

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет електроніки  
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра акустичних та мультимедійних електронних систем  
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»  
УДК 621.397

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри



Сергій НАЙДА  
(ініціали, прізвище)

“1” грудня 2020 р.

**Магістерська дисертація**

зі спеціальності (спеціалізації) 171 Електроніка (Електронні системи мультимедіа та засоби Інтернету-речей)  
(код і назва спеціальності)

на тему: «Удосконалення технології оброблення перспективних зображень засобами спеціалізованої програми NukeX».

Виконала студентка ІІ курсу, групи ДВ-91мп  
(шифр групи)

Світловський Євгеній Володимирович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

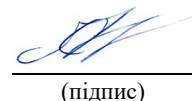
  
(підпис)

Науковий керівник к.т.н., доц. Трапезон К.О.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

  
(підпис)

Консультант \_\_\_\_\_  
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент доц. кафедри ЕПС доц., к.т.н. Михайлов С.Р.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

  
(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент Світловський Є.В. 

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Інститут (факультет) Факультет електроніки  
(повна назва)

Кафедра акустичних та мультимедійних електронних систем  
(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність (освітня програма) 171 Електроніка

(Електронні системи мультимедіа та засоби Інтернету речей)

(код і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

 Сергій НАЙДА  
(підпис) (ініціали, прізвище)

«1 » грудня 2020 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на магістерську дисертацію студенту**

Світловському Євгенію Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Удосконалення технології оброблення перспективних зображень засобами спеціалізованої програми NukeX».

Науковий керівник дисертації к.т.н., доц. Трапезон Кирило Олександрович  
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом по університету від «05 » листопада 2020 р. № 3241-с

2. Строк подання студентом дисертації 01.12.2020 р.

3. Об'єкт дослідження: візуальний контент для пост виробництва кіно

4. Предмет дослідження (Вхідні дані – для магістерської дисертації за освітньо-професійною програмою): інструменти та програмні засоби з проведення нодового параметричного моделювання в спеціалізованих програмах композитингу.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: проаналізувати базову теорію зі створення та аналізу перспективних зображень; дослідити основні особливості створення перспективи об'єктів зображення; проаналізувати метод корекції геометричних спотворень при аналізі перспективних зображень; розробити методику оброблення перспективних зображень в спеціалізованих програмах з композитингу; на основі розробленої методики провести параметричне моделювання з аналізу та удосконалення зображення в спеціалізованій програмі NukeX.

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: 15 слайдів презентації, основними назвами плакатів якої є сформульовані завдання, мета, постановка проблеми, особливості аналізу перспективних зображень та дослідження методів усунення спотворень при роботі з перспективою за допомогою програми NukeX.

7. Орієнтовний перелік публікацій: 1) Особливості та проблеми перспективної зйомки зображення // Електронна та акустична інженерія, Том 3, №2, 2020 р., С. 38-42.

8. Дата видачі завдання 1. 09. 2020 р.

#### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Розгляд ключових особливостей створення перспективи в зображенні.	1.09.2020 – 1.10.2020	Виконано
2	Аналіз особливостей створення перспективної проекції об'єктів та виявлення шляхів з усунення спотворень в зображенні, на етапах створення чи модифікації перспективи	2.10.2018 – 30.10.2020	Виконано
3	Розроблення параметричної моделі в спеціалізованій програмі NukeX з оброблення перспективного зображення	31.10.2020 – 1.12.2020	Виконано
4	Підготовка матеріалів до друку та оформлення пояснювальної записки	02.12.2020 – 05.12.2020	Виконано
5	Підготовка та оформлення презентації для доповіді	06.12.2020 – 12.12.2020	Виконано

Студент



(підпис)

Євгеній СВІТЛОВСЬКИЙ

(ініціали, прізвище)

Науковий керівник



(підпис)

Кирило ТРАПЕЗОН

(ініціали, прізвище)

## РЕФЕРАТ

Світловський Є.В. Удосконалення технології оброблення перспективних зображень засобами спеціалізованої програми NukeX: магістерська дис. : 171 Електроніка. Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 74 с.

Магістерська дисертація: 74 с., 51 рис., 21 табл., 1 дод., 10 джерел.

Ключові слова: зображення, моделювання, методика, перспектива, глибина, проекція, мультимедіа.

**Актуальність дослідження.** Інтерес до перспективних зображень є актуальним і сьогодні. Розвиток перспективних зображень пов'язано з їх широким застосуванням - від образотворчого мистецтва і фотографії до проектування будівель і споруд. З іншого боку, враховуючи стрімкий розвиток передових технологій в сфері обробки кіно матеріалу з застосуванням технологій віртуальної реальності дедалі частіше постає і питання якісної обробки перспективного зображення в кадрі та робота з усунення спотворень, які можуть з'явитись, як у процесі обробки футажа так і під час зйомки. До того ж, сьогодні на різних етапах поствиробництва кіно залишається проблема розробки чіткого алгоритму дій при обробленні зображення без зайвих спотворень у випадках створення та подальшого корегування перспективи без порушення пропорцій зображення.

**Мета дослідження** полягає у створенні моделі в спеціалізованій програмі, яка б була відображенням методики з обробки та удосконалення відзнятого кіно матеріалу з елементами перспективи.

**Завдання для досягнення мети:** проаналізувати базову теорію зі створення та аналізу перспективних зображень; дослідити основні особливості створення перспективи об'єктів зображення; проаналізувати метод корекції геометричних спотворень при аналізі перспективних зображень; розробити методику оброблення перспективних зображень в спеціалізованих програмах з композитингу; на основі розробленої методики провести параметричне моделювання з аналізу та удосконалення зображення в спеціалізованій програмі NukeX.

**Об'єкт дослідження:** візуальний контент для пост виробництва кіно.

**Предмет дослідження:** інструменти та програмні засоби роботи з цифровим зображенням.

**Методи дослідження:** алгоритми та методи, які визначені в основі функціонування нод спеціалізованої програми NukeX, математичні алгоритм з геометричної трансформації елементів цифрового зображення.

**Наукова новизна отриманих результатів:** 1) досліджено та визначено основні види перспективних зображень та методи їх побудови; 2) розроблено методику зміни положення елемента зображення в кадрі та налаштування відповідних інструментів в програмі Nuke X; 3) досліджено природу спотворень зображення на методи їх усунення можливостями програми Nuke X.

**Практичне значення одержаних результатів:** результати роботи можуть бути використані при зйомці та обробці перспективних зображень в кіноіндустрії.

**Апробація результатів дисертації:** участь в конференції "Електроніка-2020" та публікація одноособової статті в журналі Електронна та акустична інженерія, Том 3, №2, 2020 р.

## SUMMARY

Master's dissertation: 74 p., 51 fig., 21 tabl., 1 supplements, 10 sources.

Image, simulation, methodology, perspective, depth, projection, multimedia.

**Relevance of research.** Interest in promising images is relevant today. The development of promising images is associated with their wide application - from fine arts and photography to the design of buildings and structures. On the other hand, given the rapid development of advanced technologies in the field of film processing with the use of virtual reality technologies, the question of high-quality processing of perspective images in the frame and work to eliminate distortions that may occur both in the process of footage and under shooting time. In addition, today at different stages of post-production of cinema there is a problem of developing a clear algorithm of actions in image processing without unnecessary distortion in cases of creation and further adjustment of perspective without violating the proportions of the image.

**The purpose of the study** is to create a model in a specialized program, which would be a reflection of the methodology for processing and improving the filmed film material with elements of perspective.

**Objectives to achieve the goal:** to analyze the basic theory of creation and analysis of perspective images; explore the main features of creating a perspective of image objects; to analyze the method of correction of geometric distortions in the analysis of perspective images; to develop a method of processing perspective images in specialized compositing programs; on the basis of the developed technique to carry out parametric modeling on the analysis and improvement of the image in the specialized NukeX program.

**Object of study:** visual content for post movie production.

**Subject of study:** tools and software for working with digital images.

**Research methods:** algorithms and methods that are defined in the basis of the functioning of the nodes of the specialized program NukeX, a mathematical algorithm for the geometric transformation of digital image elements.

**Scientific novelty of the obtained results:** 1) the main types of perspective images and methods of their construction are researched and determined; 2) developed a method of changing the position of the image element in the frame and setting the appropriate tools in the program Nuke X; 3) the nature of image distortions is studied for methods of their elimination by the possibilities of the Nuke X program.

**The practical implications of the findings:** the results of the work can be used in the shooting and processing of promising images in the film industry.

**Testing the results of the thesis:** participation in the conference "Electronics 2020" and the publication of a one-man article in the journal ELECTRONIC AND ACOUSTIC ENGINEERING, Volume 3, №2, 2020.

## ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень.....	8
Вступ.....	9
1 Теорія створення перспективних зображень для кіно.....	10
1.1 Основні види перспективи зображення. Особливості зворотної перспективи об'єктів зображення.....	11
1.2 Способи та методи побудови перспективних зображень. Поняття глибини плоского зображення при створенні кіно сцени.....	16
1.2.1 Властивості перспективних зображень.....	17
1.2.2 Способи побудови перспективних зображень.....	18
1.3 Глибина різкості.....	20
Висновки розділу 1.....	21
2 Прикладний аналіз перспективних зображень.....	22
2.1 Особливості аналізу перспективних спотворень в кінокадрі.....	22
2.2 Опис способу усунення перспективних спотворень та дисторсії зображення.....	24
Висновки розділу 2.....	29
3 Особливості оброблення перспективних зображень в програмі NUKE X.....	30
3.1 Постановка задачі до моделювання.....	30
3.2 Алгоритм роботи з перспективними зображеннями в програмі The Foundry NukeX.....	33
Висновки розділу 3.....	52
4 Розроблення стартап-проекту.....	53
4.1 Опис ідеї проекту.....	53
4.2 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	55

4.3 Розроблення ринкової стратегії проекту.....	59
4.4 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.....	62
Висновки розділу 4.....	66
Висновки.....	67
Перелік джерел посилання.....	69
Додаток А Abstract .....	70

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ**

CG - Computer Graphics;

3D - 3 Dimension.



## ВСТУП

Останнім часом як на побутовому рівні, так і в сфері сучасних цифрових технологій в галузі кіно та телебачення стала дуже популярною процедура модифікації фотографій або відео з метою їх поліпшення якості, чіткості, різкості. І якщо звичайні операції на зразок розмиття, виділення деталей, налаштування контрасту, або накладення фільтрів досить просто вирішуються піксельно і морфологічними операціями, то перенесення частини зображення досі викликає певні технічні проблеми. Справа у тому, що зображення можуть мати при зйомці перспективу та визначатись глибиною розташування об'єктів, і це необхідно враховувати при обробці. Так, для збереження глибини зображення використовується методи що зазвичай роблять неможливим зміну положення елементів у кадрі, тому необхідно дослідити та розробити методику зміни перспективного зображення та усунення геометричних спотворень, які можуть з'явитись при такій обробці. Відомо, що наявні підходи та інструменти при обробці візуального контенту на різних етапах CG-виробництва можуть призводити до появи в кадрах секвенції певних геометричних спотворень, які насамперед пов'язані з порушенням перспективи при переміщенні об'єктів. Іншими словами, необхідно враховувати відстань об'єкту до камери, яка фактично визначає і розміри об'єкту і його розташування у порівнянні з іншими елементами на зображенні. Питанням усунення цих спотворень і дотримання через розроблену методику перспективи зображення при геометричній трансформації і присвячена дана магістерська дисертація.

# 1 ТЕОРІЯ СТВОРЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ КІНО

Перспектива, як термін в області комп'ютерної графіки та тривимірної анімації, зазвичай стосується величини та відстані розташування об'єктів на сцені між собою. Більш конкретно, це стосується розміру, відстані між об'єктами та способів впливу на сприйняття. Фахівцями з композитингу потрібно знати про ці проблеми, оскільки вони будуть постійно маніпулювати відстанню та розміром, щоб інтегрувати об'єкти в сцену. Так поширено неправильне уявлення про те, що різниця в перспективі пояснюється різними об'єктивними, які використовуються для зйомки сцени. Справедливим буде сприймати лінзи, як прості пристрої, які збільшують певну сцену на певне значення [1-2]. Науковою складовою в цьому розрізі можна вважати той факт, що об'єкти, які знаходяться далі від камери, починають втрачати відчуття перспективи: їх глибинне відношення до інших об'єктів є деміфазованим. Таким чином, коли ви користуєтесь «довгим» або теле-фото об'єктивом, можна помітити, що сцена здається більш плоскою, а об'єкти починають виглядати так, ніби вони всі приблизно на однаковій глибині [3-4]. Цей ефект обумовлений відстанню об'єктів, які ви переглядаєте. І наукова проблема при створенні сцени саме і полягає у тому, щоб не втратити це відчуття перспективи для вкрай віддалених об'єктів предметів сцени і знати графічну інформацію, як об'єкти між собою розташовані “умовно” за лінією від оптичної осі об'єктиву кінокамери. Іншими словами, під час зйомки перспективних зображень завжди слід говорити про відстань камери до об'єкта. Досить легко визначитись з довжиною фокусної лінзи, тоді як відстань до предметів у сцені визначити дуже часто важко. Таким чином, коли йдеться про те, що сцени знімали з довгими лінзами, це означає, що вони знімалися на більшій відстані від об'єкту, і як правило, вони будуть більш плоскими і демонструватимуть меншу перспективу. У той час сцени, зняті широкими лінзами (маючи на увазі невелику відстань до об'єкту) зможуть

передати об'єм та перспективу. Проте при аналізі зображень цієї інформації може бути не достатньо.

### **1.1 Основні види перспективи зображення. Особливості зворотної перспективи об'єктів зображення**

В загальному розумінні сам термін “перспектива” можна визначити як:

1. Спотворення пропорцій і форми реальних тіл при їх візуальному сприйнятті. Наприклад, це дві паралельних рейки які в уявленні сходяться в крапку на горизонті.

2. Спосіб зображення об'ємних тіл, де можна передати їх власну просторову структуру і розташування в просторі.

Залежно від призначення створюваного зображення і авторського бачення об'єкта виділяють кілька основних видів перспективи.

**Пряма лінійна перспектива.** Вона розрахована на нерухому точку зору і передбачає єдину точку сходження на лінії горизонту (предмети пропорційно зменшуються в міру віддалення їх від переднього плану).

З урахуванням того, що лінійна перспектива – це зображення, яке побудовано на площині, то площина може розташовуватися вертикально, похило і горизонтально в залежності від призначення перспективних зображень.

Вертикальна площина, на якій будують зображення за допомогою лінійної перспективи, використовується при створенні картин (станковий живопис) і настінних панно (на стіні всередині приміщення або зовні будинку).

Побудова перспективних зображень на похилих площинах застосовують в монументального живопису - розписи на похилих фризах всередині приміщення палацових споруд і соборів. На похилій картині в станкового живопису будують перспективні зображення високих будівель з близької відстані або архітектурних об'єктів міського пейзажу з висоти пташиного польоту.

Побудова перспективних зображень на горизонтальній площині застосовують при розпису стель (плафонів). Відомі, наприклад, мозаїчні зображення на овальних плафонах станції метро «Маяковська» художника А.А. Дейнеки. Зображення, побудовані в перспективі на горизонтальній площині стелі, називають плафонною перспективою.

У наш час домінує використання прямої лінійної перспективи в більшій мірі через більшу «реалістичності» такого зображення, зокрема через використання даного виду проекції в 3D-іграх.

У фотографії для отримання лінійної перспективи на знімку використовують об'єктиви з фокусною відстанню приблизно рівною діагоналі кадру. Для посилення ефекту лінійної перспективи використовують ширококутні об'єктиви, які роблять передній план більш опуклим, а для пом'якшення – довгофокусні, які зрівнюють різницю розмірів далеких і близьких предметів.

**Зворотна лінійна перспектива.** Це вид перспективи, який використовувався, наприклад, в візантійському живописі, коли предмети представляються збільшеними в міру віддалення від глядача. Створене зображення при цьому має кілька горизонтів, точок зору і інші особливості.

При зображенні в зворотній перспективі предмети розширюються при їх видаленні від очей, немов центр сходження ліній знаходиться не на горизонті, а всередині самого спостерігача. Зворотна перспектива утворює цілісний символічний простір, орієнтований на глядача і передбачає його духовний зв'язок зі світом символічних образів. Зворотна перспектива відповідає завданню втілення надчуттєвого сакрального змісту в зримою, але позбавленою матеріальної конкретності формі.

Зворотна перспектива має суворий опис, і математично вона рівноцінна прямій перспективі. Інтерес до зворотної перспективи зріс у ХХ сторіччі в зв'язку з відродженням інтересу до символізму і до середньовічного художньої спадщини.

**Панорамна перспектива.** Це зображення, яке будується на внутрішній циліндричній (іноді кульової) поверхні. Слово «панорама» в буквальному перекладі означає «все бачу», тобто це перспективне зображення на картині всього того, що глядач бачить навколо себе. На рисунку 1.1 наведено приклад панорамної перспективи.



Рисунок 1.1 –

Панорамна

перспектива

При перегляді панорам глядач повинен знаходитися в центрі круглого приміщення, де, як правило, мають у своєму розпорядженні оглядовий майданчик. Перспективні зображення на панорамі об'єднують з переднім предметним планом, тобто з розташованими перед нею реальними предметами.

Частина панорами з реальними предметами, що лежать між циліндричною поверхнею і глядачем, називають діорамою. У діорамах часто застосовують підсвічування для створення ефекту освітлення. Правила панорамної перспективи використовують при малюванні картин і фресок на циліндричних зводах і стелях, в нішах, на зовнішній поверхні циліндричних ваз і судин, а також при створенні циліндричних і шарових фотопанорам.

**Аксометрія.** Аксометрія - один з видів перспективи, який ґрунтується на методі проектування (отримання проєкції предмета на площині), за допомогою якого наочно зображують просторові тіла на площині паперу.

Аксонометрія ділиться на три види: ізометрія (вимір по всім трьом координатним осях однаковий); диметрик (вимір по двом координатним осях однаковий, а за третьою – відмінний); триметр (вимір по всіх трьох осях відрізняється). У кожному з цих видів проектування може бути прямокутним і косокутним (рис.1.2). Аксонометрія широко застосовується при друкуванні технічної літератури і в науково-популярних книгах завдяки своїй наочності.

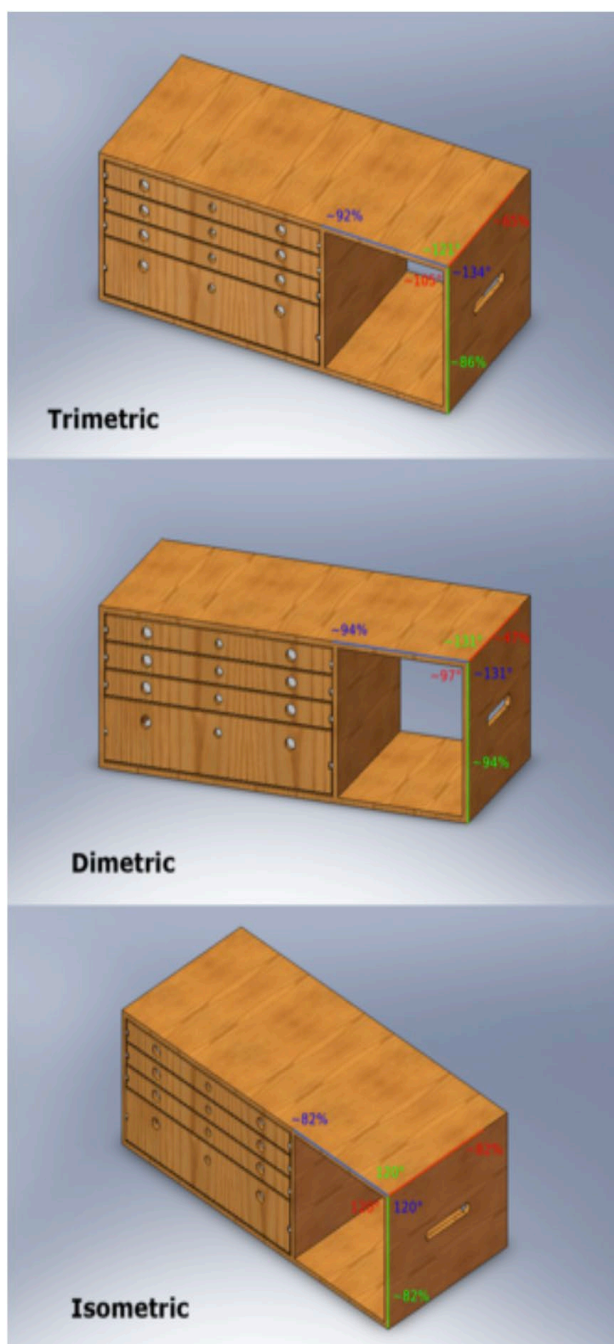


Рисунок 1.2 – Аксонометрія

**Сферична перспектива.** Сферичні спотворення можна спостерігати на сферичних дзеркальних поверхнях. При цьому очі глядача завжди знаходяться в центрі відображення на кулі. Це позиція головної точки, яка реально не прив'язана ні до рівня горизонту, ні до головної вертикалі. При зображенні предметів в сферичній перспективі всі лінії глибини матимуть точку сходження в головній точці і будуть залишатися строго прямими. Також строго прямими будуть головна вертикаль і лінія горизонту. Всі інші лінії будуть в міру віддаленні від головної точки все більш і більш згинатися, трансформуючись в коло. Кожна лінія, що не проходить через центр, будучи продовженою, є у формі напів еліпсу.

**Повітряна (тональна) перспектива.** Повітряна перспектива характеризується зникненням чіткості і ясності обрисів предметів у міру їхнього видалення від очей спостерігача. При цьому дальній план характеризується зменшенням насиченості кольору (колір втрачає свою яскравість, контрасти світлотіні пом'якшуються), таким чином, глибина здається світлішою, ніж передній план. Повітряна перспектива пов'язана зі зміною тонів, і тому вона може називатися також і тональною перспективою. Перші дослідження закономірностей повітряної перспективи зустрічаються ще у Леонардо да Вінчі. Великий художник зазначив, що віддалення предмета від ока спостерігача пов'язане зі зміною кольору предмета. Тому для передачі глибини простору в картині найближчі предмети повинні бути зображені художником в їх власних кольорах, віддалені набувають синього відтінку.

**Зворотна перспектива.** Це прийом малювання перспективи, суть якого в тому, що паралельні та горизонтальні лінії в просторі на картині зображуються в своєму продовженні та не сходяться в одній точці, і це досить часто можна зустріти в старовинному іконопису. Так, наприклад, ікона «Іоанн Златоуст» (середина XVI ст.) виконана у зворотній перспективі (рисунок 1.3). У більшості видань зворотна перспектива трактується як помилкове зображення

художниками предметів внаслідок незнання ними елементарних правил перспективи.



Рисунок 1.3 –

Зворотна перспектива

## **1.2 Способи та методи побудови перспективних зображень. Поняття глибини плоского зображення при створенні кіносцени**

Інтерес до перспективних зображень є актуальним і сьогодні. Розвиток перспективних зображень пов'язано з їх широким застосуванням - від образотворчого мистецтва і фотографії до проектування будівель і споруд. Дійсно, порівняння об'ємності і наочності об'єктів в аксонометричних проекціях і в перспективних зображеннях виявляється не на користь аксонометрії [6].

Таким чином, побудова перспективних зображень об'єктів за допомогою олівця і лінійки на аркуші паперу, проте, все ж залишається актуальним. Незважаючи на наявність програм тривимірного моделювання об'єктів, що дозволяють отримати перспективну проекцію ортогональної моделі, побудова перспективних зображень залишається більше творчістю, ніж механічною



роботою. А творчість є важливою складовою знань і умінь дизайнера, інженера, художника, що дозволяє спілкуватися інтернаціональною мовою - кресленні.

Як відомо, головною вимогою до зображень об'єктів є достовірність зорової інформації.

Огляд зображених об'єктів повинен викликати зорове сприйняття, максимально наближене до зорового сприйняття при спостереженні реальних об'єктів. В основі зору людини лежить реалізація методу центральної сферичної проекції. Отримання зображень на сферичному екрані, як і огляд цього зображення, (а він повинен проводитися з центру сфери), викликає певні труднощі. Тому, за рідкісним винятком (будівлі цирків, планетаріїв, розпис внутрішніх поверхонь куполів церков), на практиці використовується метод саме центральної лінійної проекції на плоскі екрани.

При обмеженому, відносно невеликому кутовому полі огляду, заміна ділянки сферичного екрану плоским не призводить до значних спотворень зображення, і забезпечується цілком прийнятне зорове сприйняття, добре знайоме з фотографування або по зображенню на телевізорі або екрані монітора.

### **1.2.1 Властивості перспективних зображень**

Побудова перспективи має деякі ознаки, які пов'язані з особливостями зору людини. Наприклад, при побудові перспективи передбачається, що предмет зображення, картина і спостерігач зберігають незмінне взаємне розташування. Дивлячись прямо перед собою і не обертаючи головою, можна охопити своїм поглядом лише невелику частину навколишнього нас простору. Таким чином, всі предмети, які зображені на картині, повинні належати деякому конусу з вершиною в точці зору, яка знаходиться на сітківці ока людини [6]. Найбільший кут  $\alpha$  цього конуса не повинен бути більше кута ясного зору людини, тобто того кута, при якому око людини може добре і чітко бачити предмети. На практиці приймають цей кут  $\alpha$  який не перевищує  $30^\circ$ . З цього випливає, що відстань від

точки сходу (точки зору) до картини повинна бути приблизно в два рази більше діаметра окружності підстави конуса. При цих умовах окружність основи конуса буде являти собою так зване «Поле ясного зору». Нехтуючи цими поняттями, ми отримуємо на картині зображення, яке буде мало відповідати нашим традиційним уявленням про предмет.

### 1.2.2 Способи побудови перспективних зображень

**Спосіб сітки.** Спосіб перспективної сітки запропонував в XV в. італійський зодчий Альберти. Суть способу (див. рис.1.4) складається в наступному.

Поєднавши точку сходження  $P$  з точками на сліді картинній площині 1, 2, 3,..., отримаємо перспективні зображення першого сімейства прямих, перпендикулярних до картини. Далі через точку 1 проводимо лінію 1- $D$ .  $D$  - точка сходження (інша назва - дистанційна точка) будь-яких горизонтальних прямих, нахилених до картини під тим або іншим кутом (в даному випадку  $45^\circ$ ). Перспективні зображення прямих  $a, b, c, \dots$  пройдуть через відповідні точки перетину прямої 1- $D$  з лініями  $P-2, P-3, P-4, \dots$  так, щоб накреслити якусь криву або орнамент з ортогональної сітки плану на перспективну сітку, використовується художній прийом малювання «по клітинам».

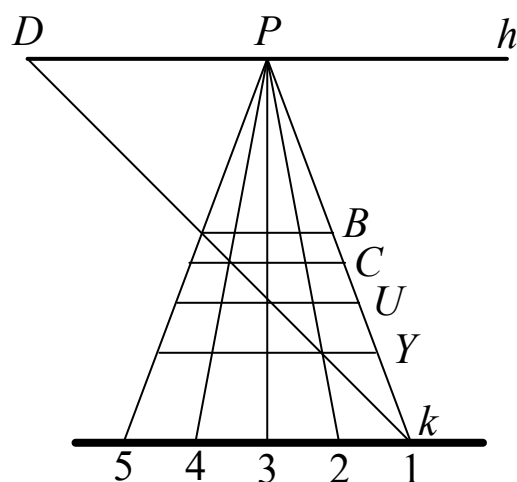


Рисунок 1.4 – Побудова перспективи прямих способом сітки

### Спосіб бічної стінки.

Цей зручний і поширений у практичній перспективі спосіб був введений ще у 1693 р італійським художником Андреа Поццо. Побудова перспективних прямих полягає у наступному (рис.1.5).

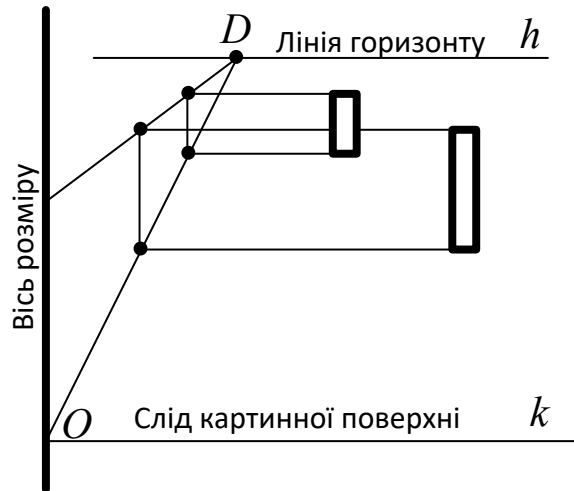


Рисунок 1.5 – Побудова перспективи прямих способом бічної стінки

На вільному місці картини, збоку, зафіксувавши на лінії горизонту  $h$  довільну точку  $D$  необхідно провести до сліду картинної площини  $k$  довільну пряму  $OD$ . Переносючи ці величини прямокутників паралельно, вправо, вліво можна отримати задану перспективу в будь-якому місці перспективного простору.

На реалістичність зображення фільму або ролика впливають кілька факторів. Ключовий з них - глибина. Тут може допомогти невелика глибина різкості, але для оператора доступно ще безліч інструментів, які дозволяють зробити роботи об'ємнішими.

### 1.3 Глибина різкості

Для багатьох знімальних камер глибина різкості - це відстань між найближчими та найвіддаленішими об'єктами, які перебувають у прийнятно різкому фокусі на зображенні. Глибину різкості можна розрахувати на основі

фокусної відстані, відстані до об'єкта, прийнятного кола розміру розмиття та діафрагми. Певну глибину різкості можна вибрати для технічних чи художніх цілей. Обмеження глибини різкості іноді можна подолати за допомогою різних технік та обладнання.

Зі збільшенням відстані або розміру допустимого кола розмиття збільшується глибина різкості; однак збільшення розміру апертури або збільшення фокусної відстані зменшує глибину різкості. Глибина різкості змінюється лінійно з фокусною відстанню та колом розсіювання, але змінюється пропорційно квадрату фокусної відстані та відстані до об'єкта. Як результат, фотографії, зроблені на надзвичайно близькій відстані, мають пропорційно набагато меншу глибину різкості.

**Передній і задній план.** Використовуючи кілька шарів зображення можна досягти відчуття певної відстань між речами на передньому і задньому плані і безпосередньо об'єктом зйомки.

**Ефект Боке.** Боке – це естетична якість розмиття, що створюється в нефокусованих частинах зображення. Різниця в аберациях лінзи та формі діафрагми спричиняє дуже різні ефекти боке. Деякі конструкції лінз розмивають зображення приємним для очей способом, тоді як інші створюють відволікаюче або неприємне розмиття. Оператори можуть навмисно використовувати техніку неглибокої фокусування, щоб створювати зображення з помітними нефокусними областями, що підкреслює боке об'єктива.

Боке найчастіше видно навколо невеликих фонових відблисків, таких як дзеркальні відбиття та джерела світла, саме тому воно часто асоціюється з такими областями. Однак боке не обмежується лише основними моментами; розмиття відбувається у всіх регіонах зображення, які знаходяться поза глибиною різкості.

Так, глибина також залежить і від боке. Наприклад, під час зйомки сцени діалогу в нічному місті, ви можете її «оживити», озброївшись прожекторами з лінзами Френеля з невеликою напругою і розташували їх в декількох десятках

метрів уздовж по вулиці. Ефект можна зробити ще більш вираженим, додавши світильникам фільтри різних кольорів.

## **Висновки до 1 розділу**

Було розглянуто види перспектив та зазначено як перспектива впливає на сприйняття людиною зображення. Досліджено методи побудови перспективного зображення для глибшого розуміння принципів роботи людського зору та реалістичного відображення реальності. Визначено основні методи досягнення глибини картинки в плоскому кадрі та розглянуто їх недоліки та переваги. Визначено які методи слід використовувати в певному конкретному футажі.

## **2 ПРИКЛАДНИЙ АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗОБРАЖЕНЬ**

### **2.1 Особливості аналізу перспективних спотворень в кінокадрі**

Відомо, що ширококутні об'єктиви камери мають особливість спотворювати перспективу при нахилі камери. Причиною цього, можуть бути особливості будови оптичних лінз об'єктиву, які визначаються через дисторсію лінз об'єкту. Для виправлення цих спотворень рекомендується камеру утримувати під кутом 90 градусів до об'єкту зйомки. У випадку коли відбувається зйомка природи, пейзажів таку вимогу можна дотримати. Інша справа, коли відбувається зйомка високих будівель. Тут для усунення спотворень можна застосувати програми для обробки зображення, про що буде сказано

нижче. І іноді, для усунення спотворення можна використати прийом зйомки, який полягає у тому, щоб змінити зумування камери шляхом зміни фокусної відстані зуму.

З іншої сторони, з практики відомо, що перспективні спотворення найбільш сильно проявляються саме при зйомці короткофокусними об'єктивами з близької відстані. У ряді випадків виникає необхідність в корекції перспективних спотворень. Це не завжди можливо, але в деяких випадках це вдається зробити досить просто. Наприклад, при неправильній зйомці картини, як це показано на рис. 2.1, для усунення перспективних спотворень необхідно здійснити корекцію трапецеїдальних спотворень, а потім відновити правильне співвідношення висоти і ширини зображення.

Наведені види спотворень в рамках проведеного дослідження, можна зменшити, використовуючи інструмент Crop (Рамка) графічного редактора Photoshop. Далі наведемо алгоритм дій, які дозволяють при аналізі візуального матеріалу позбутись перспективних спотворень. Отже, з цією метою необхідно інструментом Crop виділити все зображення, і потім у верхній панелі встановити прапорець Perspective (Перспектива). Після цього встановити маркери інструменту Crop по кутах спотвореного зображення, і натиснути клавішу <Enter>. Далі необхідно встановити правильне відношення висоти зображення до його ширини, яке повинно бути відомо заздалегідь. Для цієї мети можна використати опцію Image | Image Size (Зображення | Розмір зображення) при знятому прапорці Constrain Proportions (зберігати пропорції). Результат корекції показаний на рис.2.2. На жаль, такий простий спосіб корекції не завжди можна застосувати у випадках, коли зображення є динамічним з великої кількістю дрібних елементів.



Рисунок 2.1 – Кадр зображення зі спотворенням



Рисунок 2.2 – Результат методу корекції геометричних спотворень

## **2.2 Опис способу усунення перспективних спотворень та дисторсії зображення**

Дисторсія (спотворення зображення, ефект викривлення простору)– це спотворення, яке виникає внаслідок того, що світлові промені збираються з великого кута огляду об’єктиву камери (рис.2.3). Це відбувається і через

викривлення характеристик оптичних лінз і внаслідок властивості об'єктиву (проекція об'єктиву). Схема об'єктиву називається проекцією.



Рисунок 2.3 – Приклад дисторсії

Приклад однієї з схем проекції об'єктиву – Fisheye (гномонічний тип, gnomonic) - відтворення сферичного зображення на площині(рис.2.4)

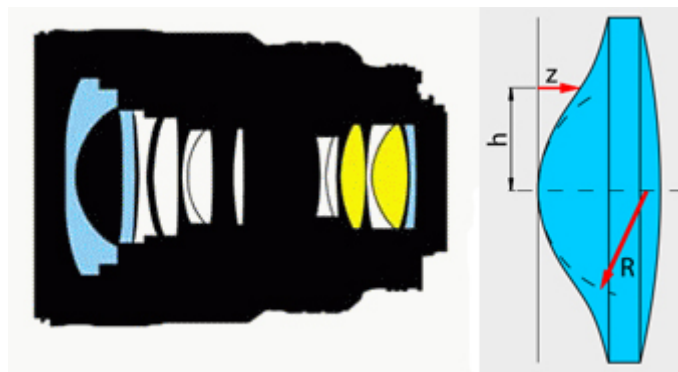


Рисунок 2.4 – Fisheye

Для роботи з лінзовими спотвореннями в програмі NukeX використовують ноду LensDistortion v1 (наприклад, залучена і в ноді CameraTracker). Ця нода аналізує зображення і може як додавати так і видаляти ці спотворення дисторсії.



В межах роботи цієї ноди розрізняють три алгоритми (рис.2.5) пошуку спотворень дисторсії в зображенні:

- Image Analysis;
- Grid Analysis;
- Line Analysis.

Найбільш точний алгоритм – Grid Analysis.

1. Grid Analysis. Це відповідна вкладка і в ній вказуємо тип зображення, яке слід ноді проаналізувати – CheckerBoard або Thinline (на білому аркуші чорні лінії або навпаки). І далі натискаємо кнопку Analyze Grid.

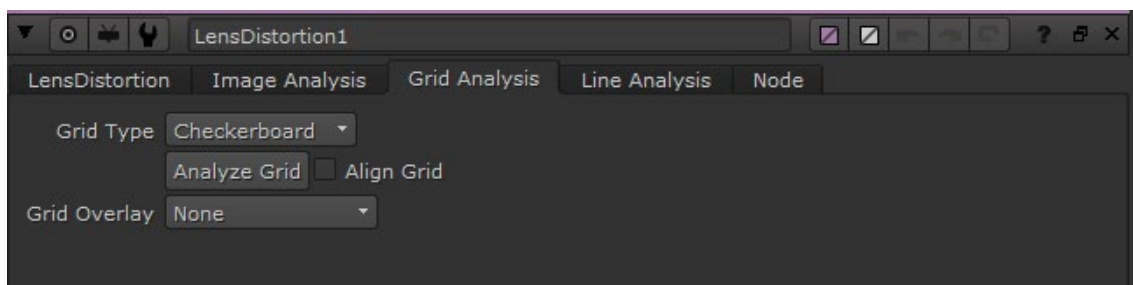


Рисунок 2.5 – Grid Analysis

Після цього в основній вкладці ноди в полях RadialDistortion1 та RadialDistortion2 будуть визначені певні параметри (рис.2.6):

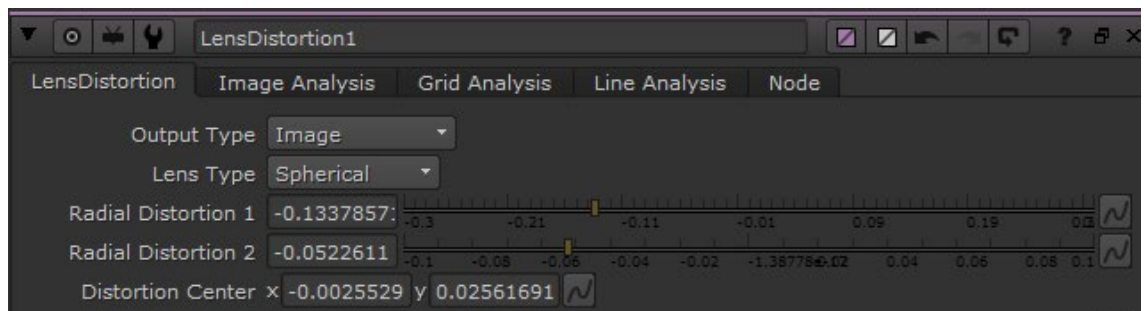


Рисунок 2.6 – Приклад налаштувань ноди

Ці параметри характеризують ступінь кривизни зображення. Вказівник у цій вкладці Undistort або видаляє (при встановленні) або додає (за відсутності) спотворення у зображення аналізу (рис.2.7).



## Рисунок 2.7 – Вкладка Undistort

Спосіб, коли немає тестової картинки при Distortion – спосіб прокреслення ліній:

### 2. Line Analysis (рис.2.8).

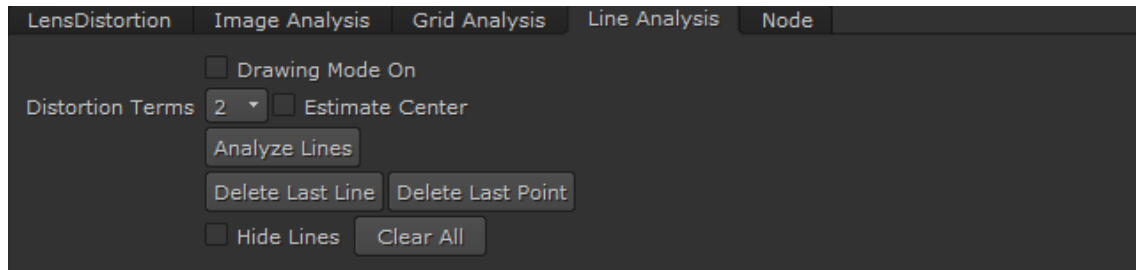


Рисунок 2.8 – Нода Line Analysis

Активація режиму малювання відбувається через встановлення покажчика Drawing Mode On. І там де в сцені точно є пряма лінія, через червоні хрестики (рис.2.9) лівою кнопкою миші малюють лінію:

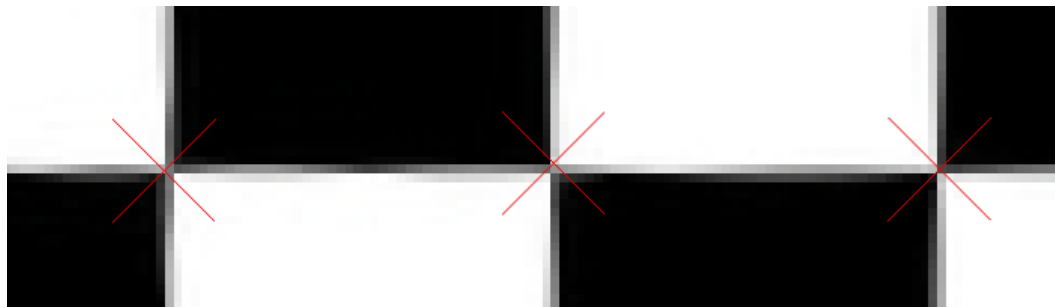


Рисунок 2.9 – Активація режиму малювання

Слід проставити хрестики, що ототожнюють лише одну лінію на кадрі сцени. І далі необхідно в області зображення натиснути праву кнопку миші – результатом буде поява жовтої лінії (рис.2.10).

Аналогічно далі слід створити інші такі лінії як по вертикалях так і по горизонталях.

На основі кривизни побудованих таким чином лініях нода через кнопку Analyze Lines прорахує викривлення зображення.

Мінімум кількості ліній рекомендується встановлювати 3.

Іншим способом усунення перспективних спотворень та дисторсії при зйомці зображення може стати інструмент Adaptive Wide Angle Tool в програмі Photoshop. Особливо він стає у нагоді при зйомці зображень, де необхідно досягти, щоб лінії будівель при зйомці знизу залишались вертикальними. Цей інструмент знаходиться в меню фільтрів програми FILTER>ADAPTIVE WIDE ANGLE. В результаті вибору цього інструменту відкривається додаткове вікно з зображенням, де праворуч буде виведено вікно з назвою Correction (корекція). Під цим зображенням є повзунок і перелік опцій – перспектива, “риб’яче око (fish eye)” і є режим “авто”. Фактично це є вбудовані програмні плагіни, які дозволяють за вбудованим математичним алгоритмом покращити кадр зображення. Для корекції стін будівлі розробники програми Photoshop в межах інструменту Adaptive Wide Angle Tool з лівої сторони пропонують використовувати стандартний інструмент Constraint Tool. Робота цього інструменту полягає у виконанні наступної послідовності дій. Спочатку слід навести курсор на одну з вертикальних ліній будівлі, що є об’єктом перспективної зйомки. Потім необхідно намалювати лінію по стіні донизу. Внизу лінії можна побачити квадрат, і клацнувши на нього правою кнопкою миші стануть доступні три опції: горизонтально, вертикально або довільно. Це і є три способи корекції лінії. Наслідком такої корекції може бути те, що будуть спотворені на кадрі інші лінії. Для уникнення цього слід повторно використати описаний інструмент і для цих ліній. Практичний алгоритм, в рамках проведеного дослідження, з виправлення перспективних спотворень такого типу при зйомці високих будівель з поверхні землі, як правило, складається з корекції 4-5 ліній. При цьому можуть зміщуватись і горизонтальні лінії на кадрі, які теж треба корегувати аналогічним способом.

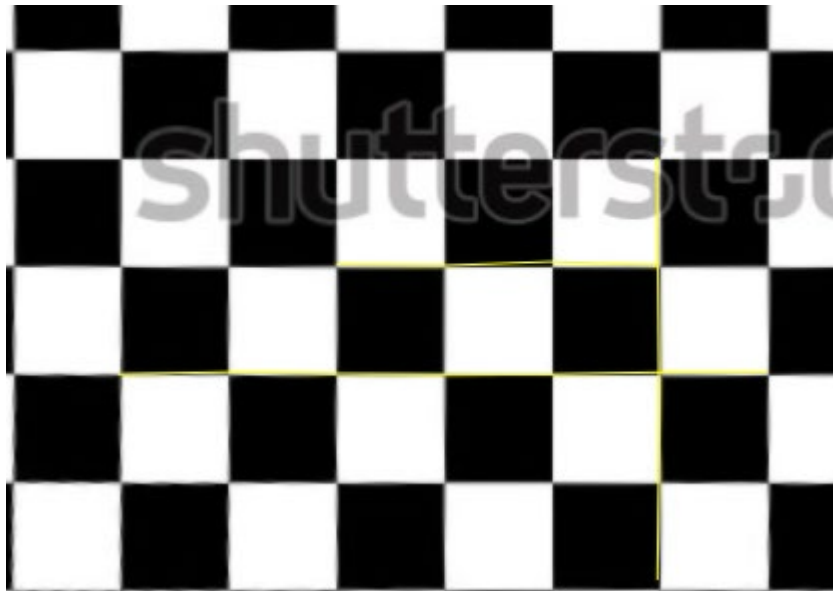


Рисунок 2.10 – Активація режиму малювання

Від спотворень типу Distortion слід обов'язково позбуватись, коли необхідно провести трекінг камери – відтворення руху камери в програмі, де є підтримка 3D-простору на основі відзнятого кіноматеріалу.

Висновок – Дисторсія найбільша у області краю зображення, і вона відсутня в центрі зображення.

3. Image Analysis (рис.2.10) – аналіз усієї секвенції на основі вирахунку програмою точок в сцені зі спробами вирівняти зображення. Використовується в парі з нодою CameraTracker.

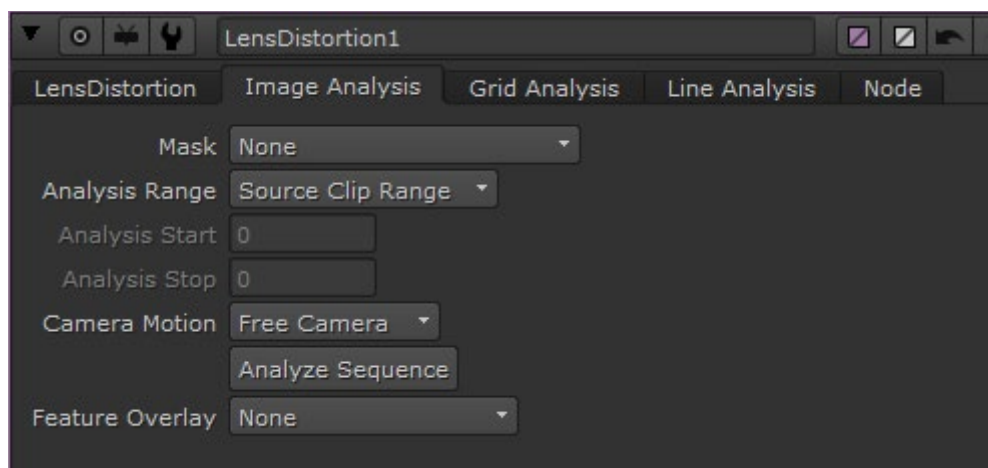


Рисунок 2.11 – Image Analysis

В програмі Photoshop для виправлення перспективних спотворень можна використати і додатковий інструмент Guided Upright. Його робота аналогічна розглянутому вище інструменту Adaptive Wide Angle Tool. Але відрізняється він більш точним алгоритмом прорахунку пікселей зображення та більшим набором опцій для корекції. Таким чином, в цій частині дослідження надано практичні рекомендації з усунення перспективних спотворень які наочно присутні на поверхні відзнятого кіноматеріалу.

### **Висновки до 2 розділу**

Визначено причини та наслідки геометричної деформації зображення через наявність перспективних спотворень та можливості усунення артефактів за допомогою програмного софту. Проведено роботу для демонстрації перетворення спотвореного зображення до вигляду правильних візуальних пропорцій без додавання зайвих артефактів.

## **3 ОСОБЛИВОСТІ ОБРОБЛЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗОБРАЖЕНЬ В ПРОГРАМІ NUKEХ**

### **3.1. Постановка задачі до моделювання**

Зазвичай, при роботі з перспективними зображеннями необхідно використовувати інструменти малювання та клонування. І при цьому необхідно враховувати перспективу зображення (відстань від об'єкту до умовної камери зйомки). Але, при клонуванні елементів з віддаленої ділянки до ближчої (рис. 3.1) необхідно враховувати головні 2 аспекти – відповідний розмір об'єктів (рис. 3.2) (не співпадають з елементами, які розташовані поруч з клонованими) і перспектива, яку клонуємо не співпадає з верхньою частиною зображення (рис. 3.3). Наведені аспекти їх не дотримання призводять до спотворення зображення.

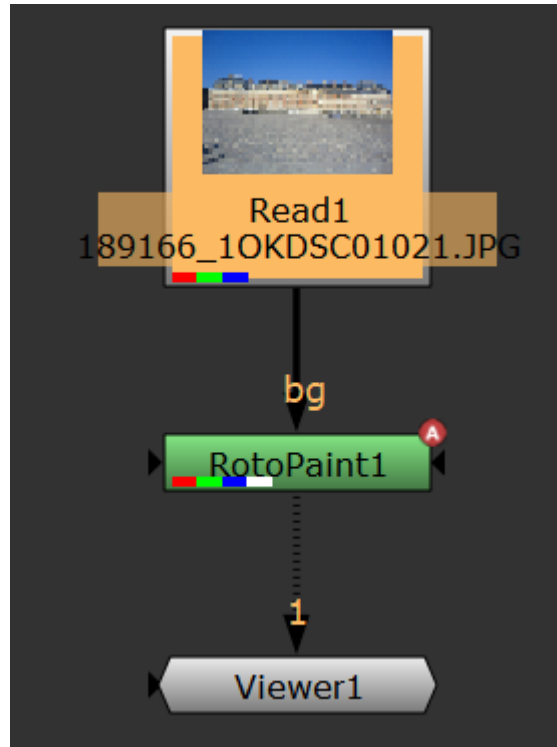


Рисунок 3.1 - Нода для виділення ділянки зображення



Рисунок 3.2 - Початкове зображення



Рисунок 3.3 - Перенесена частина зображення

В програмі Adobe Photoshop цю проблему можна розв'язати через використання фільтру Vanishing Point з функцією виправлення перспективи. Так можна створити сітку (рис. 3.4), яка буде співпадати з перспективою підлоги зображення.



Рисунок 3.4 - Створення сітки



І тепер (рис.3.5), коли оберемо інструмент клонування то програма буде сама при клонуванні змінювати розмір цегли (рис.3.6). Тобто відбувається адаптація розмірів залежно від відстані до віртуальної камери зйомки. Тобто враховується через відповідний фільтр в програмі Photoshop перспектива зображення.

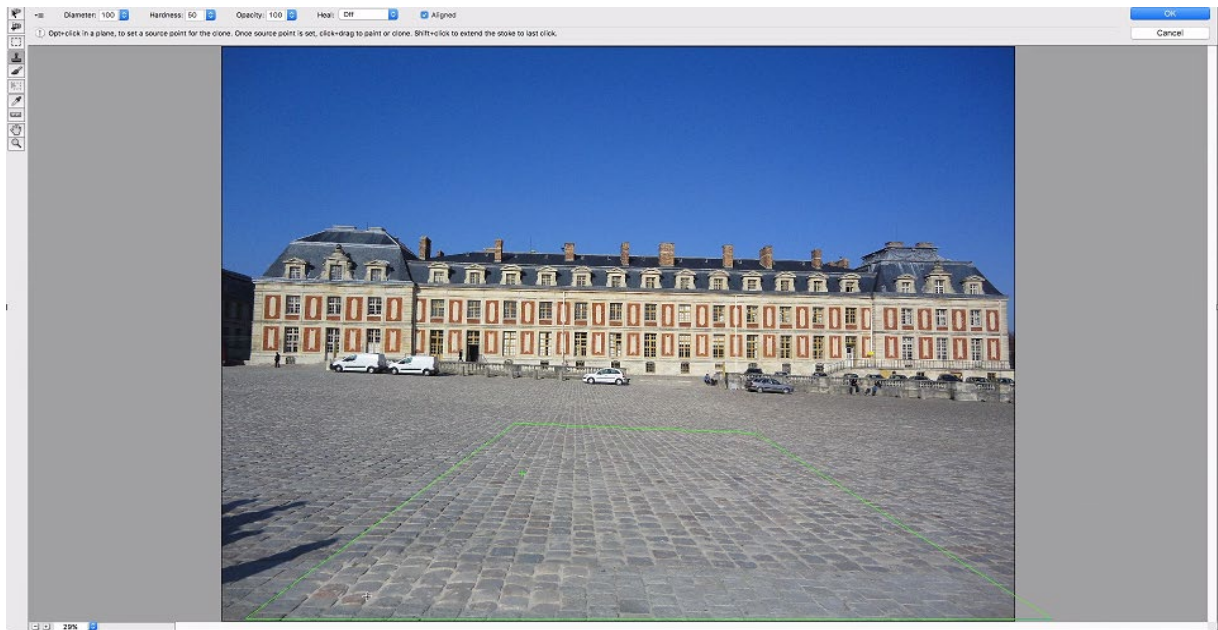


Рисунок 3.5 - Вигляд без застосування збільшення

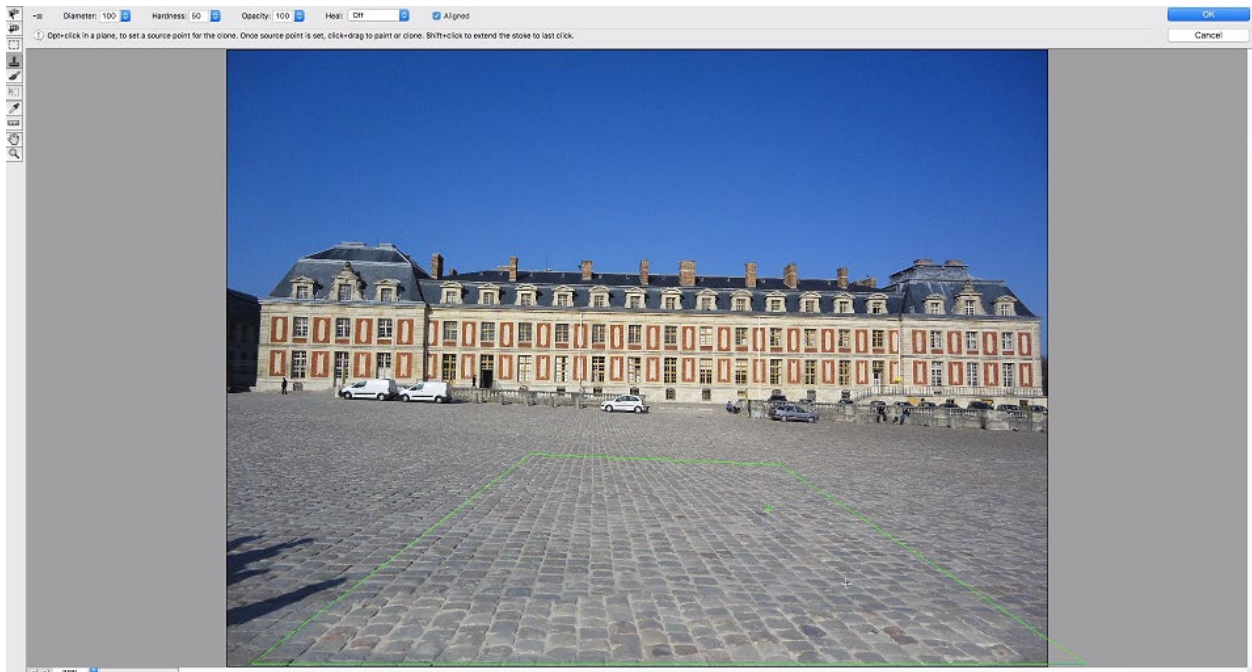


Рисунок 3.6 - Зміна розміру цегли



Ситуація ускладнюється коли працюємо з секвенцією і коли необхідно проводити інші операції з обробки контенту. Особливо це стосується коли в програмі Adobe Photoshop нема цих інструментів через відсутність використання нодових схем – Clean UP, Panorama, 360Video, Keying.

В програмі Nuke для врахування перспективи зображень використовують ноду Corner Pin та ноди ReFormat разом з нодою RotoPaint.

### 3.2 Алгоритм роботи з перспективними зображеннями в програмі The Foundry NukeX

Для створення сітки перспективи використаємо ноду Corner Pin (рис.3.7) – у налаштуваннях якої використовуємо вкладку from, для того щоб задати площину. Далі програма зможе розвернути задану текстуру по усьому зображенні.

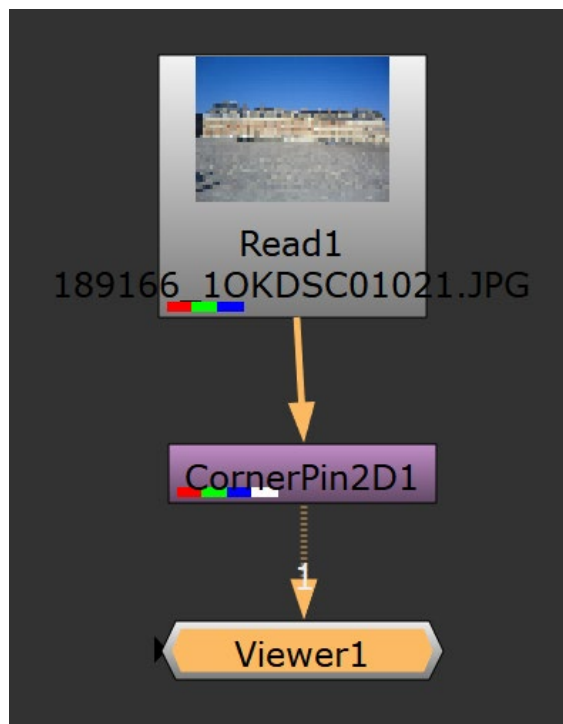


Рисунок 3.7 - Нода Corner Pin

Через курсори в панелі Viewer беремо крапки from і переносимо їх на землю, де цегла. Причому оскільки переміщення крапок з ноди Corner Pin проходить в реальному часі, то краще переміщувати крапки from3 та from4 з оригіналу (рис.3.8).



Рисунок 3.8 - Застосування ноди Corner Pin

Розташуємо інші крапки за лініями на підлозі для збереження пропорції перспективи (рис.3.9):



Рис. 3.9 - Застосування ноди Corner Pin

З ноди Corner Pin отримуємо зображення (рис.3.9).



Рисунок 3.9 - Зображення, отримане з ноди Corner Pin

Тобто, програма Nuke X розгорнула текстуру уздовж полотнища (тобто дивимось на вигляд зверху полотнища). Але при цьому ми отримали малу площу і багато інформації залишається за межами (рис.3.10).



Рисунок 3.10 - Зайва інформація

Ці зайві області можна відрізати. Додамо до схеми ноду Reformat, оскільки за завданням нам необхідно клонувати з зображення те, що за межами області ноди CornerPin. В ноді Reformat встановлюємо опцію – preserve bounding box та type=scale (scale=1,4); resize type=none (рис.3.11). Оскільки, необхідно змінювати лише межі зображення а не окремі пікселі.

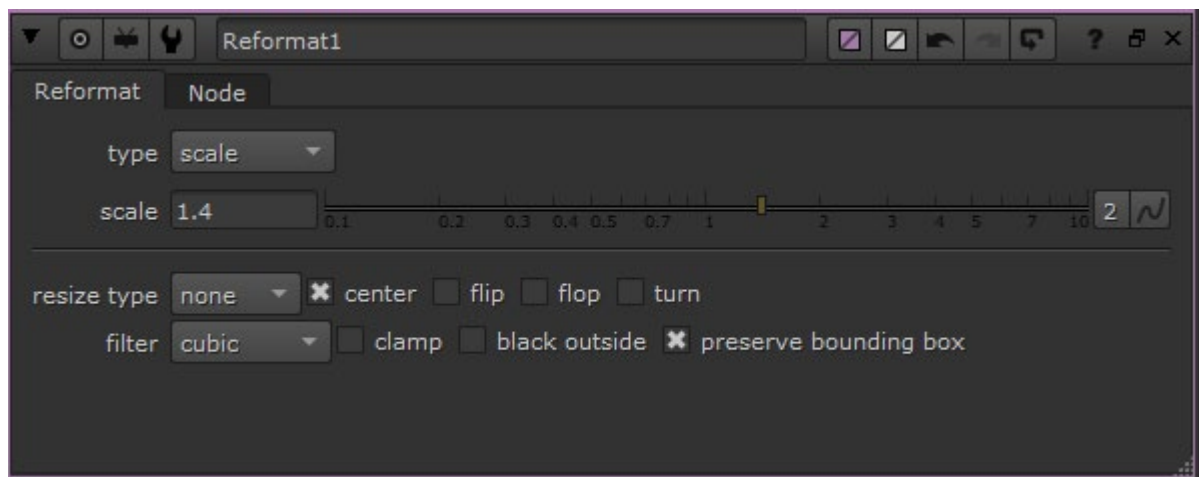


Рисунок 3.11 - Налаштування ноди Reformat

Збільшуючи масштаб (рис.3.12) ми отримуємо додаткову інформацію (рис.3.13) і за межами площини.

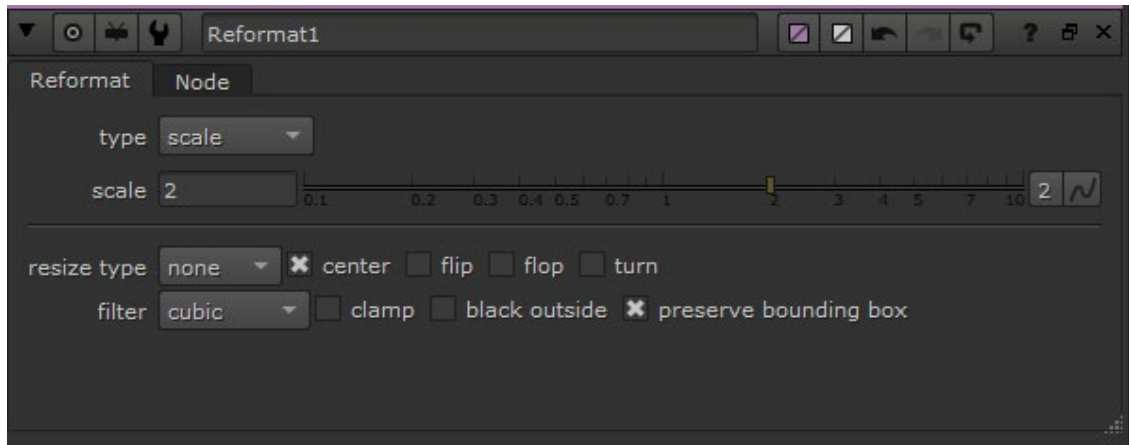


Рисунок 3.12 - Зміна масштабу в ноді Reformat



Рисунок 3.13 - Додаткова інформація за межами площини

Після цього, повертаємось до вихідного зображення. Додаємо ще одну ноду ReFormat2, але вона повинна виконувати зворотну операцію за scaling (рис.3.14).



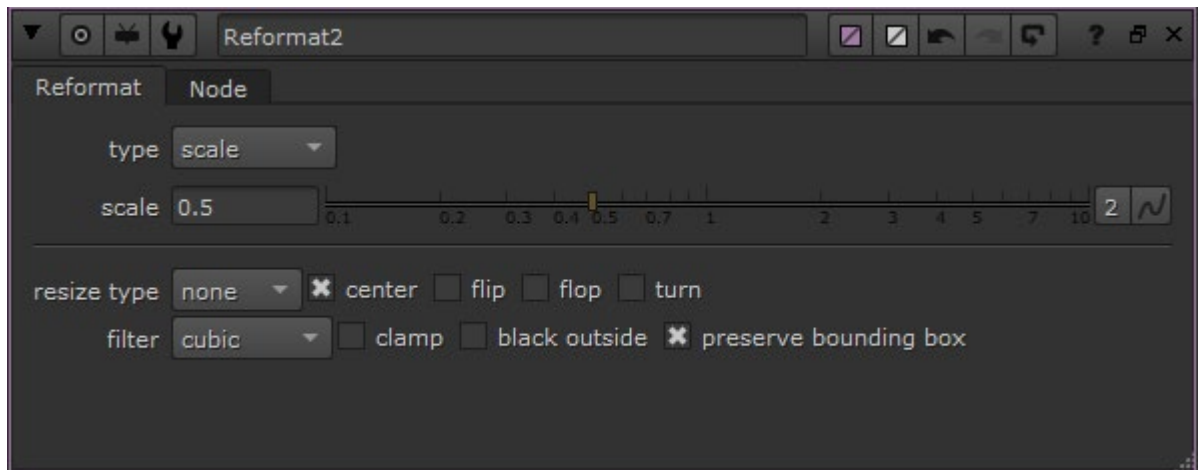


Рисунок 3.14 - Додаткова нода ReFormat2

Тепер вже робоча область має одну ноду CornerPin для виділення необхідної області зображення та дві ноди Reformat для зміни масштабу зображення (рис.3.15).

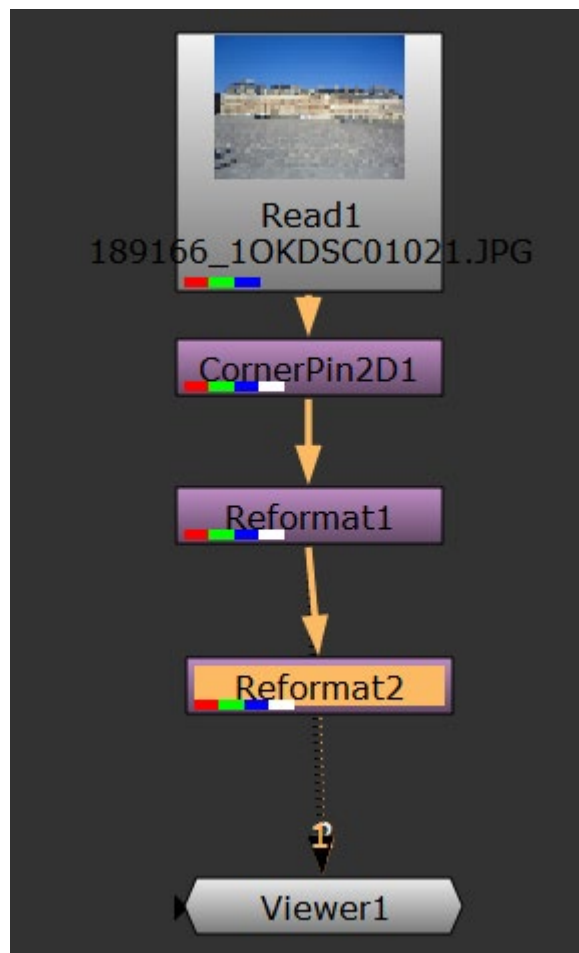


Рисунок 3.15 - Робоча область

Після цього, додаємо ще одну ноду CornerPin2D2, яка має ті самі налаштування, що і CornerPin2D1 але з позначкою invert (рис.3.16).

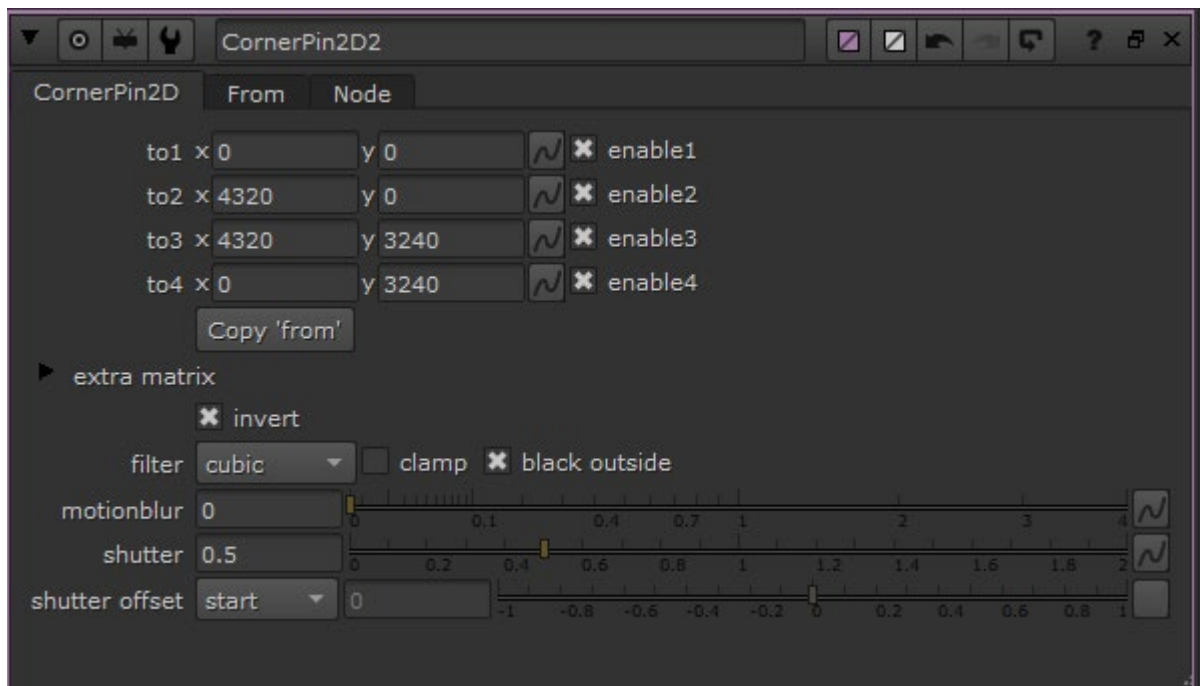


Рисунок 3.16 - Налаштування ноди CornerPin2D2

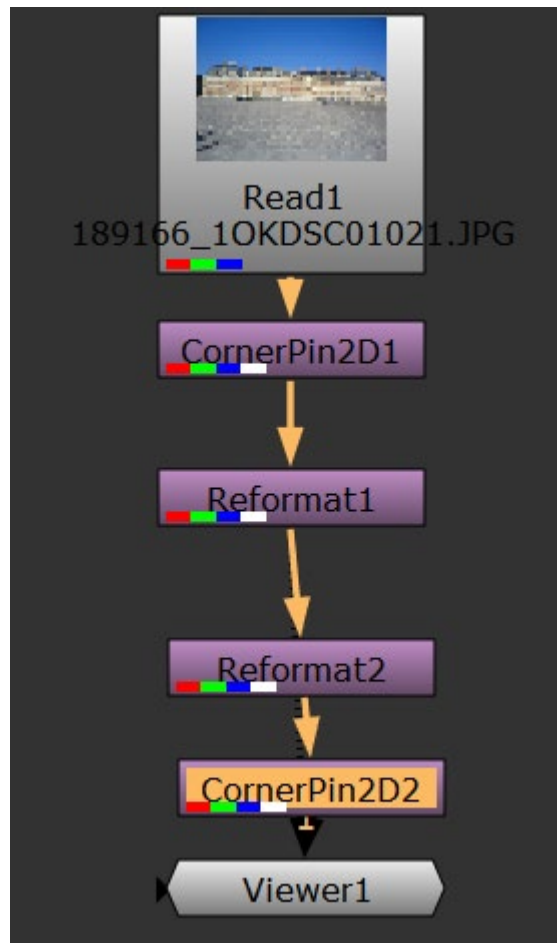


Рисунок 3.17 - Робоча область

Якщо порівняємо вихід з ноди CornerPin2D2 та вихідне зображення, то начебто змін нема – спрацьовує явище конкатенації. Між нодами ReFormat1 і ReFormat2 додамо ноду RotoPaint (рис.3.18).



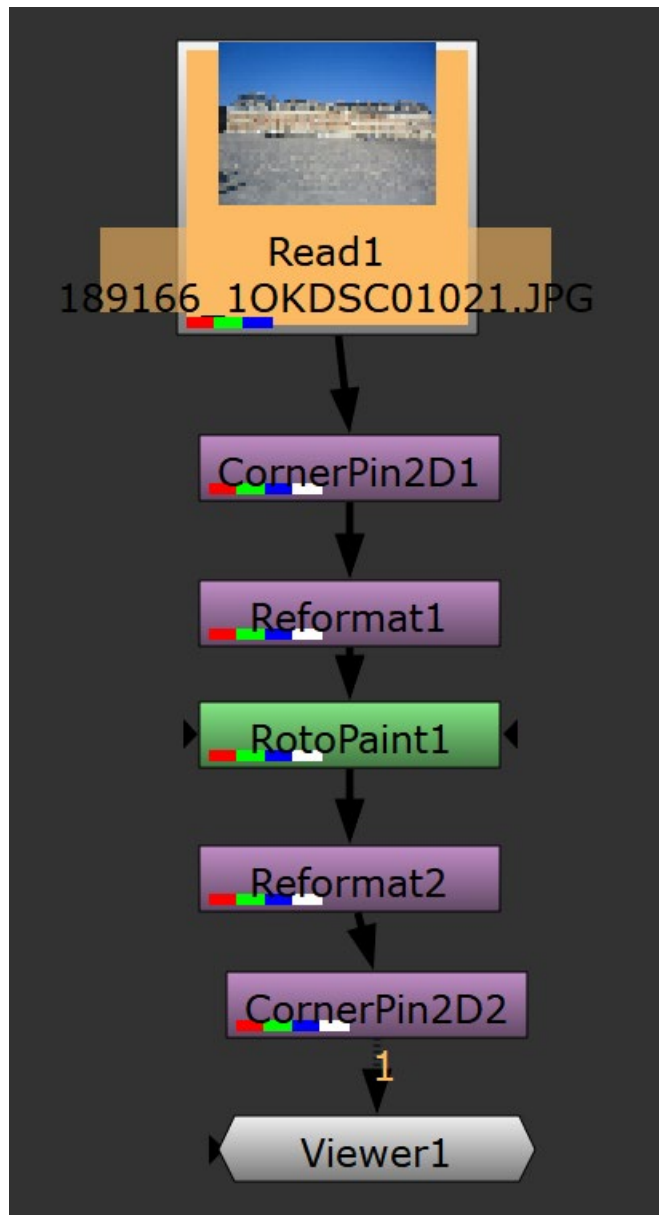


Рисунок 3.18 - Робоча область

Далі зробимо обрізку зайвого за межі (див. пояснення вище) на основі підключення ноди Stop (рис.3.19).

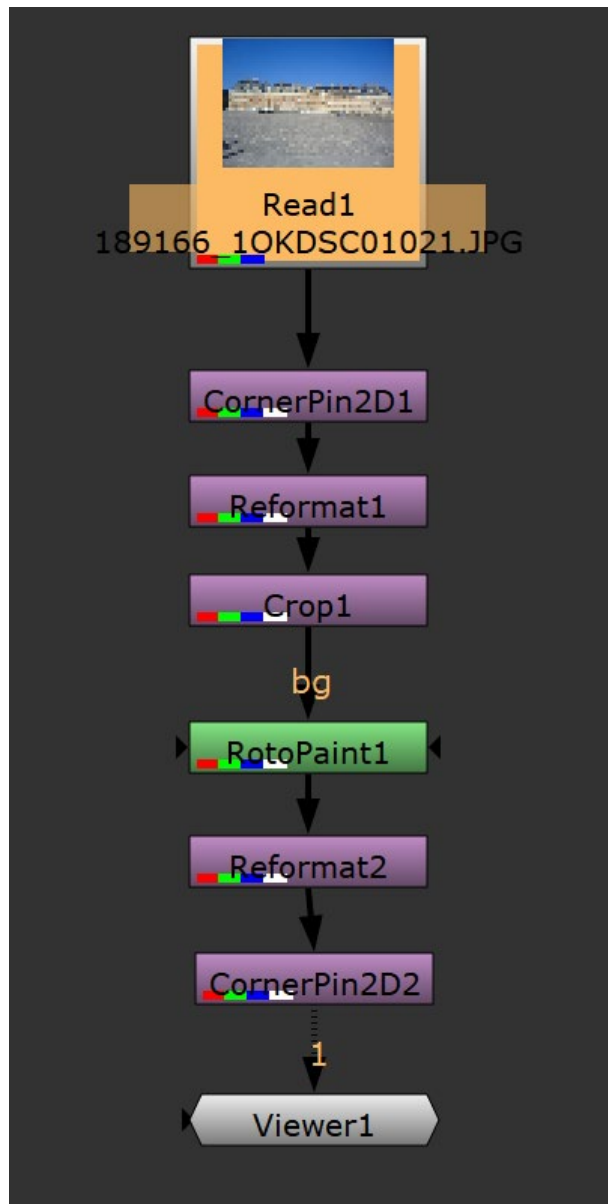


Рисунок 3.19 - Рабочая область

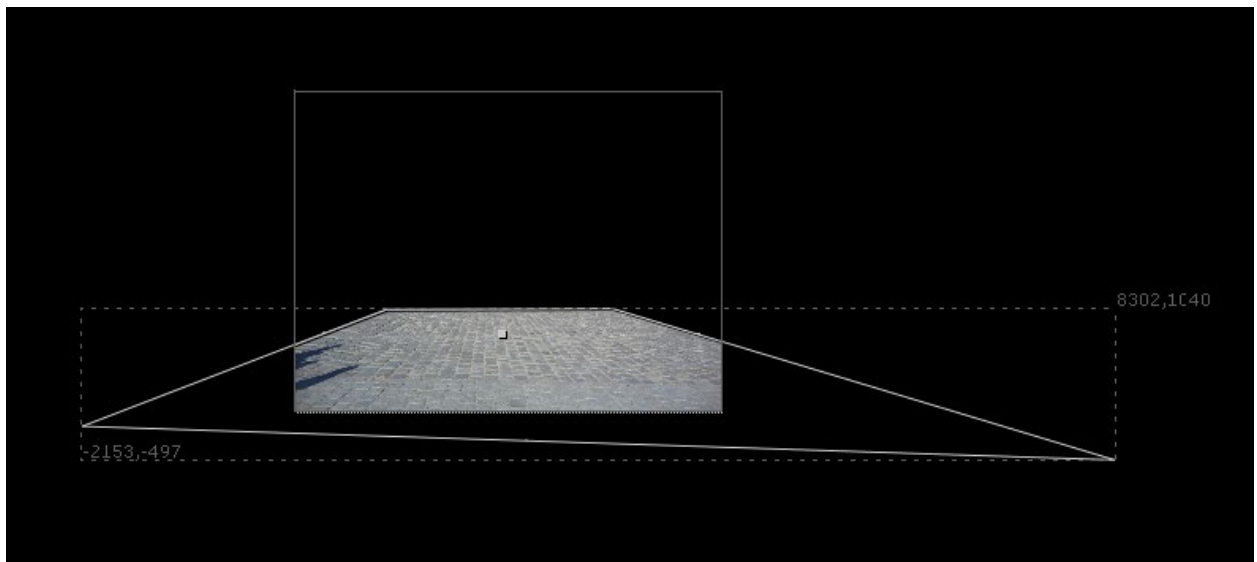


Рисунок 3.20 - Застосування ноди RotoPaint

Після цього можна перейти до інструменту клонування ноди RotoPaint (рис.3.20). В даному випадку програма прибрала перспективу і тепер можна копіювати елементи (рис.3.21).



Рисунок 3.21 - Нода RotoPaint видалила перспективу

Приберемо тіні на зображенні на основі того самого інструменту Clone (рис.3.24) ноди RotoPaint (рис.3.22, рис.3.23).

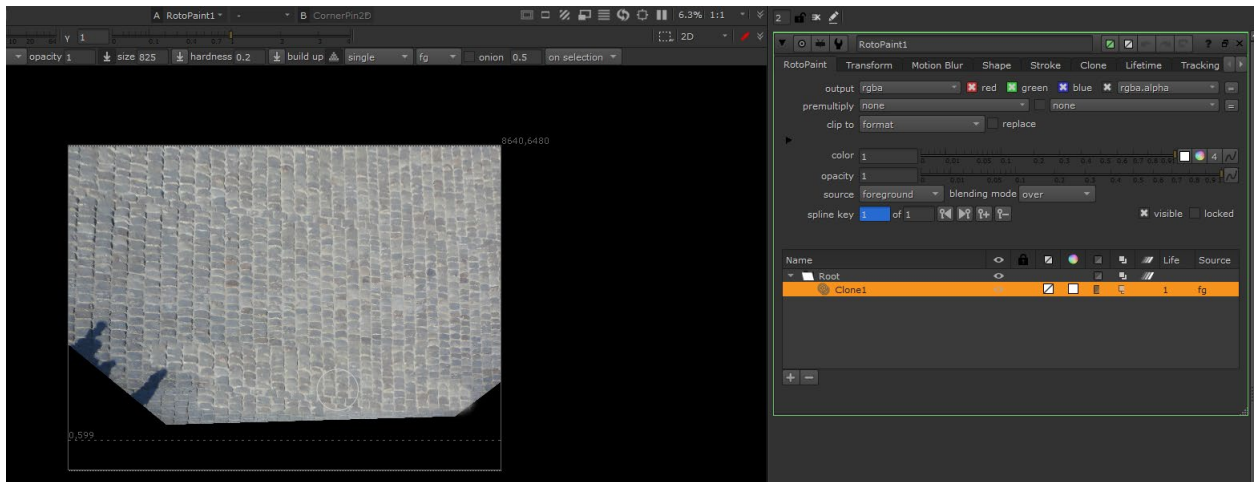


Рисунок 3.22 - Налаштування ноди RotoPaint



Рисунок 3.23 - Видалення тіні за допомогою ноди RotoPaint

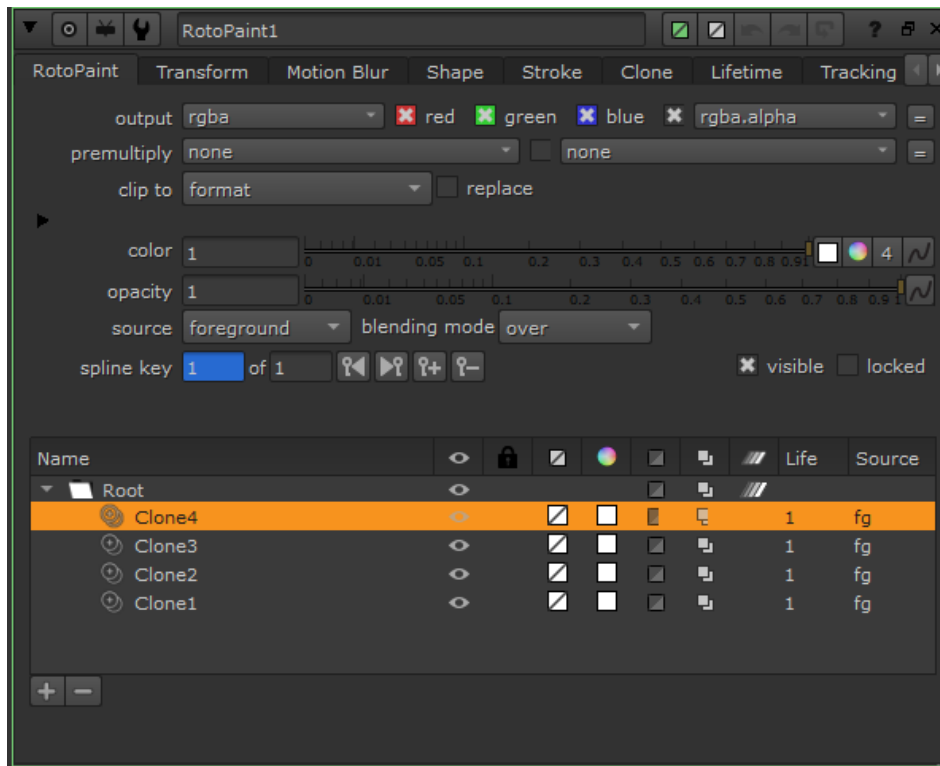


Рисунок 3.24 - Налаштування інструменту Clone

І тепер, якщо перейти до виходу CornerPin2D2 можна побачити що при клонуванні була дотримана перспектива зображення (рис.3.25).

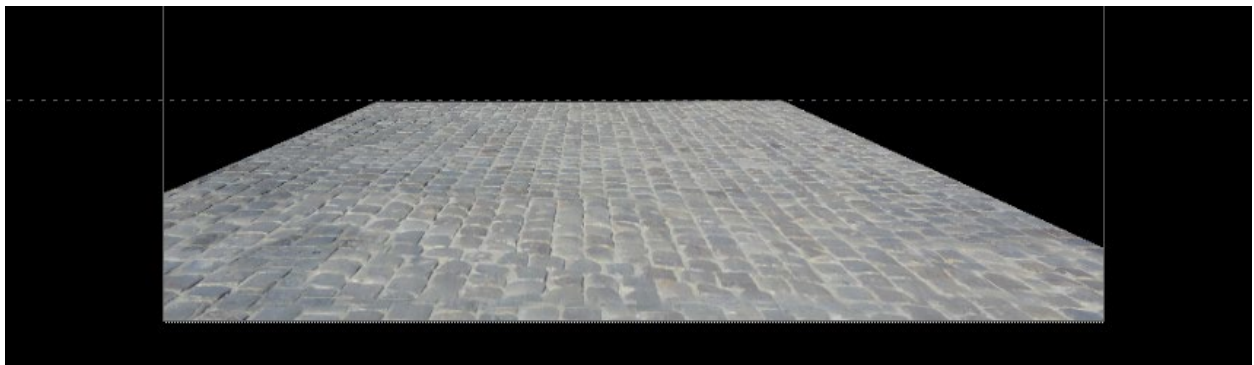


Рисунок 3.25 - Клоноване зображення

Також, можна використати операцію клонування, але не з виходу ноди RotoPaint, а безпосередньо з виходу ноди CornerPin2D2 (рис.3.26, рис.3.27). В даному випадку курсор програми буде слідувати за перспективою зображення. Особливістю представленої методики є те, що через ноди вводиться в зображення на виході легка фільтрація зображення.



Рисунок 3.26 - Клоноване зображення з виходу ноди CornerPin2D2

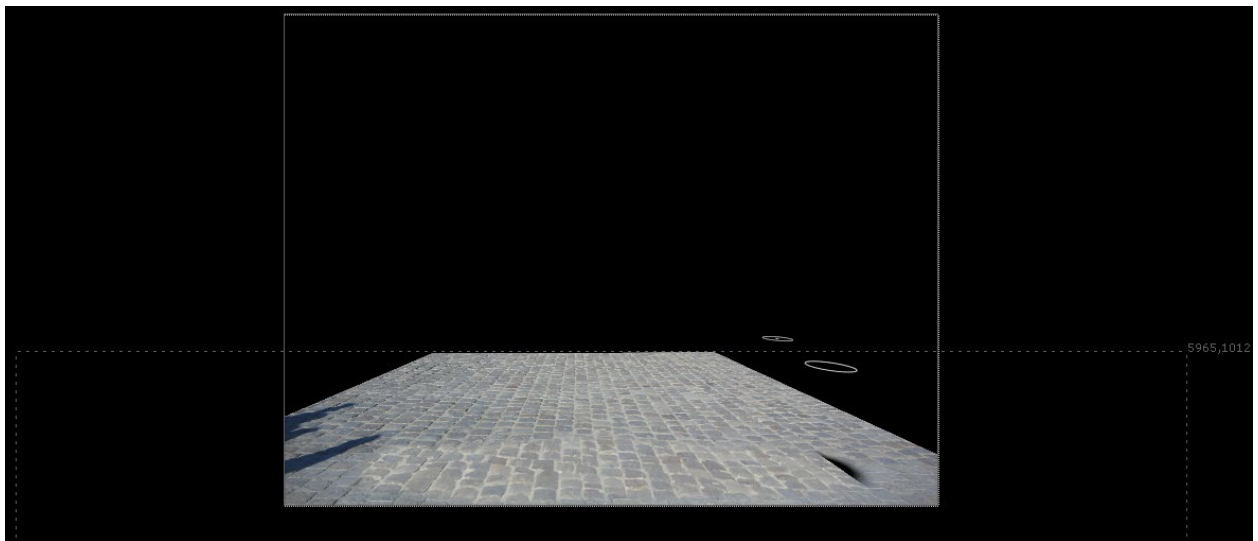


Рисунок 3.27 - Клоноване зображення з виходу ноди CornerPin2D2

Для того щоб позбутись фільтрації зображення. Візьмемо спосіб і виведемо інформацію з створеного клонування в ноді RotoPaint в альфа-канал (рис.3.30) – поле output mask – rgba.alpha (рис.3.28, рис.3.29).



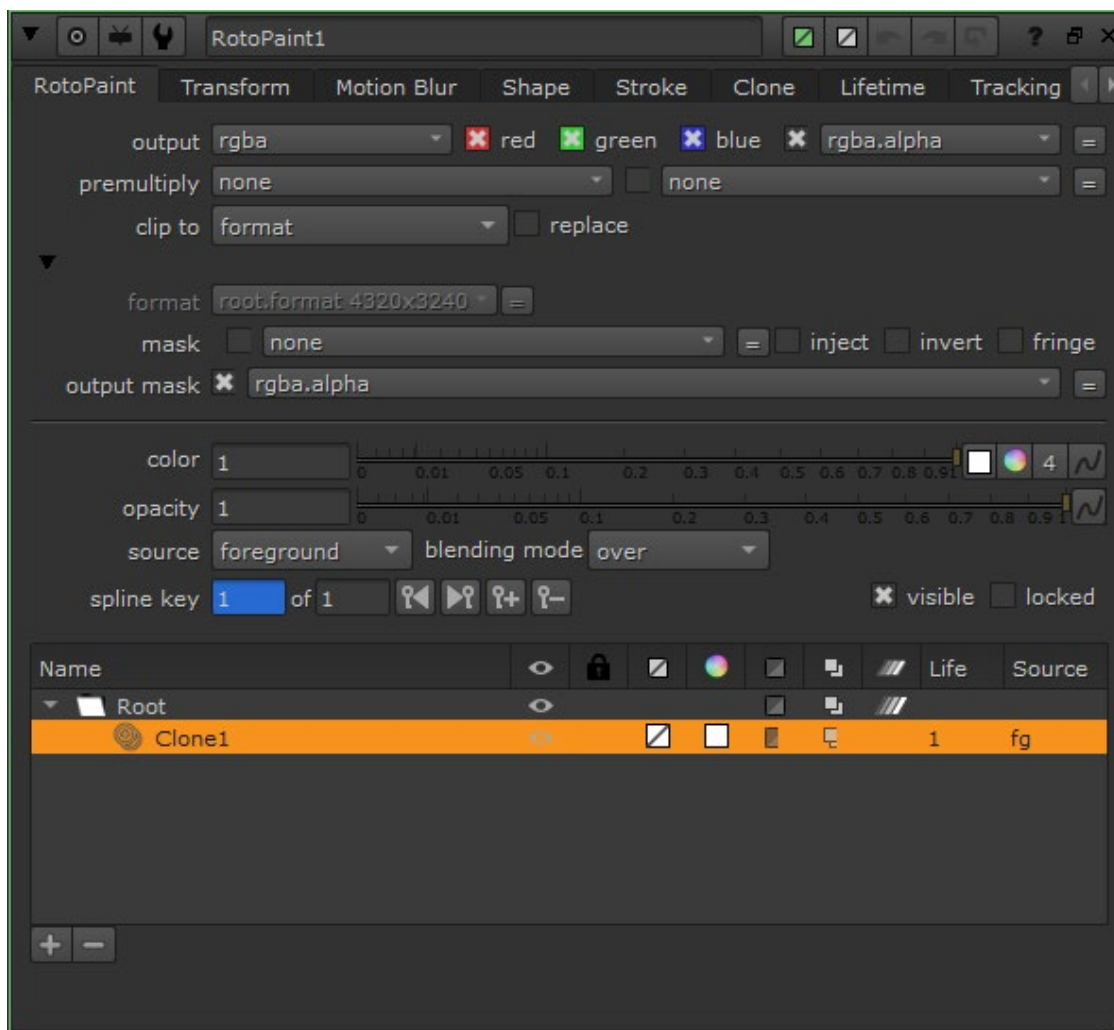


Рисунок 3.28 - Виведемо інформацію з клонування в альфа канал

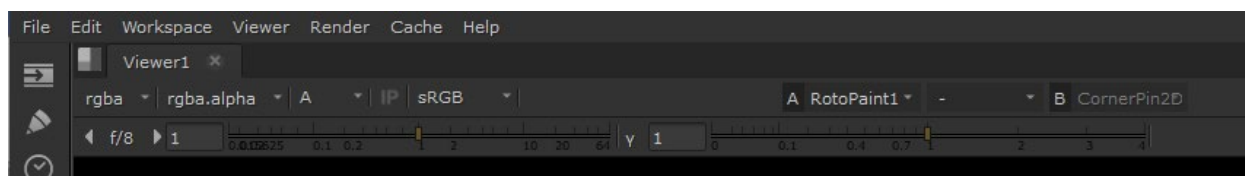


Рисунок 3.29 - Поле output mask – rgba.alpha

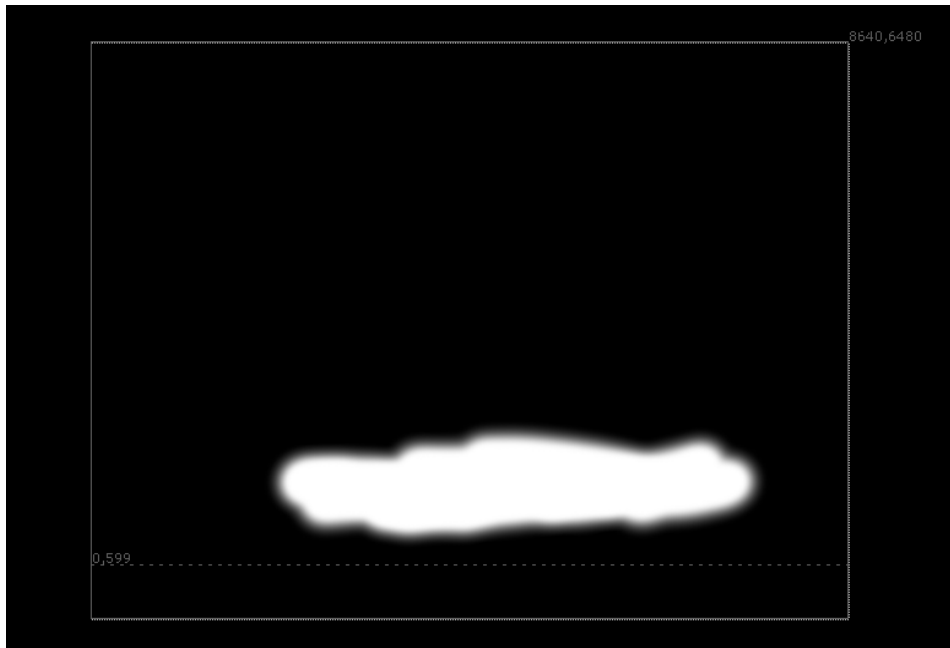


Рисунок 3.30 – Вигляд альфа каналу

Після цього щоб вивести в основні канали створену маску(рис.3.31) додамо ноду Premult (рис.3.32).

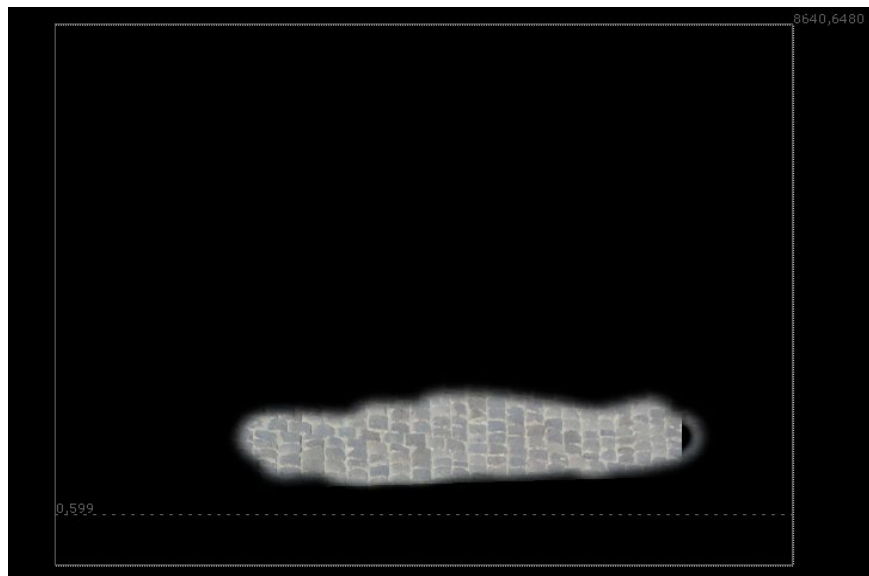


Рисунок 3.31 – Виведемо маску в основні канали



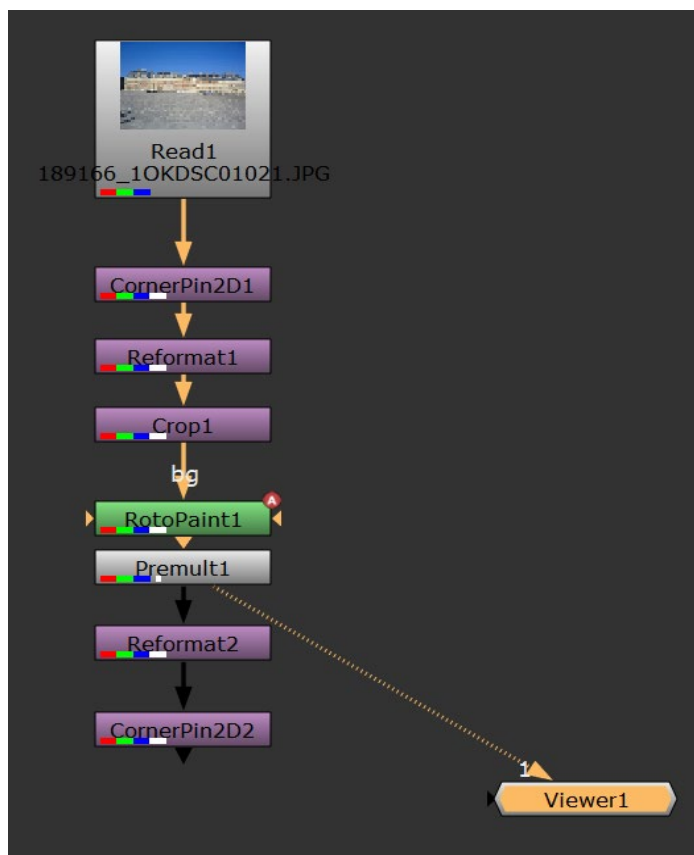


Рисунок 3.32 – Структура проекту

І на завершення, покладемо клоновану частину на оригінальне зображення з дотриманням перспективи (рис.3.33). Так, у клонованій частині буде помітна певна фільтрація, але перспектива зображення буде дотримана (рис.3.34).



Рисунок 3.33 – Перенесена частина клонованого зображення

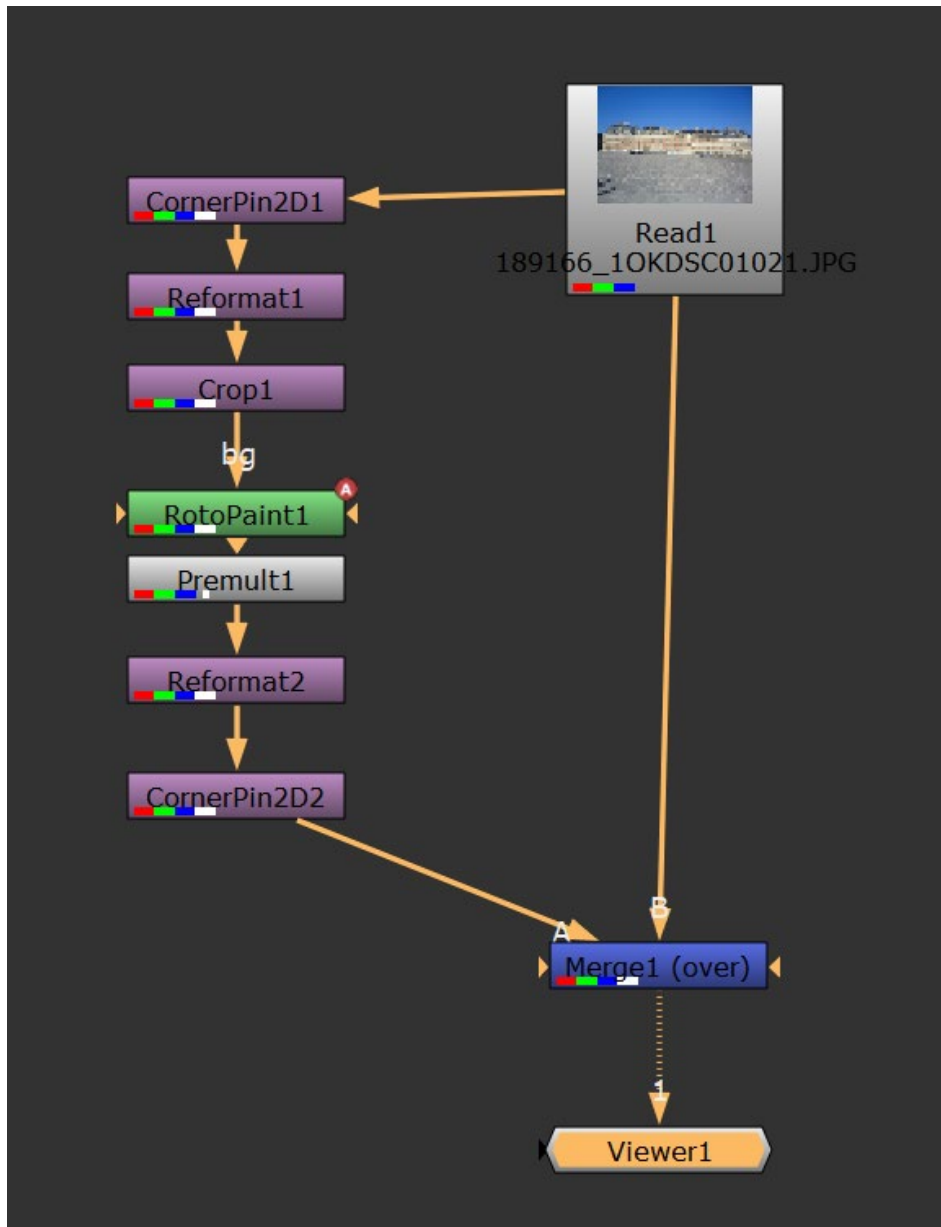


Рисунок 3.33 – Перенесена частина клонованого зображення

Таким чином наведена методика, яка дозволяє проводити геометричну трансформацію зображення без спотворення перспективи. На основі наявних інструментів в програмі можна реалізувати переміщення об'єктів за умови збереження перспективи та відстані до камери зйомки. Крім цього, розроблена методика може бути розповсюджена і на окремі секвенції при пост виробництві кіно.

**Висновки до 3 розділу.** Було розглянуто спосіб досягнення перенесення частини зображення ближче до камери, для досягнення чого були використані ноди CornerPin (призначена для відображення чотирьох кутів послідовності зображень до або з позицій, отриманих з даних відстеження.), Reformat (дозволяє змінити розмір та змінити послідовність зображень у інший формат - ширину та висоту), RotoPaint (векторний вузол для допомоги у таких задачах, як ротоскопінг), Crop (дозволяє вирізати небажані ділянки області зображення), Merge (дає змогу скласти кілька зображень разом). Досліджено їх вплив на початкове зображення, їх можливості та методику роботи з ними. Визначено послідовність дій для зміни положення зображення в просторі зі збереженням його пропорцій та мінімальними спотвореннями.

Застосовано знання з побудови перспективи, що було розглянуто в першому та другому розділі. Засобами NukeX було збережено положення горизонту та пропорції перенесеної частини зображення.

## 4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

### 4.1 Опис ідеї проекту

В даній дисертації розглядається графічний модуль для роботи з перспективним зображенням. Ідеєю стартап-проекту є економічно вигідний мобільний пристрій для роботи з відео та фотофрагментами, в яких присутні перспективні спотворення або існує необхідність переміщення певних елементів у кадрі.

Схема графічного модуля має наступний вигляд: відзняте фото- або відеозображення за допомогою флеш пам'яті переноситься на графічний модуль. Далі визначається мета та початковий стан фрагмента, відповідно до цього відбувається вибір необхідних інструментів та обробка зображення.

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Створення графічного модуля для роботи з перспективним зображенням	1. Зйомка кліпів	Мобільність
	2. Кіноіндустрія	Швидкість та якість роботи з медіа файлами
	3. Професійна фотозйомка	Ціна

Таблиця 4.2 – Визначення слабких сильних та нейтральних характеристик ідеї проекту

Техніко- економічні характеристи ки	(потенційні) товари/концепції конкурентів			<i>W</i> (слабка сто- рона)	<i>N</i> (нейт- ральна сто- рона)	<i>S</i> (сильн а сторо на)
	Мій проект	Photoshop	Picasa			
Покращення якості мультимедій ного контенту	Покращує	Покращує	Покращує, але має проблеми з електронни ми алгоритма ми			+
Робота з шарами	Присутня	Присутня	Відсутня			+
Векторна графіка	Присутня	Присутня	Відсутня			+
Робота з відео	Присутня	Відсутня	Відсутня			+

## Технологічний аудит ідеї проекту.

Таблиця 4.3 - Технологічна здійсненність ідеї проекту

№	Ідея проекту	Технології реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	графічний модуль для роботи з перспективним зображенням	Застосування сучасних мобільних процесорів	Наявна	Доступна
2		Використання програмних методів обробки	Наявна	Доступна

Обрана технологія реалізації ідеї проекту: використання графічного модуля на базі сучасних мобільних процесорів для застосування програмних методів корекції перспективних зображень.

## 4.2 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Таблиця 4.4 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№	Показники стану ринку	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	3
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	288000
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Зацікавлення потенційних клієнтів

5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Немає
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	$288000/190000 = 150 \%$

Таблиця 4.5 Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Вимоги споживачів до товару
1	Обробка перспективних відео та фото фрагментів	Кіно- та фото-індустрія	Вдосконалення технологій обробки перспективних зображень, поєднаних в одному пристрої
2	Мобільність	Польові зйомки в кіноіндустрії	
3	Пришвидшення та підвищення якості обробки	Виробництво будь якого медіа контенту	

Таблиця 4.6 – Фактори загроз

№	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Незацікавленість клієнтів	Внаслідок невдалого маркетингу клієнт може не зацікавитись послугами	Перегляд рекламних компанії на ринку збуту
2	Втрата монополії	Втрата рангу єдиного гаранту якості синхронізації	Якісне та кількісне нарощування інтенсивності

Таблиця 4.7 – Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Покращення існуючих технологій в одному пристрої	Зростання попиту	Якісне та кількісне нарощування потужностей
2	Застосування продукції в усіх галузях створення медіаконтенту	Зростання попиту внаслідок зростання клієнтів	Якісне та кількісне нарощування потужностей

Таблиця 4.8 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1.Монополія	Інноваційний тип послуг	Використання передових технологій на високому рівні
2.Локальний	Відсутність єдиного національного постачальника послуг	Окремий підхід до кожного клієнта
3.Міжгалузєва	Конкуренція з іншими галузями (постачальниками апаратної частини)	Необхідність співробітництва в окремих сегментах



4.Товарно-видова	Поєднання існуючих технологій	За необхідності, використання приладів схожого типу
5.Цінова	Можливість заощадити за допомогою використання готових рішень конкурентів	Гнучка цінова політика
6.Марочна	Кожен продукт має пройти перевірки на якість	Отримання монополії в сфері обробки перспективних зображень

Таблиця 4.9 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Унікальний продукт вузького профілю	Концентрація на якості та зручності продукту
2	Технічна підтримка клієнтів	Відділ по роботі з клієнтами

Таблиця 4.10 - Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бал и 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Раціональніший ціновий показник	18	+						
2	Надання сервісних послуг	17		+					
3	Необхідність самостійної роботи клієнта	11				+			

Таблиця 4.11 - SWOT- аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: раціональний ціновий показник, надання сервісних послуг	Слабкі сторони: періодична діагностика, необхідність залучення висококваліфікованих кадрів
Можливості: поєднання сучасних технологій в одному пристрої	Загрози: незацікавленість клієнтів, втрата монополії

Таблиця 4.12 - Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Заклучення договорів про використання процесорів та програмного софту	висока	незначні
2	Використання приладів малопопулярних в Україні виробників задля підвищення конкурентноспроможності	середня	незначні

Обрана альтернатива - заключення договорів з постачальниками-гігантами та швидке захоплення ринку при стандартизації графічного модулю.

### 4.3 Розроблення ринкової стратегії проекту

Таблиця 4.13 - Вибір цільових груп потенційних споживачів

№	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Кіноіндустрія. Надання якісних мультимедійних послуг	Висока	Високий	Низький	Середня
2	Студії пост продакшена	Середня	Високий	Середній	Середня
Які цільові групи обрано: відео- та фото-індустрія					

Таблиця 4.14 - Визначення базової стратегії розвитку

№	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до	Базова стратегія розвитку

			обраної альтернативи	
1	Удосконалення існуючих технологій для виготовлення спеціалізованого продукту	Глибоке вивчення вузького сегменту	Зацікавлення та залучення гігантів у сфері мультимедіа	Стратегія диференціації
2	Дешевизна проекту	раціональніші витрати на обладнання, та послуги	Маловідомі партнери з постачання обладнання	Стратегія лідерства по витратах

Таблиця 4.15 - Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№	Чи є проект «першопрхідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
1	так	Забирати існуючих та шукати нових	Характеристики апаратної частини	Стратегія виклику лідера

Таблиця 4.16 - Визначення стратегії позиціонування

№	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкуренто-спроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Висока якість послуг	Стратегія диференціації	Новизна, гарант якості	Якість, надійність, сервісність
2	Мінімальні витрати	Стратегія лідерства по витратах	Раціональність встановлення обладнання,	Дешевизна, раціональність, тех. підтримка

#### 4.4 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Таблиця 4.17 - Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
---	---------	----------------------------	--

1	Якість	Висока якість, сервісність	сервісність
2	Дешевизна	Раціональне використання коштів, дешевше обладнання	дешевизна

Таблиця 4.18 - Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за здумом	Дешевий якісний товар та послуги, стандартизована якість послуг та обладнання		
II. Товар у реаль-ному виконанні	Властивості/характеристики:	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1)Варстість обслуговування,	1) М	1)Е
	2)Кількість елементів	2) М	2) Пр
	3) Строк безвідмовної праці	3) М	3)Нд
	4) Технологічна собівартість товару	4) М	4)Тх
Якість: дерстандарт якості, високоякісні параметри діагностики			
Пакування			
Марка: Центр синхронізації, діагностика та редагування трактів передачі даних			

III. Товар із підкріпленням	До продажу – діагностика, обладнання, налаштування Після продажу – сервісна підтримка
-----------------------------	--

За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: неможливість копіювання гаранту якості забезпечується монополізацією сегменту ринку послуг в даній сфері.

Таблиця 4.19 - Визначення меж встановлення ціни

№	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	500 у.о./од. (UDC)	-	Високий	Н.50 у.о. – В.240 у.о.
2	200 у.о./од. (повна буферизація)	-	Високий	Н.50 у.о. – В. 50+180 у.о./од.

Таблиця 4.20 - Формування системи збуту

№	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту

		постачаль- ник товару		
1	Орієнтована на раціональне використання ресурсів	Поставки якісного товару	Середня	Залучена система збуту
2	Орієнтована на кількісне охоплення ключових точко мережі	Можливість поставки великих кількостей в малий термін	Значна	Залучена система збуту

Таблиця 4.21 - Концепція маркетингових комунікацій

№	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонуван- ня	Завдання рек-ламного пові- домлення	Концепція рекламного звернення
1	Зацікавле- ність в якісному продукті з раціональ- ним використан- ням ресурсів	Мережні ресурси	Гарантова- ність якості та стандарти- зація, політика сервісності	Зацікавити у покращен- нях пов'язаних із зростаючою популярніс- тю послуг	Представле ння центру синхроніза ції відправною точкою на шляху до над



					якісного контенту
2	Зацікавленість у великій кількості продукту із дотриманням умов якості	Мережні ресурси	Глибина каналу постачальників, гарант якості	Зацікавити у позитивних сторонах первісності та в глибині каналу постачання	Представлення послуг центру синхронізації єдиним раціональним шляхом у забезпеченні стабільної якості

#### **Висновки розділу 4**

У даній роботі розроблено приклад економічної оцінки проекту модуля для роботи з перспективним зображенням. Запропонована модель оцінки трудомісткості та рентабельності створюваного проекту, розрахунок витрат на розробку та реалізацію.

Проект є перспективним, адже основними групами клієнтів є гіганти кіноіндустрії, застосувавши достатню кількість реклами продукт може зайняти своє місце у пост продакшні. Конкурентноспроможність проекту обумовлена відсутністю аналогів і наявністю лише товарів заміників, що, власне, і є основним бар'єром входження на ринок.

Імплементація проекту доцільна оскільки рентабельність та зацікавленість потенційних груп клієнтів створює досить сприятливі умови для розвитку проекту.

## **ВИСНОВКИ**

В магістерській дисертації досліджено методи роботи з перспективним зображенням, визначено основні види перспективи. Отримано навички роботи з зображенням та відеофрагментами в програмі NukeX. Розроблено власну методику по роботі зі зміни розташування конкретного об'єкту в кадрі зі збереженням його пропорцій, досліджено спотворення що можуть проявитись як під час зйомки, так і при роботі з футажем. Розроблено нодову модель та визначено послідовність роботи з нодами для досягнення максимально якісного результату при роботі з перспективними зображеннями. За результатами моделювання та проведеного дослідження можна відмітити наступне.

1. Під час аналізу особливостей роботи та аналізу перспективного зображення було вивчено методи побудови, види перспектив та особливості кожного окремого випадку. Досліджено як змінюються пропорції об'єктів відносно розташування камери. Визначено вплив перспективи на сприйняття експозиції та способи досягнення відчуття глибини зображення.

Розглянуто методи побудови перспективного зображення для глибшого розуміння принципів роботи людського зору та реалістичного відображення реальності. Визначено основні методи досягнення глибини картинки в плоскому кадрі, розглянуто їх недоліки та переваги.

2. Досліджено особливості створення перспективної проекції та перспективного відбиття в кінокадрі. В результаті аналізу визначено можливості та способи відтворення зображення. Досліджено методику побудови та трансформації відносно різних площин.

Визначено причини деформації зображення та можливості усунення артефактів за допомогою програмного софту. Досліджено як викривлення можуть негативно вплинути на сприйняття кадру та змінити пропорції об'єктів. Проведено роботу для демонстрації перетворення спотвореного зображення до вигляду правильних візуальних пропорцій без додавання зайвих артефактів.

3. Запропонована методика на основі програмних інструментів спеціалізованої програми NukeX з переміщення частини зображення ближче до камери, і під час роботи було виділено декілька основних проблем: пропорції перенесеного зображення не відповідають дійсності, лінія горизонту та кут перспективи може відрізнятись в залежності від положення елемента в кадрі, спотворення при переміщенні віддалених об'єктів. Для захоплення потрібної частини зображення використано ноду CornerPin (призначена для відображення чотирьох кутів послідовності зображень до або з позицій, отриманих з даних відстеження.), для досягнення реалістичного розміру об'єкта - Reformat (дозволяє змінити розмір та змінити послідовність зображень у інший формат - ширину та висоту), RotoPaint (векторний вузол для допомоги у таких задачах, як ротоскопінг) щоб мінімізувати спотворення та нода Crop (дозволяє вирізати небажані ділянки області зображення), за допомогою якої ми виділяємо потрібний елемент. Об'єднати виконані маніпуляції та побачити результат дозволяє нода Merge (дає змогу скласти кілька зображень разом). Досліджено вплив різних налаштувань на початкове зображення, їх можливості та методи роботи. Визначено послідовність дій для зміни положення зображення в просторі зі збереженням його пропорцій та мінімальними спотвореннями.

Застосовано знання з побудови перспективи, що було розглянуто в першому та другому розділі. Засобами Nike X було збережено положення горизонту та пропорції перенесеної частини зображення.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Н.Н. Красильников, *Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений: учебное пособие* — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2011.
2. Е. Никулин, *Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики.* — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2005.
3. P. Shirley, S. Marschner, *Fundamentals of computer graphics* — Massachusetts: CRC Press, 2009 — 785 p.
4. Steve Wright, *Digital Compositing for film and video* — New York and London:Routledge, 2018 — 1043p.
5. Е. Тучкевич, *Adobe Photoshop CC2019. Мастер-класс Евгении Тучкевич* — Санкт-Петербург:БХВ-Петербург, 2020 — 496.
6. Р. Прокди, М. Финков, *Photoshop. Полное руководство* — Москва:Наука и техника, 2019 — 464.
7. Cher Threinen-Pendarvis, *The Photoshop and painter artist tablet book: creative techniques in digital painting* — London:Peachpit Press, 2006 — 256p.

8. М.Н. Макарова, *Практична Перспектива: учбовий посібник* — Москва, ул. Мартеновская, 3, 2015 — 165.
9. С.Н. Рожков, Н.А. Овсяннікова *Стереоскопія в кіно-, -відео та відеотехніці: термінологічний словник*. Москва: Видавництво «Парадіз», 2013 — 25.
10. Деформація перспективи, електронний ресурс URL:  
*<https://helpx.adobe.com/ua/photoshop/using/perspective-warp.html>*

ДОДАТОК А  
**ABSTRACT**

Recently, modification of photos or videos to improve them has become very popular. And if the usual operations such as blurring, highlighting, contrast adjustment, or filtering are quite simply solved pixel by pixel and morphological operations, the transfer of part of the image still causes problems. To preserve the depth of the image, methods are used that usually make it impossible to change the position of the elements in the frame, so it is necessary to investigate and develop a method of changing the perspective image and eliminating distortions.

The purpose of the dissertation is to study the types of perspectives and methods of their construction. Investigation of the nature of the appearance of distortions during the change of position of a part of the image in space and nonlinear distortions. Methods for achieving image depth and volume.

To achieve this goal it is necessary to perform the following tasks:

- explore the features and objectives of different types of perspective images;
- explore the features of changing the position of the image element in space;
- explore approaches to processing promising images in Nuke X;

- develop instructions for changing the position of a part of the image and eliminating distortions that may occur both during processing and at the time of shooting.

The object of research is perspective images taken on modern film cameras.

The subject of the study is the level of image distortion of the original frames and methods of their elimination by means of NukeX software.

Research methods: analysis of types and methods of construction of perspective images, types and origin of perspective distortions and methods of their elimination.

Wide-angle camera lenses are known to distort perspective when the camera is tilted. This may be due to the structure of the lens, which is determined by the distortion of the lens. To correct these distortions, it is recommended that the camera be held at a 90-degree angle to the subject. In the case of nature photography, landscapes, this requirement can be met. Another thing when shooting tall buildings. Here you can use image processing programs to eliminate distortion, which will be discussed below. And sometimes, to eliminate distortion, you can use the shooting technique, which is to change the zoom of the camera by changing the focal length of the zoom.

On the other hand, it is known from practice that promising distortions are most pronounced when shooting with short-focus lenses at close range. In some cases, there is a need to correct future distortions. This is not always possible, but in some cases it is quite easy to do. For example, if the picture is taken incorrectly, as shown in Fig. 2.1, to eliminate promising distortions, it is necessary to correct keystone distortions, and then restore the correct ratio of height and width of the image.

These types of distortions in the study can be reduced using the tool Crop (Frame) graphics editor Photoshop. Next, we present an algorithm of actions that allow to get rid of promising distortions in the analysis of visual material. Therefore, for this purpose it is necessary to select all images with the Crop tool, and then in the top panel to select the Perspective check box. Then place the Crop tool markers on the corners of the distorted image, and press <Enter>. Next, you need to set the correct ratio of the height of the image to its width, which must be known in advance. You can use the

Image | option for this purpose Image Size with the Constrain Proportions flag removed. The result of the correction is shown in Fig.2.2. Unfortunately, this simple correction method cannot always be applied in cases where the image is dynamic with a large number of small elements.

Another way to eliminate perspective distortion and distortion when capturing an image is to use the Adaptive Wide Angle Tool in Photoshop. It is especially useful when shooting images, where it is necessary to ensure that the lines of buildings when shooting from below remain vertical. This tool is in the filters menu of FILTER> ADAPTIVE WIDE ANGLE. Selecting this tool opens an additional image window, where a window called Correction will be displayed on the right. Below this image is a slider and a list of options - perspective, "fish eye" and "auto" mode. In fact, these are built-in software plug-ins that allow the built-in mathematical algorithm to improve the frame of the image. To correct the walls of the building, the developers of Photoshop within the Adaptive Wide Angle Tool on the left side suggest using the standard Constraint Tool. The operation of this tool is to perform the following sequence of actions. First, move the cursor to one of the vertical lines of the building, which is the subject of perspective shooting. Then you need to draw a line down the wall. At the bottom of the line you can see a square, and by right-clicking on it, three options will be available: horizontally, vertically or arbitrarily. These are the three ways to correct the line. The consequence of such a correction may be that other lines will be distorted in the frame. To avoid this, you should reuse the described tool for these lines as well. The practical algorithm, within the limits of the carried-out research, on correction of perspective distortions of this type at shooting of high-rise buildings from a surface of the earth, as a rule, consists of correction of 4-5 lines. In this case, the horizontal lines in the frame can be shifted, which also need to be adjusted in a similar way.

Research of methods and principles of achieving image depth. Detailed review and practical application of Nuke X software tools.

Scientific novelty of the obtained results:



- 1) the main types of perspective images and methods of their construction are researched and determined;
- 2) developed a method of changing the position of the image element in the frame and setting the appropriate tools in the program Nuke X;
- 3) the nature of image distortions is studied for methods of their elimination by the possibilities of the Nuke X program.

Practical significance of the obtained results: the results of the work can be used in the shooting and processing of promising images in the film industry.

Work was done to move part of the image closer to the camera, several main problems were identified during the work: the proportions of the transferred image do not correspond to reality, the horizon line and perspective angle may differ depending on the position of the element in the frame, distortion when moving distant objects. To capture the desired part of the image used a node CornerPin (designed to display the four corners of the sequence of images to or from positions obtained from the tracking data.), To achieve a realistic size of the object - Reformat (allows you to resize and change the sequence of images and height), RotoPaint (a vector node to help with tasks such as rotoscoping) to minimize distortion and Crop node (allows you to cut out unwanted areas of the image area), with which we highlight the desired element. Merge node allows you to combine the performed manipulations and see the result (allows you to put several images together). The influence of different settings on the initial image, their capabilities and methods of work is investigated. The sequence of actions for changing the position of the image in space with the preservation of its proportions and minimal distortion is defined.

The knowledge on construction of the perspective which was considered in the first and second sections is applied. Nuke X saved the position of the horizon and the proportions of the transferred part of the image.