртуальный тур [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.virtualniytur.ru/single-post/2016/09/28/Для-чего-нужен-виртуальный-тур>
6. What is a virtual tour, floor plan tour, 360 tour, etc.? [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.vrminetel.com/virtual-tour-floor-plan-tour-360-tour-etc/>
7. DIFFERENT TYPES OF VIRTUAL TOURS [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.go360.in/virtual-tour-company/different-types-of-virtual-tours/>
8. Видео тур 360° по новому офису ICL Services [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.youtube.com/watch?v=rnrDMR8VZFQ>
9. Яковенко, А. Снимаем сферическую панораму [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://photo-element.ru>.
10. Ефремов, А. Панорамная фотография / А. Ефремов. – Х.: Харьков, 2000. –138 с.

11. Использование технологий мультимедиа 360° в культуре и искусстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://openbooks.itmo.ru/ru/file/2248/2248.pdf>

12. Очки виртуальной реальности Oculus Rift 2 HD (DK2) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ilounge.ua/products/oculus-rift-2-kupit>

13. Можливості використання технології відео 360° для подання культурних подій [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://devzone.org.ua/post/mozhливosti-vikoristannya-tekhnologii-video-3600-dlya-podannya-kulturnikh-podiy>

14. Всевидящее око с разрешением 4k. Обзор панорамной камеры Samsung Gear 360. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://nv.ua/techno/it-industry/vsevidjashchee-okno-s-rasshireniem-4k-obzor-panoramnoj-kamery-samsung-gear-360-2017-2498692.html>

15. Новые горизонты кинематографа с VR камерой Nokia OZO [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://rec360.ru/news/nokia-ozo-review.html>

16. Обзор программ для создания виртуальных фотопанорам [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://compress.ru/article.aspx?id=21407>

17. PTGui и его лучшие альтернативы – сделать 360 панорамных фотографий легко и эффективно [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.widsmob.com/ru/resource/ptgui.html>

18. Kolor Autorano Giga [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://soft-file.ru/kolor-autorano-giga/>

19. Pano2VR 5.2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ggnome.com/pano2vr-52>

20. Movavi 360 Видеоредактор [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.movavi.ru/360-video-editor/>

21. Movavi 360 Видеоредактор 1.0.1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.softportal.com/software-44595-movavi-360-videoredaktor.html>

22. How to Stitch 360 Videos with AutoPano Video Pro [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.rocketstock.com/blog/stitch-360-videos-autopano-video-pro/>

23. KOLOR AUTOPANO VIDEO PRO 1.1.0 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://masmy.ru/news/7103-kolor-autopano-video-pro-110>

24. Introducing Gear 360 ActionDirector [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.cyberlink.com/learning/gear-360-actiondirector/606/introducing-gear-360-actiondirector>.

Кадри до і після кольорокорекції



Рис. А1.1 – 1.2. Кадри біля першого корпусу



Рис. А1.3. – 1.4. Кадри біля приймальної комісії





Рис. А1.5. – 1.6. Кадри біля сьомого корпусу

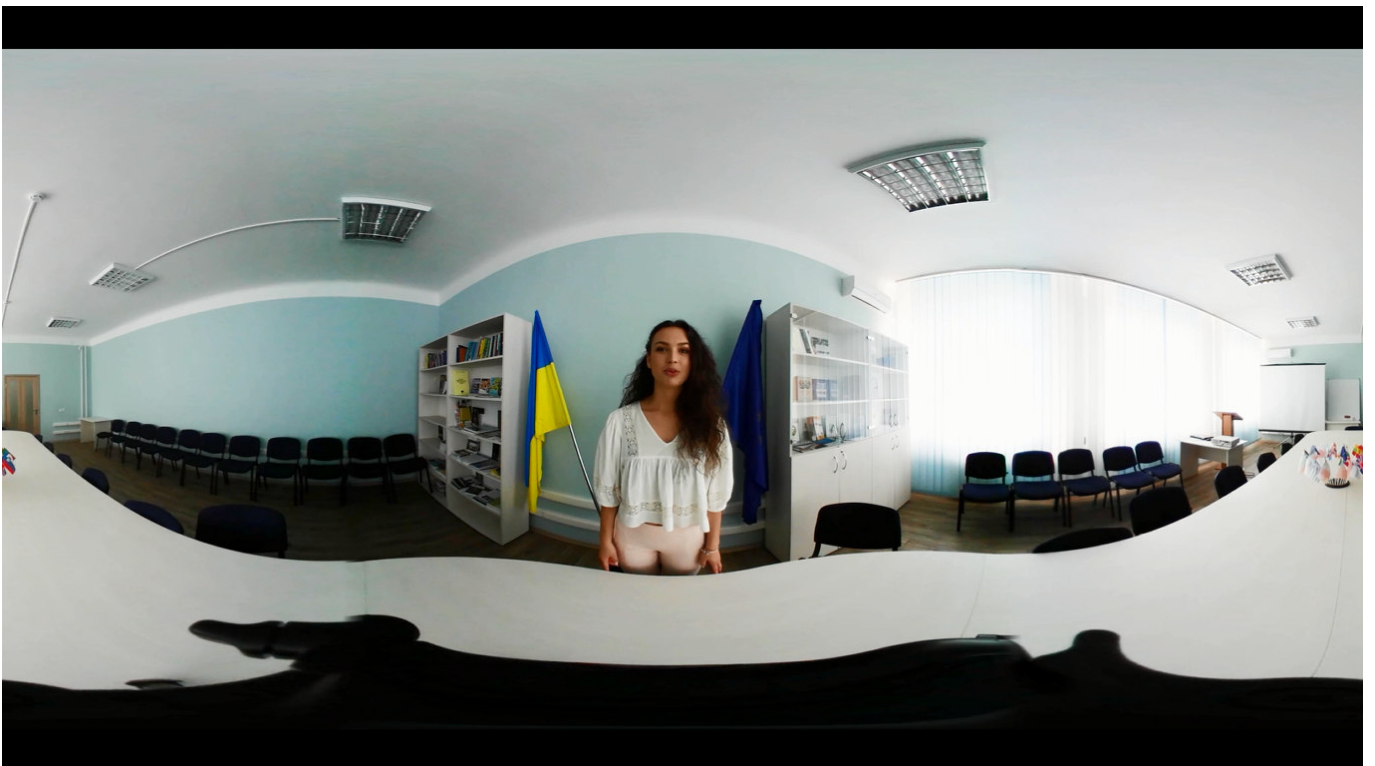
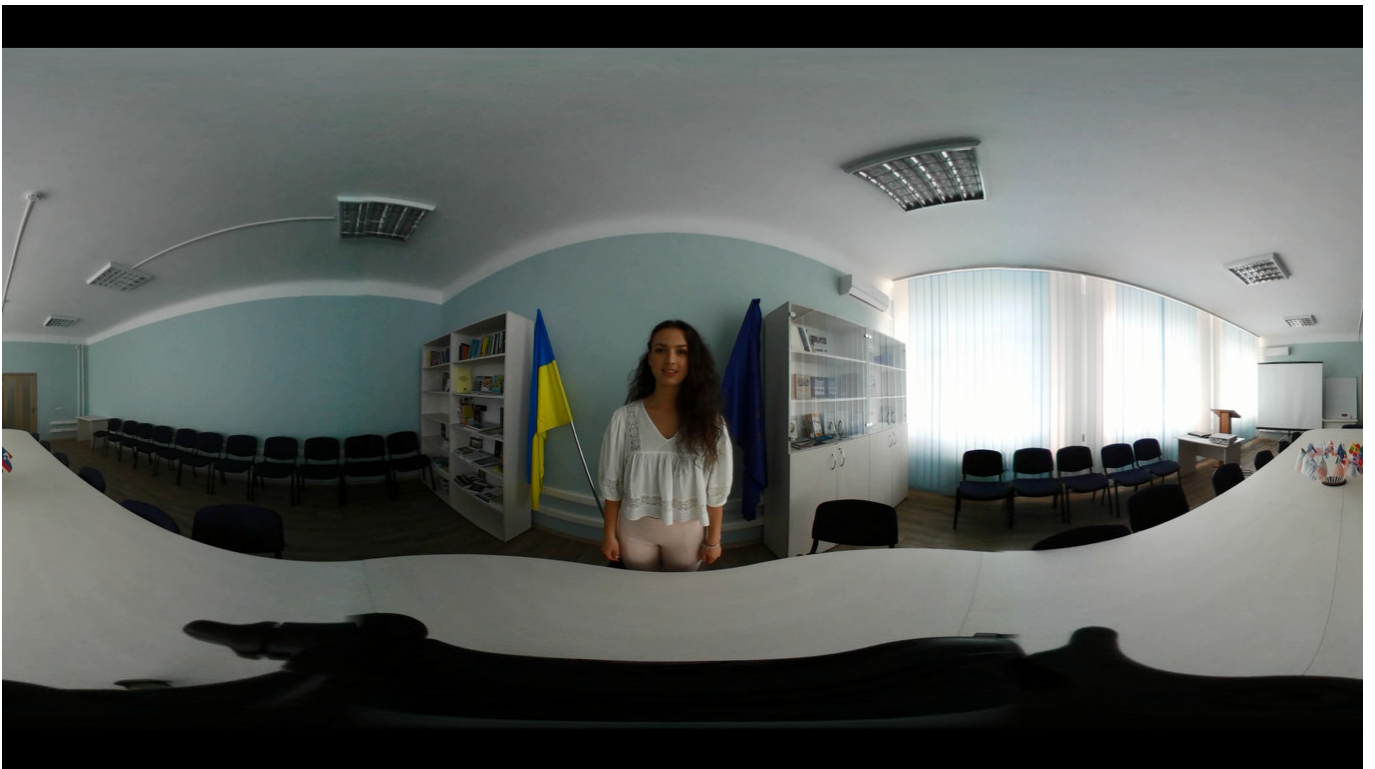


Рис. А1.7. – 1.8. Кадри в аудиторії для конієренцій



Рис. А1.9. – 1.10. Кадри в актовій залі



Рис. А1.11. – 1.12. Кадри в комп'ютерній аудиторії



Рис. А1.13. – 1.14. Кадри в холі сьомого корпусу