

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Комп'ютерних наук
(повна назва)

Кафедра _____ Медіасистеми та технології
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти _____ другий (магістерський)
(рівень вищої освіти)

_____ Дослідження процесу розробки коміксів в напівреалістичному стилі
(тема)

Виконав:

здобувач 2 року навчання

групи _____ КТСВПВм-24-1



_____ Софія КУЗНЕЦОВА

(власне ім'я, прізвище)

Спеціальність _____ 186 Видавництво та поліграфія
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми _____ Освітньо-професійна

Освітня програма

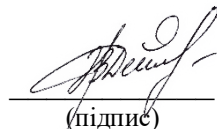
_____ Комп'ютерні технології та системи

_____ видавничо-поліграфічних виробництв

Керівник _____ проф. Нонна КУЛІШОВА

(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту
Завідувач кафедри МСТ



(підпис)

_____ Жанна ДЕЙНЕКО

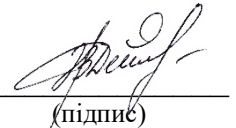
(власне ім'я, прізвище)

2025 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
Кафедра Медіасистеми та технології
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність 186 Видавництво та поліграфія
Тип програми Освітньо-професійна
Освітня програма Комп'ютерні технології
та системи видавничо-поліграфічних виробництв
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедри МСТ



(підпис)

« 03 » листопада 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

здобувачеві Кузнєцовій Софії Володимирівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження процесу розробки коміксів в напівреалістичному стилі

затверджена наказом по університету від 03 листопада 2025 р. № 988 Ст

2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії 15 грудня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи

методи та принципи створення напівреалістичних коміксів; Adobe Photoshop; Clip Studio Paint EX; Midjourney; Nano Banana Pro; сторіборд; 3D-моделі.

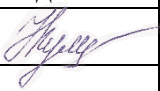
4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі

Аналіз завдання на кваліфікаційну роботу; опис об'єкту дослідження; огляд та аналіз літератури за темою дослідження; визначення напівреалістичних коміксів; визначення ключових завдань; визначення гіпотези дослідження; розробка пайплайнів; створення зразків коміксів із вимірюванням часу; опис експерименту; визначення критеріїв для оцінювання; пошук найкращої альтернативи методом аналізу ієрархій; надання рекомендацій до впровадження засобів у роботу; розрахунок витрат на розробку дослідження, оцінка результатів науково-дослідної роботи, визначення економічної ефективності результатів роботи; Висновки; Додаток.

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій

Мета та задачі дослідження; Актуальність роботи; Огляд стану коміксів у сьогоденні; Огляд програмних засобів; Постановка задачі дослідження; Основна гіпотеза; Розробка пайплайнів; Опис експериментального дослідження; Пошук найкращого пайплайну методом аналізу ієрархій; Рекомендації щодо впровадження оглянутих засобів у роботу; Економічна частина; Висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Основна частина	проф. Кулішова Н.Є.		10.12.2025
Економічна частина	доц. Потій О.О.		09.12.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН


№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Визначення актуальності, мети і завдань кваліфікаційної роботи	06.11.2025	виконано
2	Аналіз літератури відповідно до завдання дослідження	12.11.2025	виконано
3	Опис ознак напівреалістичних коміксів	17.11.2025	виконано
4	Формулювання основної гіпотези	22.11.2025	виконано
5	Опис умов до експериментального дослідження	27.11.2025	виконано
6	Проведення експериментального дослідження (створення зразків коміксу з різними пайплайнами) з вимірюванням часу	28.11.2025-04.12.2025	виконано
7	Пошук найкращого пайплайну методом аналізу ієрархій	05.12.2025	виконано
8	Аналіз результатів експериментального дослідження	05.12.2025	виконано
9	Рекомендації щодо впровадження пайплайнів	06.12.2025	виконано
10	Економічна частина	07.12.2025	виконано
11	Оформлення пояснювальної записки	10.12.2025	виконано
12	Оформлення графічної частини	13.12.2025	виконано

Дата видачі завдання 03 листопада 2025 р.

Здобувач


(підпис)

Керівник роботи


(підпис)

проф. Нонна КУЛІШОВА
(посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 75 с., 15 табл., 45 рис., 1 дод., 27 джерел.

КОМІКСИ, ПОСЛІДОВНІ ЗОБРАЖЕННЯ, ФРЕЙМИ, ГЕНЕРАТИВНИЙ ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ, ADOBE PHOTOSHOP, CLIP STUDIO PAINT, MIDJOURNEY, NANO BANANA, ПАЙПЛАЙН.

Робота присвячена дослідженню процесів створення напівреалістичних коміксів з використанням різних програмних засобів і пайплайнів. Метою магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності процесу створення коміксів у стилі напівреалізму з використанням спеціалізованого Clip Studio Paint та генеративних ШІ Midjourney та Nano Banana у порівнянні з класичним графічним редактором Adobe Photoshop, а також пошук найбільш ефективного пайплайну методом аналізу ієрархій, формування низки практичних рекомендацій щодо впровадження інструментів у роботу.

У роботі представлено детальний опис та аналіз розглянутих інструментів, основних етапів створення коміксів, а також розроблено власні пайплайни з використанням новітніх сервісів генеративного штучного інтелекту. Заміряно час, що пішов на створення зразка коміксу з різними пайплайнами, проведено пошук рішення методом аналізу ієрархій із залученням художників-експертів, виявлено кращі альтернативи та оцінено економічну ефективність дослідження.

ABSTRACT

Explanatory note of qualification work: 75 p., 15 tabl., 45 pic., 1 app., 27 sources.

COMICS, SEQUENTIAL IMAGES, FRAMES, GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE, ADOBE PHOTOSHOP, CLIP STUDIO PAINT, MIDJOURNEY, NANO BANANA, PIPELINE.

This work is devoted to researching the processes of creating semi-realistic comics using various software tools and pipelines. The aim of the master's thesis is to improve the efficiency of the process of creating comics in the semi-realistic style using specialized Clip Studio Paint and generative AI Midjourney and Nano Banana in comparison with the classic graphic editor Adobe Photoshop, as well as to find the most effective pipeline using hierarchy analysis and to formulate a set of practical recommendations for implementing the tools in practice.

The work presents a detailed description and analysis of the tools considered, the main stages of comic book creation, and develops proprietary pipelines using the latest generative artificial intelligence services. The time spent on creating a sample comic with different pipelines was measured, a solution was sought using the hierarchy analysis method with the involvement of expert artists, the best alternatives were identified, and the economic efficiency of the study was assessed.

ЗМІСТ

	С.
СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧКИ.....	8
ВСТУП.....	9
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	11
1.1 Комікси в сьогоденні.....	11
1.2 Огляд сучасних інструментів розробки коміксів.....	13
1.3 Постановка задачі дослідження.....	15
2 ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ КОМІКСІВ.....	17
2.1 Adobe Photoshop	17
2.2 Clip Studio Paint	18
2.3 Midjourney	23
2.4 Nano Vanana	30
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	32
3.1 Визначення мети та завдань експериментального дослідження.....	32
3.2 Визначення критеріїв для оцінювання	33
3.3 Процес розробки коміксу з використанням Adobe Photoshop	34
3.4 Процес розробки коміксу за допомогою Clip Studio Paint	36
3.5 Комбінований пайплайн на базі Clip Studio Paint + Midjourney	38
3.6 Комбінований пайплайн на базі Clip Studio Paint + Nano Vanana.....	43
3.6 Результати експерименту	47
3.7 Оцінка роботи методом аналізу ієрархій	49
3.8 Висновки з експерименту і оцінювання.....	56
4 ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАСОБІВ	57
4.1 Інструменти Clip Studio Paint.....	57
4.2 Midjourney	58
4.3 Nano Vanana	59
4.4 Загальний висновок	60

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	63
5.1 Характеристика науково-дослідного рішення	63
5.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата	63
5.3 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР	65
5.4 Оцінка результатів НДР	68
5.5 Визначення економічної ефективності результатів НДР	70
ВИСНОВКИ	71
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	73
ДОДАТОК А Зразки коміксів	76

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧКИ

Фрейм – комірка, в якій розміщується зображення.

Бабл – «хмарка», в якій розташовано текст або мову персонажів.

Гаттер – простір між фреймами.

Таєр – рядок фреймів.

Лайн-арт (lineart) – лінійний малюнок, що окреслює межі форм предметів.

Флет-колір (flat color) – заливка боків предметів суцільним кольором.

Cel shading – коли предмет має світлі та темні ділянки, але вони доволі окреслені.

Soft shading – світло, тінь і тон переходять одне в інше градієнтом.

Сторіборд (storyboard) – розмітка змісту фреймів. Може включати приблизні обриси розташування персонажів та оточення, кольорову палітру, світлотінь. Використовується при створенні анімації, кінофільмів та інших медіа.

Референс – допоміжне зображення, певні деталі якого використовуються як зразок при створенні нового зображення.

Пайплайн – послідовність процесів і етапів, що застосовуються при роботі.

ВСТУП

Уже багато років комікси є популярною формою мистецтва, що дозволяє розповідати історії у візуальному форматі. Вони мають прихильників різного віку, статі, захоплень та походження. В Україні в останні роки простежується зріст кількості коміксів, що видаються, а також любительських проєктів, що розміщуються зокрема у мережі Інтернет, і взагалі інтерес до українських коміксів зростає.

Сучасні графічні редактори, такі як Adobe Photoshop або Illustrator, звичайно, є досить зручними для роботи з графікою, але коміксові видання є доволі нішевою сферою вимагають більш глибокого підходу до свого створення з використанням сучасних спеціалізованих інструментів.

За останні кілька років світ мистецтва суттєво змінився з появою інструментів, що використовують так званий генеративний штучний інтелект, що дозволяє генерувати текст, зображення та інші медіа-матеріали, при цьому не вимагаючи від користувача певного рівня знань і умінь в області створення мистецтва. Поява цих засобів викликала великий інтерес у людей, що працюють у сфері створення контенту, як інструменти, що дозволяють зберегти багато часу та матеріальних ресурсів з мінімальним залученням відповідних спеціалістів.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності процесу створення коміксів у стилі напівреалізму з використанням спеціалізованого Clip Studio Paint та генеративних ШІ Midjourney та Nano Banana у порівнянні з класичним графічним редактором Adobe Photoshop, а також дослідження методики оцінки ефективності. Під час дослідження враховуються не тільки об'єктивні показники (час на створення), але й суб'єктивні, для чого застосовується метод аналізу ієрархій.

Актуальність теми кваліфікаційного дослідження полягає в тому, що попит на комікси як на періодичне медіа зростає, відповідно зростає і потреба у пошуку найкращих пайплайну та інструментів для роботи над ними.

Об'єктом дослідження є технології розробки та впровадження спеціалізованих інструментів для створення напівреалістичних коміксів.

Предмет дослідження – пайплайни з використанням спеціалізованого програмного забезпечення та генеративного ШІ для створення коміксів, які б полегшили роботу над ними і дозволили краще використовувати ресурси, при цьому підвищуючи якість продукту та пропонуючи легкість у користуванні.

Для досягнення поставленої мети в ході виконання кваліфікаційної роботи магістра слід вирішити такі завдання:

- провести аналіз інформаційних джерел, що охоплюють предметну область застосування спеціалізованих засобів для створення графіки;
- провести аналіз особливостей застосування інструментів Adobe Photoshop, Clip Studio Paint, Midjourney та Nano Banana;
- проаналізувати існуючі вимоги щодо роботи над коміксами;
- провести експеримент, створивши одну і ту саму главу коміксу в різних програмах, при цьому замірявши витрачений час;
- проаналізувати переваги та недоліки обраних програм і інструментів;
- за допомогою методу аналізу ієрархій виконати оцінку ефективності кожного з способів;
- на основі результатів експерименту та оцінювання дати рекомендації щодо впровадження оглянутих інструментів у роботу;
- обґрунтувати економічну доцільність наукового дослідження.

Теоретична значущість цього дослідження полягає в зборі і систематизації інформації, що необхідна для якісного опрацювання у ході експерименту.

Практична значущість кваліфікаційної роботи полягає в застосуванні отриманих знань для розробки та вдосконалення процесів роботи над коміксом, робота може бути використана в інформаційних цілях для ознайомлення з ефективністю впровадження описаних інструментів.

Для досягнення мети були використані такі методи дослідження, як аналіз літературних джерел, систематизація зібраного за темою матеріалу, виявлення структури, проектування, практичне опрацювання.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Комікси в сьогоденні

Олівер Непель в одній зі своїх праць дає таке визначення: «Комікс – це своєрідне графічно-оповідне утворення, яке містить в собі складові обох вищевказаних мистецтв та усвідомлено сприймається як окреме самобутнє медійне явище. Це єдність мальованих або інших зображень, які з'являються у певній просторовій послідовності та формують у глядача певне естетичне сприймання поданої інформації» [1].

У науковому просторі чітка класифікація коміксів як така відсутня, але можна виділити такі основні види, як власне американські або європейські комікси, японська манга, південнокорейська манхва. В Україні ж всі комікси прийнято називати мальописами. Також існує жанр графічних романів.

Коли кілька десятиліть тому Інтернет почав переходити зі стану чогось такого, де сидять тільки люди зі «спеціальними знаннями та вміннями», до більш загальнодоступного простору, студії і компанії, що займалися випуском коміксів (Marvel, DC, Dark Horse та інші), змогли розширити свою аудиторію за допомогою продажів коміксів в електронному форматі. Незалежні ж художники отримали можливість легше ділитися своїми творами онлайн та монетизувати свою роботу або самостійно через привабливості прихильників, наприклад, через соцмережі, або через такі платформи, як WEBTOON [2].

Згідно з дослідженням Cognitive Market Research, обсяг світового ринку коміксів у 2024 році становитиме 10,67 млрд доларів США і з 2024 по 2031 рік зростатиме із середньорічним темпом зростання (CAGR) 7,69%, з яких Північна Америка займала основну частку ринку, що становила понад 40% світового доходу, з обсягом ринку 60,85 млрд доларів США у 2024 році [3].

Щодо вебкоміксів, згідно з дослідженням Fortune Business Insights у 2024 році обсяг світового ринку веб-коміксів оцінювався в 7,63 млрд доларів

США. За прогнозами, у 2025 році обсяг ринку становитиме 8,17 млрд доларів США, а до 2032 року досягне 13,04 млрд доларів США, демонструючи середньорічний темп зростання (CAGR) на рівні 6,89% протягом прогнозованого періоду. Азіатсько-Тихоокеанський регіон домінував на ринку веб-коміксів із часткою ринку 48,75% у 2024 році [4].

Змінилися методи поширення продукту, змінився, а точніше, набув нового втілення і сам продукт. З'явилися так звані vertical scroll comics – комікси, що читають не перемикаючись між сторінками, а прогортаючи, ніби стрічку соціальної мережі. Як приклад можна навести вебкомікс Lore Olympus [5] Рейчел Смайт, який за 6 років існування і активного розвитку на платформі WEBTOON набрав 1,4 млрд переглядів, ставши одним із найпопулярніших вебкоміксів, зокрема завдяки своєму унікальному стилю. Кілька років тому Lore Olympus вийшов друком в українському видавництві Vivat під назвою «Пристрасті Олімпу», що свідчить про потенціал коміксів як у електронному, так і друкованому вигляді. Також можна зробити загальний висновок, що навіть маючи невеликий бюджет та команду, або взагалі працюючи наодинці, можливо просувати свій твір і отримувати за це гроші.

В Україні на 2025 рік періодичні комікси відсутні, принаймні вони не представлені великими видавництвами. Натомість за останні роки вийшло декілька графічних романів [6], переважно на патріотичну тематику. Багато з них спрямовані на західну аудиторію, що є гарним способом просування української культури через мистецтво.

Необхідно максимально оптимізувати роботу над випуском. Одним з найбільш затратних за часом процесів є створення безпосередньо самого візуального ряду. Саме тому є доцільним дослідження інструментів і пайплайнів, що робили б роботу над коміксом легше і швидше, залишаючи при цьому можливість для легкого редагування всіх елементів на будь-якому етапі роботи.

1.2 Огляд сучасних інструментів розробки коміксів

Інструменти роботи над коміксами впродовж всього існування цього медіа змінювалися: на заміну аркушам паперу і туші прийшли графічні планшети і комп'ютерні програми. Сьогодні існує безліч програм для роботи з графікою, і обізнаність у одному графічному редакторі часто дає змогу перемикатися на інші схожі.

Adobe Photoshop [7] – це професійний графічний редактор, що використовується для створення, редагування й обробки растрових зображень. Програма пропонує широкий набір інструментів: ретушування фото, робота з шарами, масками, фільтрами, корекцією кольору та ефектами. Photoshop підходить як для фотографів і дизайнерів, так і для художників завдяки підтримці цифрового малювання, 3D-елементів і смарт-об'єктів. Це стандарт індустрії для створення графіки, макетів, рекламних матеріалів та веб-дизайну, відомий своєю гнучкістю та широкими можливостями.

Через свою репутацію і гарну обізнаність багатьох людей, що працюють із обробкою зображень, Photoshop, мабуть, є першою програмою, про використання якої можна було б подумати при підготовці до роботи над коміксами. Однак він має декілька недоліків: відсутність інструментів для створення фреймів та баблів. Звичайно, можна було б скористатися, наприклад, Adobe Illustrator для більш гнучкої роботи з цими елементами, але такий варіант займає більше часу і все ж не є дуже зручним.

Clip Studio Paint [8] – це графічний редактор, спеціально створений для цифрового малювання, ілюстрацій, коміксів та анімації. Програма вирізняється природною імітацією пензлів, широкими можливостями налаштування інструментів і підтримкою векторної графіки для чистих контурів. Має зручні функції для створення манги: рамки, панелі, текстові бульбашки та 3D-моделі для референсів. Підтримує анімацію покадровим методом. Clip Studio Paint популярний серед ілюстраторів та коміксистів завдяки гнучкості, точності та оптимізації для роботи зі стилусом.

Ця програма користується великою популярністю особливо на своїй батьківщині – Японії, але має багато прихильників і серед світової аудиторії. Всі пензлі, які можна було б використовувати в Adobe Photoshop, сумісні і з Clip Studio. До того ж програма може відкривати формат .psd та .obj, що є дуже корисним при більш об'ємній роботі з зображеннями.

Ще однією особливістю Clip Studio Paint є власний маркет матеріалів (асетів), де представлені пензлі, окремі 3D-моделі і цілі сцени тощо. Є як безкоштовні, так і платні матеріали. Після завантаження вони доступні у робочому просторі на боковій панелі.

Наступні сервіси не призначені безпосередньо для розробки коміксів, але їхня актуальність спонукає розглянути їх у цьому контексті в кваліфікаційній роботі.

Midjourney [9] – це генеративний інструмент штучного інтелекту, що створює зображення на основі текстових запитів. Працює через Discord-бота та вебсайт, де користувач вводить промт і отримує кілька варіантів зображень. Virізняється художнім стилем і здатністю генерувати деталізовані, виразні роботи. Підтримує різні стилі та параметри варіації результатів.

Зручний для концепт-арту, дизайнерських пошуків, рекламних візуалів і натхнення. Дозволяє уточнювати промт, робити апскейл, варіації та покращення зображень. Швидкість генерації залежить від міри завантаженості сервісу і рівня підписки. На більш високих рівнях можна обирати між режимами Relax, Fast, Turbo. На найнижчому рівні Relax недоступний. За замовченням обраний режим Fast, режим Turbo ж дозволяє генерувати зображення швидше, але витрачає більше GPU часу, який є обмеженим.

Nano Banana [10] – це сучасний онлайн-сервіс штучного інтелекту для генерації та редагування зображень на основі текстових команд та референсних фото. Він дозволяє користувачам просто описати словами бажані зміни або нове зображення, а ШІ автоматично створює або трансформує картинку відповідно до запиту. Остання версія Nano Banana показала високі рівень реалізму створюваних зображень.

Nano Banana редагує завантажені фото за командою (зміна фону, деталей, стилю тощо), об'єднує кілька зображень у єдину композицію. Робота проходить через текстові запити (натуральна мова). Середня швидкість обробки зображення становить 10-30 секунд.

Перелічені сервіси ШІ є зручними для користувачів без навичок у обробці зображень. Однак можуть бути присутні так звані артефакти, тобто недосконалості і помилки, яких людина навряд чи допустилася б.

1.3 Постановка задачі дослідження

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності процесу створення коміксів у стилі напівреалізму з використанням спеціалізованого Clip Studio Paint та генеративних ШІ Midjourney та Nano Banana у порівнянні з класичним графічним редактором Adobe Photoshop, а також дослідження методики оцінки ефективності. Під час дослідження враховуються не тільки об'єктивні показники (час на створення), але й суб'єктивні, для чого застосовується метод аналізу ієрархій.

Актуальність теми кваліфікаційного дослідження полягає в тому, що попит на комікси як на періодичне медіа зростає, відповідно зростає і потреба у пошуку найкращих пайплайну та інструментів для роботи над ними.

Основна гіпотеза дослідження полягає в тому, що використання новітніх спеціалізованих програм і інструментів може підвищити ефективність роботи над коміксами у стилі напівреалізму.

Для перевірки сформульованої гіпотези пропонується експериментальне порівняння часу роботи з різним програмним забезпеченням, а також метод аналізу ієрархій для визначення найбільш ефективного пайплайну.

Об'єктом дослідження є технології розробки та впровадження спеціалізованих інструментів для створення напівреалістичних коміксів.

Предмет дослідження – пайплайни з використанням спеціалізованого програмного забезпечення та генеративного ШІ для створення коміксів, які б

полегшили роботу над ними і дозволили краще використовувати ресурси, при цьому підвищуючи якість продукту та пропонуючи легкість у користуванні.

Для досягнення поставленої мети в ході виконання кваліфікаційної роботи магістра слід вирішити такі завдання:

- провести аналіз інформаційних джерел, що охоплюють предметну область застосування спеціалізованих засобів для створення графіки;
- провести аналіз особливостей застосування інструментів Adobe Photoshop, Clip Studio Paint, Midjourney та Nano Banana;
- проаналізувати існуючі вимоги щодо роботи над коміксами;
- провести експеримент, створивши одну і ту саму главу коміксу в різних програмах, при цьому замірявши витрачений час;
- проаналізувати переваги та недоліки обраних програм і інструментів;
- за допомогою методу аналізу ієрархій виконати оцінку ефективності кожного з способів;
- на основі результатів експерименту та оцінювання дати рекомендації щодо впровадження оглянутих інструментів у роботу;
- обґрунтувати економічну доцільність наукового дослідження.

2 ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ КОМІКСІВ

Більшість коміксів (окрім японської манги) прийнято читати так само, як і книжки – зліва направо, згори донизу.

Сторіборд є основою візуальної складової коміксу. Частіше, щоправда, використовується *thumbnailing*, тобто швидкі малюнки. Але в даному контексті вони є синонімічними.

На сторіборді може показуватися зміст фреймів, композиція, розміщення об'єктів та персонажів, ефекти, кольорова гама, бабли. Загальна структура не тільки дозволяє досягти певної візуальної сталості, але й передати певні емоції та атмосферу до читача, більше захоплюючи його увагу.

Документ для створення вебкоміксу має мати мінімум 600 пікселів за шириною і декілька тисяч пікселів за довжиною (в залежності від платформи розміщення).

Зображення в напівреалістичних комікси, як правило, складається з декількох шарів: лайн арт (лінійний малюнок), флет-колір (заливка елементів основним кольором), *cel shading* (світлотінь або інші ефекти накладається мазками з чіткими гранями), *soft shading* (кольори плавно переходять один в інший). Елементи цього переліку є опціональними та можуть різнитися від власних пайплайнів художника.

Програмні засоби для розробки коміксів мають пропонувати зручні інструменти для створення візуального ряду, роботи з фреймами, бути інтуїтивно зрозумілими у користуванні, мати інструменти для постобробки зображень. Обов'язкова наявність інструментів вільного малювання та шарів.

2.1 Adobe Photoshop

Програмне забезпечення пакету Creative Cloud, що вже десятиліттями є стандартом для роботи з растровою графікою. Photoshop використовується в

багатьох індустріях. Так само в ньому можливо і створення коміксів. Нижче наведено інструменти, які можуть стати в нагоді при роботі.

Зразки. Дозволяє створювати зразки кольорів (рис. 2.1), що може знадобитися при роботі з кольором. Можна додати основні кольори персонажів, оточення, світлотіні.

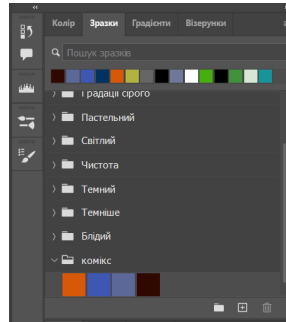


Рисунок 2.1 – Зразки кольору

Смарт-об'єкт. Смарт-об'єкти – це спеціальні шари в Photoshop, що зберігають вихідні дані зображення у незмінному вигляді. Вони дозволяють редагувати зображення без втрати якості та гнучко працювати з масштабуванням, трансформацією і фільтрами. Смарт-об'єкти можуть містити зовнішні файли, які оновлюються у документі при зміні джерела. В контексті роботи над коміксами можуть бути використані як фрейми, аби мати змогу переглядати весь комікс одразу, а не окремими зображеннями.

Головним плюсом Photoshop є те, що це – програма-стандарт для роботи з зображеннями, з якою знайомі більшість художників, дизайнерів тощо.

Головним мінусом є відсутність окремих інструментів для створення і налаштування елементів, які є ключовими для коміксів (фрейми, бабли).

Місячна підписка складає 11,03 доларів.

2.2 Clip Studio Paint

Програмне забезпечення японської компанії Celsys, популярне серед японських мангак та західних художників для створення ілюстрацій, коміксів та

анімацій. Має плани підписки PRO та EX, на останній доступно більше функцій і вона більше підходить для створення коміксів. Також наявна велика колекція безкоштовних та платних матеріалів (3D-моделі, текстури, пензлі тощо).

Головним недоліком є недостатня оптимізація, наприклад, віддзеркалення навіть невеликого документу займає більше часу, ніж у Photoshop.

Місячна підписка плану EX коштує 8,99 доларів. Також кожен місяць начисляється 400 clipru (валюта, за яку можна придбати матеріали).

Розглянемо інструменти, що відрізняють Clip Studio Paint від Adobe Photoshop та суміжних програм, і які прийшли б у нагоді при створенні коміксів.

Інструмент Border (рис. 2.2) призначений для створення фреймів геометричної або довільної форми. Можна налаштовувати товщину та стиль кордону до і після створення фрейму. Разом із фреймом створюється і папка з шарами.

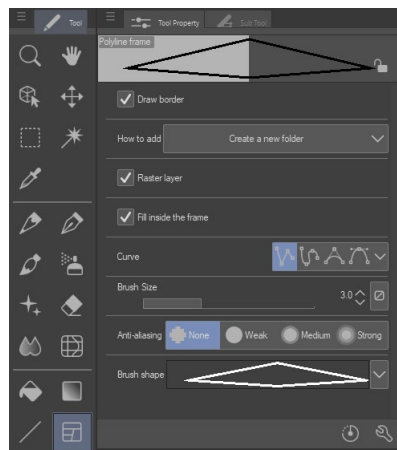


Рисунок 2.2 – Інструмент Border

Balloon. Дозволяє створювати баблї (рис. 2.3). Список налаштувань схожий на Border. При обраному інструменті Text можна писати прямо у баблї.

Vector Layer. Працює не як класичний вектор, тобто замість інструменту Перо можна використовувати растровий Пензлик. Дозволяє редагувати вже намальовані лінії, тоді як стандартні растрові шари записують інформацію про шар за допомогою пікселів, векторні шари записують початкову точку, кінцеву точку та кривизну кожної лінії. Це дозволяє збільшувати та масштабувати лінії без втрати якості зображення. Лінії, намальовані у

векторному форматі, складаються з «шляху» та «контрольних точок». Можна використовувати їх, щоб редагувати вже намальовані лінії, наприклад, змінювати кінчик пензля чи розмір пензля, або коригувати форму ліній за допомогою ручок і контрольних точок. За допомогою інструменту Correct Line можна змінювати векторні лінії (рис. 2.4).

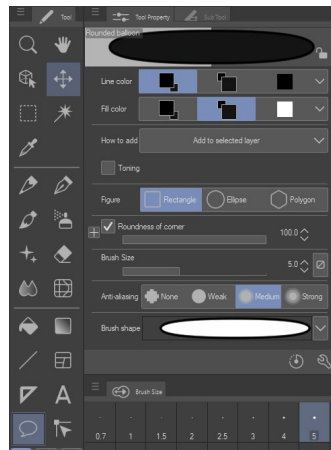


Рисунок 2.3 – Інструмент Balloon

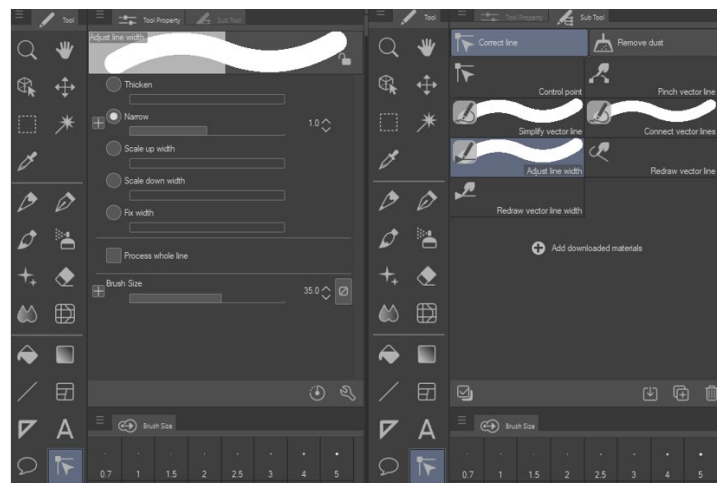


Рисунок 2.4 – Інструмент Correct Line

Vector Eraser. Гумка для векторних шарів, що при використанні видаляє одразу всю нерозривну лінію, а не окремі її пікселі. У поєднанні з Vector Layer може ефективно використовуватися для лайн-арту.

Reference Layer. Налаштування шару, яке дозволяє заповнювати та малювати на інших шарах, посилаючись лише на певні шари.

Щоб встановити шар як базовий, спочатку потрібно обрати відповідні шари, а потім торкнутися піктограми маяка на палітрі шарів. Можна встановити кілька вибраних шарів або папок шарів як опорні шари. У стовпці стану шару з'явиться піктограма маяка.

Fill Refer other Layers. Інструмент, що у поєднанні з Reference Layer заливає лише ті області, що присутні на Reference Layer. Це дозволяє швидко створювати флет-колір, не змінюючи шар з лайн-артом.

Layer Effect. Додає до інструментів малювання обводку, скрінтон тощо.

Perspective Ruler. Дозволяє малювати в перспективі, встановлюючи одну або кілька точок сходу. Це корисно під час створення глибоких сцен, наприклад у приміщенні чи на вулиці.

Коли на полотні буде створено лінійку перспективи, під час використання інструментів малювання вони будуть прив'язані до потрібної перспективи. Інструменти для малювання також можуть прив'язуватися до перспективних лінійок. Можна обрати одразу 1-, 2- та 3-точкову перспективу.

3D Drawing Figures. Використовуються для роботи з персонажами. Можна детально налаштовувати параметри тіла, пози тіла та рук (рис. 2.5), зберігати моделі для повторного використання. Є інтеграція з сервісом POSEMANIAC, що дозволяє застосовувати готові пози до моделі, також є моделі голів.

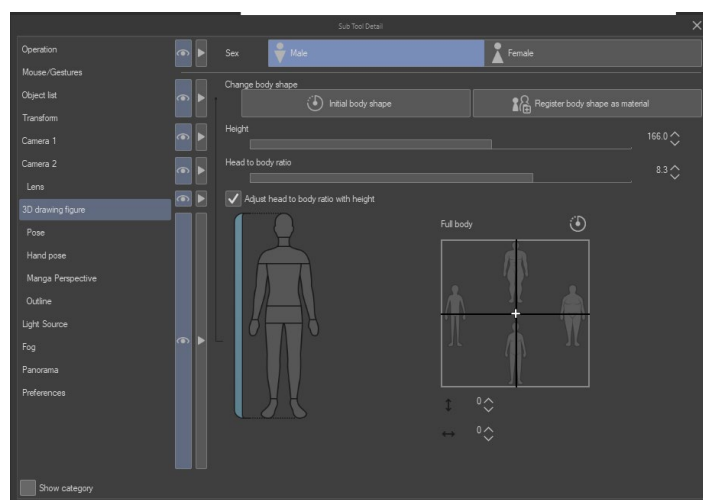


Рисунок 2.5 – Налаштування моделі персонажа

3D Background Materials. Це фонові матеріали, кут, властивості матеріалу та тон кольору яких можна змінювати. Часто використовуються у сучасних веб-коміксах (рис. 2.6) і дозволяють зберігати багато часу на роботу над фоном. За потреби 3D-модель можна раструвати. У всіх 3D-моделях можна налаштовувати загальне освітлення, що стає у нагоді при роботі зі складними сценами, де потрібно враховувати ділянки світла і тіні.

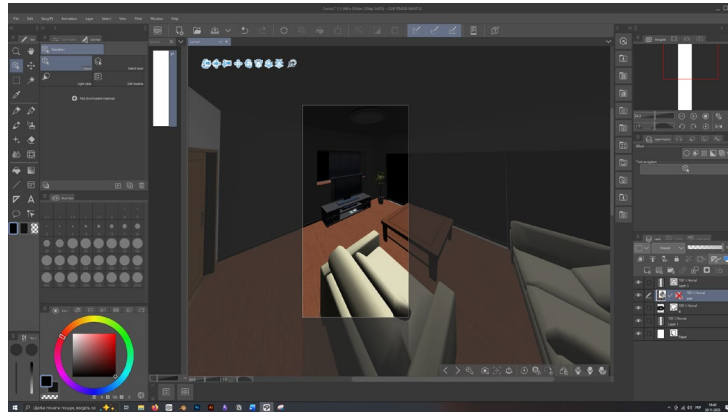


Рисунок 2.6 – Viewport 3D-моделі оточення

Також моделі взаємодіють між собою, наприклад, можна «ставити» моделі предметів на об'єкти або саджати персонажів. За потреби можна створити власну 3D-модель у окремому програмному забезпеченні або знайти у мережі Інтернет. Навіть використання багатьох 3D-сцен не впливає на продуктивність програми.

Convert to lines and tones. Функція, що розкладає 3D-зображення на лінії та тони. Кожен компонент знаходиться на окремому шарі. Як видно на рис. 2.7, при конвертації з'являються невеликі артефакти, лінії дещо незграбні.

Найкраще ця функція проявляє себе на моделях невеликих предметів з малою кількістю деталей і для коміксів з певним стилем (рис. 2.8).

У програмі можна відкривати файли .psd, що є великим плюсом при умові співпраці декількох співробітників, що працюють із різними програмами. Також Clip Studio Paint підтримує формат .obj, що є зручним при умові використання створених власноруч 3D-моделей.

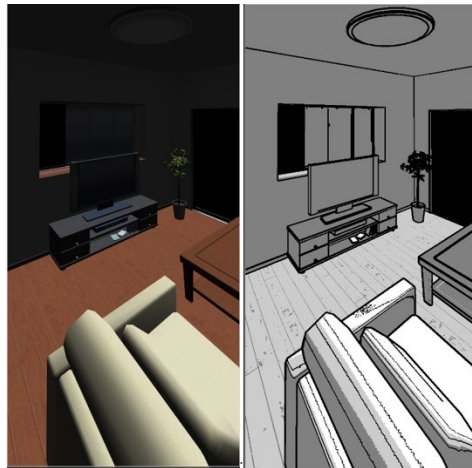


Рисунок 2.7 – Інструмент Convert to lines and tones на моделі оточення



Рисунок 2.8 – Інструмент Convert to lines and tones на моделі предмета

2.3 Midjourney

Midjourney – це неймережева система, розроблена незалежною дослідницькою лабораторією Midjourney, Inc. у Сан-Франциско. Вона призначена для генерації зображень із текстових описів, використовуючи методи дифузійних моделей і глибокого навчання. Midjourney є одним з найбільш популярних генераторів зображень і відео.

Модель працює за принципом дифузії: спочатку створюється випадковий шум, який поступово перетворюється на осмислене зображення відповідно до текстового запиту користувача. Текстовий опис (prompt) перетворюється в числове представлення, яке керує цим процесом. У результаті отримується готове зображення у форматі PNG або JPEG.

Вхідними даними є текстовий опис, а вихідними – чотири зображення. Основна мова запитів – англійська, хоча система частково розуміє й інші мови. Використовується інтерфейс через Discord (команда /imagine) або через веб-застосунок.

Роздільна здатність зображень залежить від версії моделі – у нових версіях може перевищувати 1024×1024 пікселі. Архітектура базується на модифікованій латентній дифузійній моделі (Latent Diffusion Model), подібній до Stable Diffusion, але оптимізованій і навчальній на власних наборах даних, які включають зображення, підписи, художні роботи та фотографії.

Процес генерації відбувається так: користувач вводить запит (промпт), модель кодує текст у векторну форму, створює шум і поступово «очищує» його під впливом цього вектору. У фіналі формується художнє зображення, яке можна модифікувати, збільшувати або створювати варіації.

У Midjourney можна виділити два основні методи роботи з зображеннями: Create та Edit/Retexture.

Місячна підписка Basic коштує 10 доларів, що включає 3,5 години часу GPU. Максимум зображень, що можна згенерувати – 200. На більш дорогих планах підписки генерація зображень безлімітна, але більш повільна. Кожна додаткова година GPU коштує 4 долари.

Create. Create (рис. 2.9) дозволяє створювати зображення з нуля, використовуючи текстові промти, а також:

- Image Prompt – це посилання на одне або кілька зображень, які використовуються як візуальне натхнення для генерації. Midjourney враховує їхню композицію, кольори, форми та атмосферу, поєднуючи їх із текстовим описом;

- Style Reference (команда --sref) дозволяє передати художній стиль із певного зображення. Це може бути манера малювання, освітлення, кольорова палітра або загальна атмосфера;

- Omni Reference або Character Reference (команда --cref) застосовується для збереження впізнаваності персонажа або об'єкта в різних сценах. Midjourney аналізує риси героя й намагається відтворити їх послідовно в інших зображеннях.

Зображення розміщуються у комірки і очікується, що згенероване зображення відповідатиме поставленим умовам.

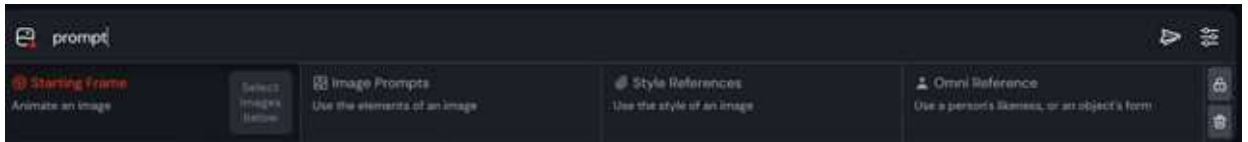


Рисунок 2.9 – Засоби керування в Midjourney

При генерації зображення також враховується вага кожного референсу, що визначає, наскільки референс впливає на фінальне зображення. Для зміни ваги у рядку промтів вводиться відповідна команда (--iw, --sw, --ow) і вага.

Також стиль можна задавати командою --sref і кодом. Деякі коди стилів доступні на вкладці Explore. Один стиль представлений підбіркою зображень з різними вагами стилю. Після аналізу декількох прикладів стає зрозуміло, що велику роль в них грає кольорова гама, що також впливає на згенеровані зображення (рис. 2.10).



Рисунок 2.10 – Приклад стилю

Загалом Midjourney видає кращі результати, коли референс стилю заданий не кодом, а зображенням, бажано згенерованим Midjourney.

Налаштування Aesthetics (рис. 2.11) включають наступні опції:

- Stylization – ступінь стилізації, чим вища стилізація, тим менше дотримання промту;
- Weirdness – змінює непередбачуваність результату, додає деталі, яких не було у промті;

– Variety – варіативність, чим більша варіативність, тим більш різноманітними виходять зображення за одним промптом.



Рисунок 2.11 – Налаштування Aesthetics

Variations. Функція, що дозволяє отримати більше версій вже згенерованого зображення з видозмінами деталей (рис. 2.12). Для застосування варіацій можна обрати Subtle (незначні зміни) або Strong. Схожою є функція Remix.

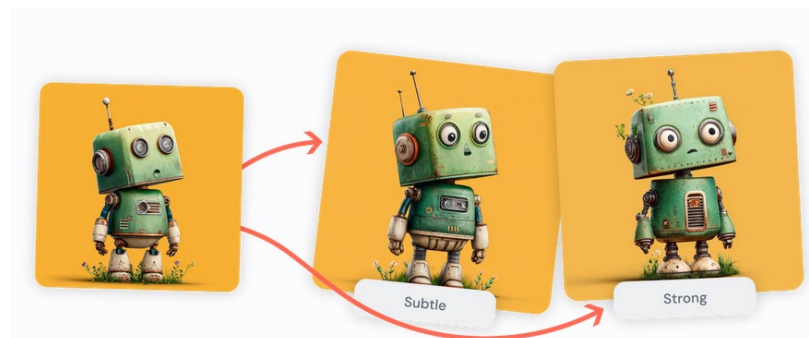


Рисунок 2.12 – Приклад роботи Variations

Головним недоліком Create у контексті створення коміксів є те, що отримати потрібний результат, який би задовольняв сторіборду, доволі складно. Особливо це стосується ракурсу і композиції, які і так буває складно описати словами, а до цього додається ще і загальна обмеженість технології. Сюди ж відносяться і сцени з багатьма персонажами: Midjourney не розуміє синтаксис, тому отримати точну сцену з багатьма деталями у різних місцях виключно засобами ШІ просто не вийде.

Також можна виділити такий момент при генерації сталих персонажів, що при однакових налаштуваннях, референсу та схожих промтах персонаж може як зберігати сталий вигляд, так і змінювати його, що зайвий раз підкреслює непередбачувану природу технології. На рис. 2.13 видно, що одяг персонажа на двох нижніх зображеннях відрізняється від оригінального референсу. На рис. 2.14 одяг однаковий. В обох прикладах variety і weirdness дорівнюють нулю. Загалом зображення можна визнати такими, що зберігають стилізацію.

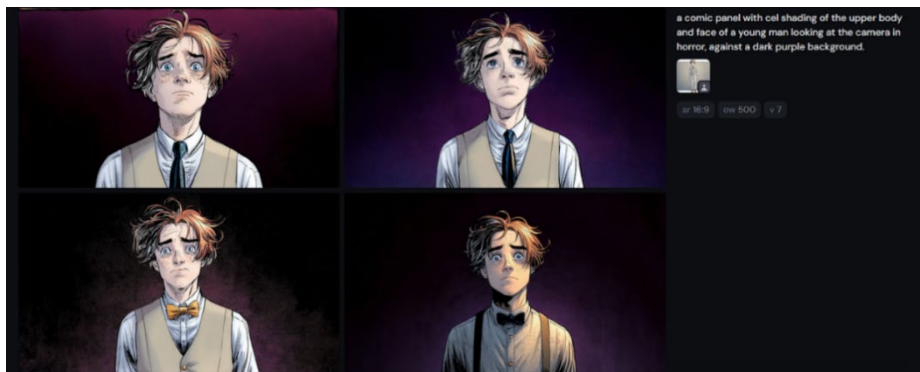


Рисунок 2.13 – Зображення з несталим персонажем



Рисунок 2.14 – Зображення зі сталим персонажем

Враховуючи всі перелічені проблеми, можна сказати, що інструмент Create не є ефективним для створення коміксів з чітким сторібордом.

Personalization. Одне з налаштувань профілю користувача, де пропонується вибірка з пар зображень, з яких користувачу потрібно обрати те, яке йому найбільше подобається. Після оцінювання Midjourney розуміє, які стилістики та настрої користувач скоріш за все буде використовувати в своїй

роботі. Кожному профілю назначається свій код. Персоналізацію можна увімкнути праворуч від рядка промта (рис. 2.15). При задіянні персоналізації в рядку промту з'явиться код профілю.

Moodboard. Moodboard (мудборд) – ще один з інструментів керування, що впливає на генеровані зображення. Користувач самостійно підбирає зображення, які впливатимуть на результат генерації. На відміну від Style Reference, мудборд дозволяє комбінувати різні стилістики та має більш широкий естетичний ранг. Щоб задіяти мудборд при генерації зображення, потрібно увімкнути персоналізацію і обрати потрібний мудборд (рис. 2.15). Мудборд не працює з параметром --sw.

Describe. Інструмент, що пропонує текстовий промт на основі наявного зображення (рис. 2.16). Може використовуватися, щоб дати більше деталей при складанні власного промту. Щоб описати зображення, потрібно перетягнути його до панелі Imagine і далі до Drop image to describe. Після цього згенеровані чотири текстові промти.

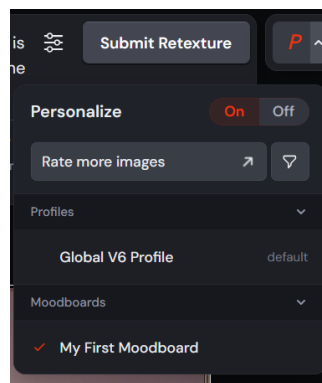


Рисунок 2.15 – Задіяння мудборду та персоналізації

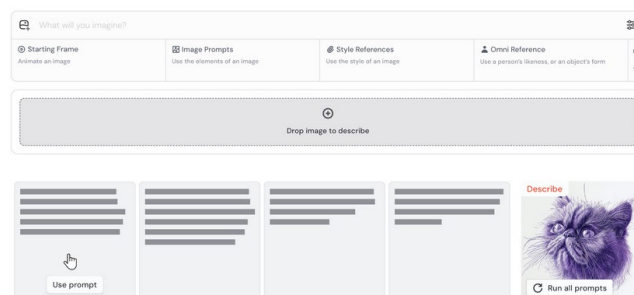


Рисунок 2.16 – Функція Describe

Retexture. Інструмент Retexture дозволяє перетворювати скетчі на повноцінні зображення за заданим промптом, зберігаючи при цьому структуру зображення. У версії Midjourney 7 відсутній Omni Reference, тобто, наприклад, замінити одного персонажа іншим не вийде. Для цього можна переключитися на версію 6.1. У іншому принципі і налаштування такі ж, як у Create.

Зображення, створені на вкладці Edit, можна завантажити до галереї Create і підвищити його якість за допомогою функції Upscale, однак до цих зображень не може бути застосована команда Variations. Тому, щоб досягти бажаного результату, зображення доведеться генерувати повторно або відштовхуючись від початкового зображення, або використовуючи одне зображення з певної ітерації як основу для наступних.

Edit. Функція Edit у Midjourney призначена для цілеспрямованого редагування згенерованих зображень на основі текстових інструкцій (рис. 2.17). Вона дозволяє вносити зміни до вибраних областей або оновлювати всю сцену, зберігаючи ключові візуальні характеристики оригіналу (композицію, пропорції, колірну структуру).

Editor включає в собі наступні функції:

- Move/Resize – для пересування і зміни масштабу зображення;
- Paint з інструментами Erase та Restore. З Erase виділяються ділянки, які потрібно змінити/перегенерувати, Restore же скасовує дію Erase;
- Smart Select – подібно до Photoshop, аналізує форму і виділяє предмет для подальшого застосування Erase;



Рисунок 2.17 – Робота Editor

– Layers – дозволяє додавати зображення до початкового, створюючи більш складну композицію. Після цього можна задіяти Edit, аби «сплющити» зображення.

Інструменти Retexture та Edit є більш підходящими для роботи з коміксами, коли є чітко заданий сторіборд і скетч. Очікується, що за допомогою них вийде досягти балансу між контролем художника над деталями та автоматизацією процесів роботи з кольором.

2.4 Nano Banana

Nano Banana – це сервіс/модель штучного інтелекту, що позиціонується як інструмент для генерації та редагування зображень за допомогою ШІ.

За задумом, користувачі можуть створювати нові зображення на основі текстових підказок («text to image»), редагувати або трансформувати наявні зображення за допомогою натуральної мови – наприклад, змінити фон, стиль, одяг, освітлення тощо. На відміну від Midjourney, Nano Banana краще сприймає натуральну мову, що дає більше можливостей для точкового керування зображенням. Існує кілька рівнів місячної підписки, найдешевший з них коштує 10 доларів.

Двома головними способами роботи є Image Edit та Text to Image. Перший дозволяє вносити зміни до існуючого зображення, другий же створює його з нуля. У контексті кваліфікаційної роботи доцільно дослідити саме варіант використання Image Edit. Як і в Midjourney, можливо додавання декількох референсів (рис. 2.18). Потім текстовим промтом описуються бажані зміни або комбінації зображень. Результатом генерації є одне зображення.

Однією з можливостей Nano Banana є додавання кольору зображення на основі штрихового малюнку (рис. 2.19).

Саме це і стало причиною рішення розглянути цей сервіс в контексті даної кваліфікаційної роботи.

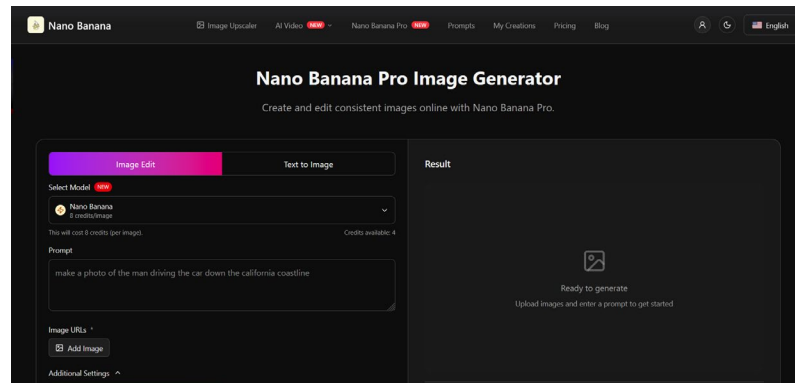


Рисунок 2.18 – Интерфейс Nano Banana

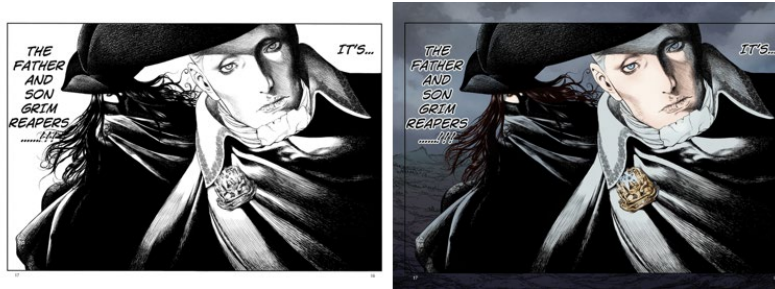


Рисунок 2.19 – Приклад згенерованого кольорового зображення (справа)

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Визначення мети та завдань експериментального дослідження

Зростаюча популярність коміксів призводить до потреби в пришвидшенні процесів роботи над ними без втрати якості. Для проведення дослідження було обрано розробити чотири екземпляри однієї роботи (глави коміксу). Спеціалізовані інструменти та засоби можуть допомогти в вирішенні цієї задачі.

Метою експерименту є оцінка ефективності процесів створення коміксів у стилі напівреалізму з використанням класичного графічного редактора Adobe Photoshop, спеціалізованого Clip Studio Paint та генеративних ШІ Midjourney та Nano Banana. В даному дослідженні засоби ШІ вирішено використовувати більше як допоміжний інструмент для художника на етапі колоризації, аніж заміну всім робочим етапам.

У даному дослідженні буде враховуватися час, витрачений на підготовку однієї глави коміксу з використанням чотирьох різних пайплайнів і інструментів:

- Adobe Photoshop;
- Clip Studio Paint;
- Clip Studio Paint + Midjourney;
- Clip Studio Paint + Nano Banana.

Завданнями експериментального дослідження є:

- створення чотирьох зразків коміксів за одним сторібордом у різних програмах із вимірюванням часу, витраченим на процеси;
- визначення переваг та недоліків заявлених програм та інструментів;
- проведення оцінювання процесів роботи із різними пайплайнами методом аналізу ієрархій;
- наведення висновку з результатів експерименту.

Усі зображення в кожному зразку мають відповідати сторіборду, тобто мати приблизно однакову кількість деталей, композицію тощо. Для проведення порівняння і визначення ефективності робота, створена в Adobe Photoshop (стандартній програмі для роботи з зображеннями), буде використовуватися як базова.

Також буде проведено оцінювання використання кожного інструменту шляхом методу аналізу ієрархій, адже одного показника (витраченого часу) лише для одного експериментального прикладу замало, щоб визначити ефективність впровадження кожного інструменту.

3.2 Визначення критеріїв для оцінювання

У ході експерименту було розроблено чотири екземпляри однієї глави коміксу, що відповідають наступним вимогам:

- 16 фреймів;
- напівреалістичний стиль;
- формат vertical scroll comic;
- відповідність розробленому сторіборду.

До ознак напівреалістичної стилістики можна віднести:

- наближені до реального життя пропорції персонажів;
- деталізований перший план (через це особливо важливо, щоб одні і ті самі предмети на різних фреймах виглядали впізнавано);
- деталізований другий план;
- soft/cel shading;
- наявність складної перспективи і ракурсів.

Відповідність сторіборду, що завчасно визначено, вимагає дотримання єдиної композиції між усіма чотирма варіантами роботи. Звичайно, на практиці фінальний результат може відрізнятись від сторіборду, але для чистоти порівняння чотирьох варіантів важливо виставляти однакові вимоги. Це ж стосується і інших критеріїв.

До критеріїв безпосереднього оцінювання відносяться легкість виконання типових задач, легкість керування етапами роботи, передбачуваність, загальний вплив на швидкість роботи, загальна візуальна якість, ціна місячної підписки.

3.3 Процес розробки коміксу з використанням Adobe Photoshop

Створено схему пайплайну для створення візуального ряду коміксів з інструментами, що використовуються на кожному етапі (рис. 3.1).

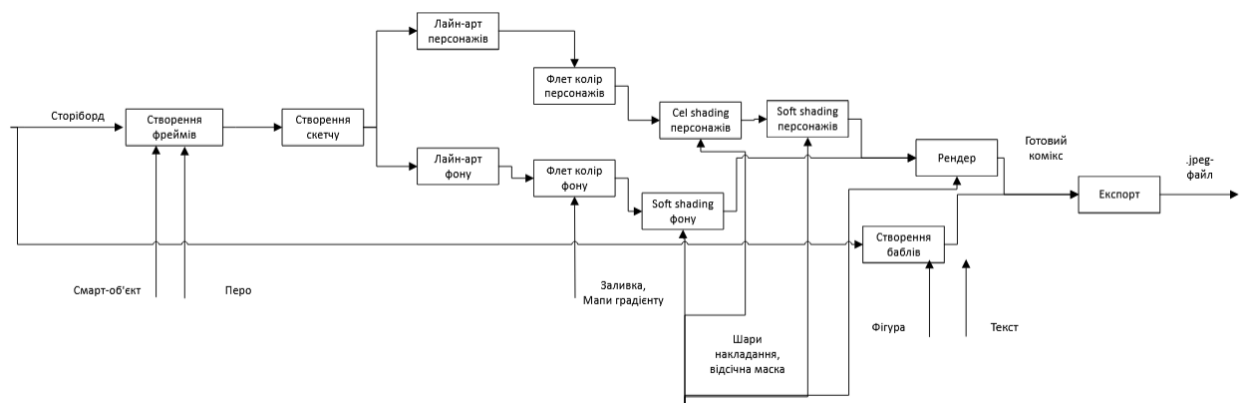


Рисунок 3.1 – Пайплайн роботи в Photoshop

Значним недоліком Photoshop при роботі з коміксами є відсутність окремих інструментів для створення фреймів та баблів. Замість фреймів довелося використовувати форми та смарт-об'єкти; бабли ж можна створити інструментом «Перо». Як альтернативу можна застосувати Adobe Illustrator для більш легкої роботи з векторними формами. Так чи інакше, при роботі в Photoshop створені бабли і фрейми не володіють достатньою гнучкістю налаштувань, тобто, наприклад, ширину обведення змінити не вийде, доведеться створювати нові форми з потрібними параметрами.

Створена форма перетворюється на смарт-об'єкт. Далі вміст смарт-об'єкта можна редагувати незалежно у окремому вікні (рис. 3.2). Щоб зміни відобразилися у головному документі, смарт-об'єкти потрібно зберегти.

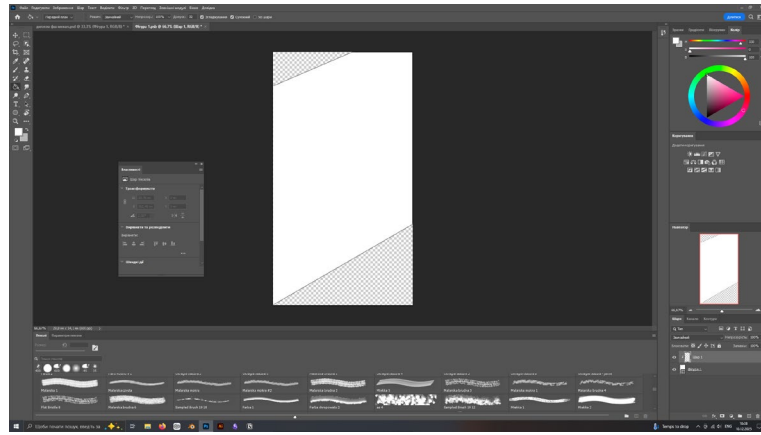


Рисунок 3.2 – Смарт-об'єкт

Фрейми розміщені відповідно до сторіборду в одному документі. Можна було б знехтувати фреймами і робити кожне зображення в індивідуальному файлі, а потім зібрати у один файл. Але робота зі смарт-об'єктами в одному документі дозволяє оцінювати, наскільки зображення відповідають одне одному.

Флет-колір оточення створювався за допомогою заливки елементів різними відтінками одного кольору відповідно, аби розділити ділянки за світлотою (рис. 3.3). Потім до шарів застосовувався шар корекції Мапи градієнту з потрібними кольорами.

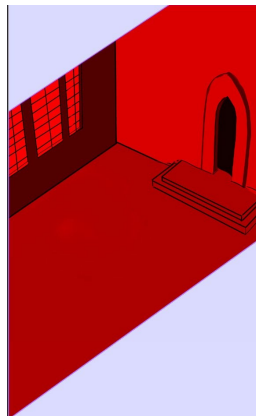


Рисунок 3.3 – Флет-колір оточення

Cel та Soft shading персонажів виконувався з використанням відсічних масок і шарів накладання. Останнім кроком стало додавання баблів за допомогою інструментів Фігура і Текст.

Як було виявлено, створені фрейми після створення в них зображень не зберігають обводку, що є недоліком при розміщенні фреймів близько одне від одного.

3.4 Процес розробки коміксу за допомогою Clip Studio Paint

Етапи створення коміксів в Clip Studio Paint відрізняються від роботи з Photoshop лише тим, що замість стадії скетчів проводиться створення 3D-сцени із завчасно обраними моделями, та процеси лайн-арту та флет-коліру фону поєднані в один (рис. 3.4).

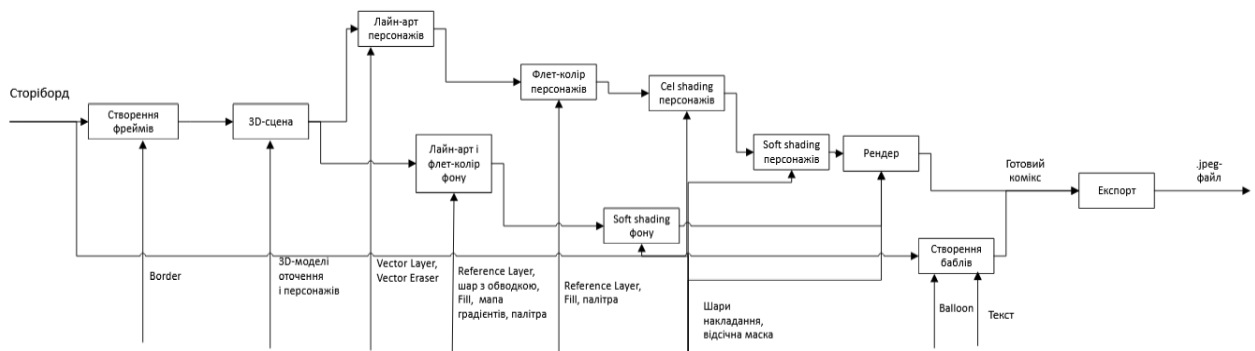


Рисунок 3.4 – Пайплайн роботи в Clip Studio Paint

Було створено фрейми. 3D-моделі оточення, персонажів та об'єктів (рис. 3.5) було підготовлено до початку роботи. Потім з цих моделей було створено сцену, скопійовано шар зі сценою на кожний фрейм і налаштовано потрібні деталі відповідно до сторіборду. Також було підготовлено палітру основних кольорів, що використовуються на різних етапах (рис. 3.6).

Лайн арт та флет-колір оточення і предмета (рис. 3.7) було зроблено так: шар з 3D-моделлю позначено як референс, на новому шарі включено налаштування малювання з обведенням, обрано інструмент Fill Refer other Layers і елементи зображення заливалися кольором. Потім застосовано мапи градієнтів (для оточення).

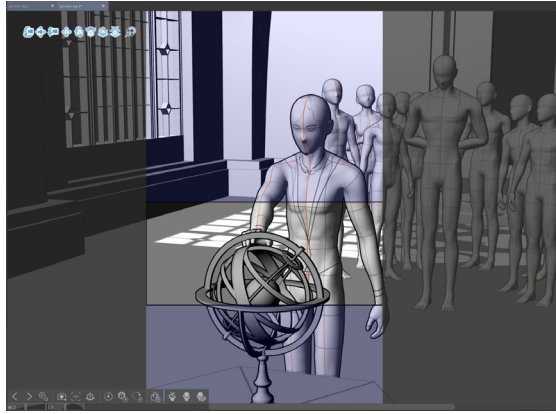


Рисунок 3.5 – Моделі, застосовані у роботі

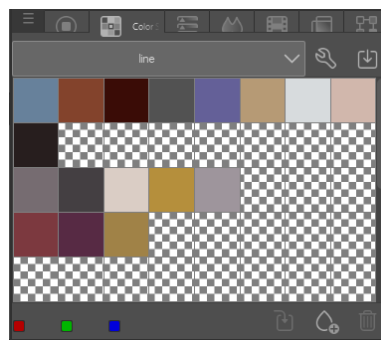


Рисунок 3.6 – Палітра

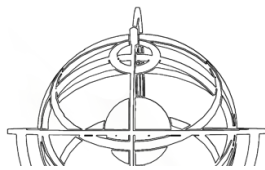
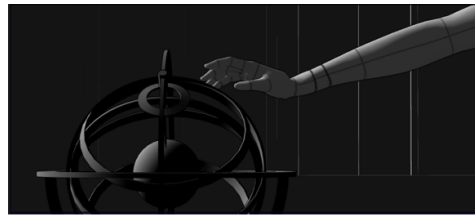


Рисунок 3.7 – Створення флет-кольору предмета

Cel та Soft shading персонажів і фону виконувалися аналогічно до попереднього пайплайну. В кінці було додано бабли і текст. На рис. 3.8 два бабли було розміщено поруч і вони без дій з боку користувача з'єдналися. Також додано хвостики, щоб позначити, який персонаж говорить.

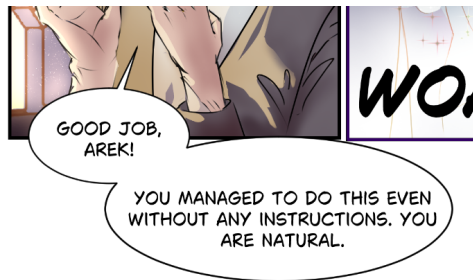


Рисунок 3.8 – Бабли з текстом

3.5 Комбінований пайплайн на базі Clip Studio Paint + Midjourney

Генеративний ШІ швидко заповнив медіа-простір, позиціонуючи себе як інструмент для креативності і більш швидкої роботи з медіа-об'єктами.

Однією з яскравих рис генеративного ШІ те, що один промт, навіть заданий відносно детально, може призвести до безлічі результатів, але відповідність цих результатів очікуванням користувача часто є низькою. Крім того, згенеровані зображення можуть викликати первинний «wow-effect», та при більш детальному розгляді стають помітними недосконалості, що одразу видають штучне походження зображення. Також великим фактором є непостійність у зображеннях. Приклад такого коміксу, створеного за допомогою Midjourney, розміщено у джерелах посилань [11].

У даному дослідженні зроблено фокус на використання Midjourney у якості засобу для розмальовування зображення за допомогою Retexture.

Для більш імовірного отримання бажаного зображення слід створити лайнарт. Для цього можна використовувати будь-який графічний редактор. У даному дослідженні обрано Clip Studio Paint. Розроблено пайплайн роботи (рис. 3.9).

Деталізацію лайнарту персонажів було дещо спрощено у порівнянні з попереднім пайплайном, адже планується використання референсів персонажів, тому час роботи над лайнартом зменшено. Пункт «Флет-колір персонажів» було включено, персонажі залиті білим кольором.

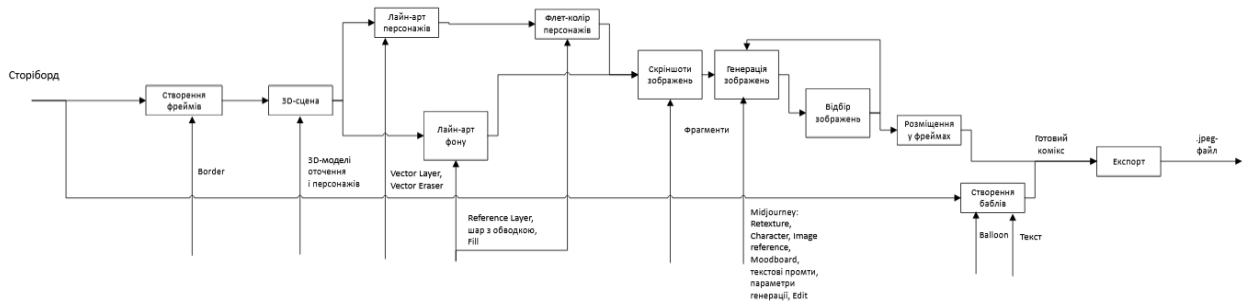


Рисунок 3.9 – Пайплан роботи Clip Studio Paint + Midjourney

Перед початком роботи в Midjourney було створено мудборд за підібраними в Інтернеті зображеннями. Personalization при цьому було вимкнено, щоб Midjourney зосереджувався лише на стилістиці зібраних в мудборді зображень. В Create було згенеровано референси двох персонажів (рис. 3.10-3.11), адже найкраще Midjourney працює зі згенерованими зображеннями у якості референсів. Особливо це стосується референсів людей або антропоморфних істот. Якщо ж персонаж унікальний, Midjourney намагатиметься видавати схожий результат. Референси персонажів генерувалися з посиланням на мудборд.



Рисунок 3.10 – Згенерований референс персонажа 1



Рисунок 3.11 – Згенерований референс персонажа 2

Також в промтах застосовувалися параметри «--v 6.1, --cw 100», variety та weirdness дорівнюють 0. Очікувалося, що це дасть найбільш схожі стилістично результати.

При першій ж спробі застосування Retexture виявилось, що, на відміну від Create, Retexture слабше слідує референсам персонажів і стилю при однакових заданих умовах (рис. 3.12-3.13). Загальна схожість персонажа зберігається, але помітні стилістичні відмінності, що вказує на можливу необхідність більшого налаштування мудборду або параметрів генерації.



Рисунок 3.12 – Згенеровані зображення в Create з мудбордом



Рисунок 3.13 – Згенеровані зображення в Retexture з мудбордом

Використовуючи отримане зображення персонажа як референс стилю, було згенеровано декілька зображень для доповнення мудборду із застосуванням --sw 1000. Очікувалося, що це дозволить Retexture зосередитися на одному стилі.

Для перевірки того, що стильова різниця між зображеннями однієї ітерації є особливістю Retexture, а не недосконалістю підходу з Moodboard,

було згенеровано зображення з використанням лише референсів стилю і персонажа як зображень, зі --sw 1000 (рис. 3.14). Як видно, проблема залишилась, що вказує на те, що це недосконалість саме інструменту Retexture.



Рисунок 3.14 – Згенеровані зображення в Retexture з зображеннями референсів

Експеримент було продовжено з використанням нового мудборду (рис. 3.15). Як спроба досягти більш сталого результату згенеровані зображення, які найбільш підходили за стилістикою, також додані до мудборду. Також використовувалася функція Suggest prompt (аналог Describe в Retexture).

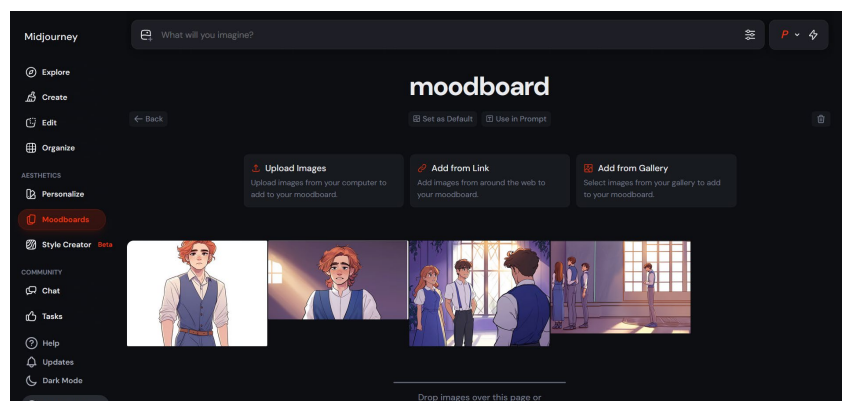


Рисунок 3.15 – Мудборд

Було виявлено, що Retexture має значні труднощі при генерації зображень на основі більш комплексної сцени. З'являється численна кількість артефактів,

деталі початкового зображення втрачаються. Особливо це помітно на прикладі вікна на рис. 3.16. Референс головного персонажа (праворуч) не було задано.



Рисунок 3.16 – Вихідне та згенероване зображення

Для коригування головного персонажа було використано інструмент Erase, задано новий промт (що стосується лише змінюваної ділянки і застосовано Edit. Решта зображення залишилася незмінною, але змінений персонаж не зберіг позу (рис. 3.17). При ближчому ж розгляді деталі персонажу змазані. Вирішено використати в коміксі зображення до застосування Edit.

Після завершення роботи в Midjourney отримані зображення були поміщені в фрейми в Clip Studio Paint і допрацьовані до достатнього рівня сталості зовнішнього вигляду.



Рисунок 3.17 – Результат роботи Edit

Недоліком на цьому етапі було те, що згенеровані зображення виступають суцільним шаром, тобто окреме редагування персонажів і фону

можливо тільки при розбитті їх на різні шари. При цьому лайнарт і колір розділити не вийде. В кінці було додано бабли і експортовано файл.

3.6 Комбінований пайплайн на базі Clip Studio Paint + Nano Banana

Пайплайн в цілому аналогічний до попереднього (рис. 3.18). Структура коміксу створюється в Clip Studio Paint, робота з коліром з використанням референсів проводиться в Nano Banana.

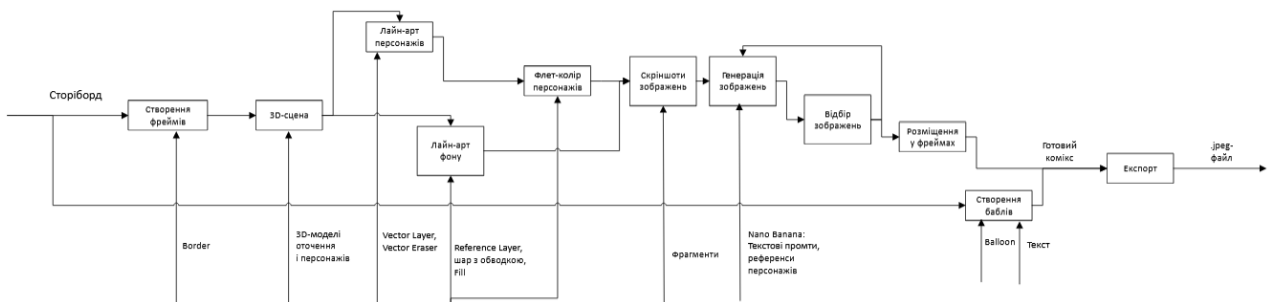


Рисунок 3.18 – Пайплайн роботи Clip Studio Paint + Nano Banana

Так як у цьому пайплайні Nano Banana використовувався для колорингу лайнарту, а не для генерації зображень з нуля, впродовж всієї роботи у промті була присутня команда Color line art. Також були вказівки do not change the lineart, aspect ratio or any other details of the image but color.

У Nano Banana відсутня система стилів, як в Midjourney, і тому зображення за одним промтом може мати стилі, що різняться (рис. 3.19).



Рисунок 3.19 – Результати двох ітерацій за одним промтом

Через це було прийнято рішення згенерувати кольорове зображення на основі лайнарту і в подальшому використовувати його як референс стилю (рис. 3.20). Було описано зовнішній вигляд персонажа в центрі, одяг другорядних персонажів, інтер'єр та освітлення. Nano Banana також додав на зображення двох персонажів, яких не було на лайнарті та в промті, і пофарбував деякі комірці в синій замість білого.



Рисунок 3.20 – Референс стилю

Процес відбувався наступним чином: додавалося зображення з лайнартом, референс стилю або персонажу, на основі цього писався промт. Промт включав вказівки щодо використання другого зображення лише як референса стилю, без зміни інших деталей в лайнарті, окрім як кольору. Референс стилю міг змінюватися в залежності від деталей, які хотілося бачити на зображенні. Як виявилось, використання референса може дещо заважати отриманню бажаного результату. На рис. 3.21 показана спроба застосувати кольорову гаму персонажа з референсу на лайнарті. Замість того Nano Banana змінював референс, додаючи до нього деталі з лайнарту.

Тим не менш, загальний зовнішній вигляд персонажа добре зберігається (рис. 3.22).

Також була спроба на вже кольоровому зображенні змінити освітлення так, щоб воно падало з іншого боку (рис. 3.23). Nano Banana просто додав тіні на обличчя персонажа. Проблему було вирішено повторною генерацією вихідного зображення.

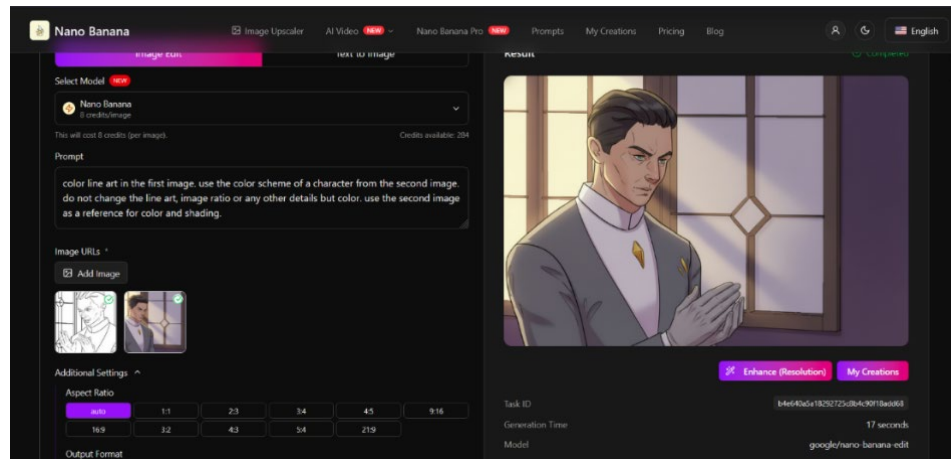


Рисунок 3.21 – Використання референсу персонажа



Рисунок 3.22 – Приклад сталого зовнішнього вигляду персонажа

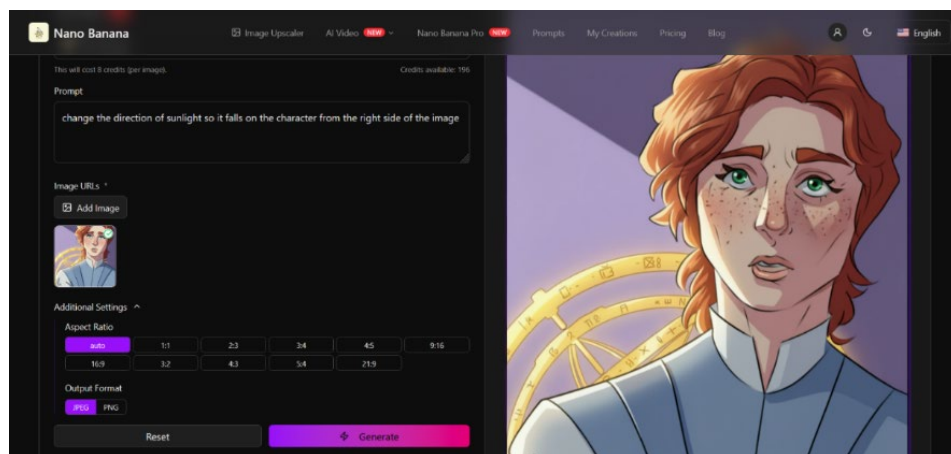


Рисунок 3.23 – Зміна освітлення

Упродовж всієї роботи Nano Banana змінював формат зображення, не зважаючи на негативний промт, що призвело до потреби у ручному прилаштуванні зображень у фрейми і тим самим збільшило час на підготовку документа.

Із зображеннями з великою кількістю деталей за умови використання референсу і текстового промту з описом сцени Nano Banana знову додав персонажів, яких не було в лайнарті (рис. 3.24).

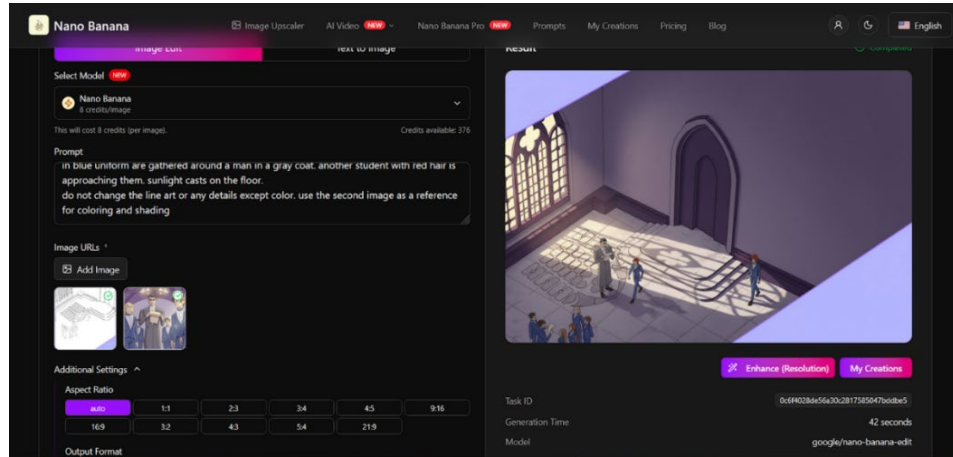


Рисунок 3.24 – Складне зображення

При більш простих зображеннях Nano Banana добре слідує вказівкам. На рис. 3.25 показано результат промту, де послідовно вказано колір волосся персонажів.



Рисунок 3.25 – Просте зображення зі вказівками у промті

За умови використання референсів вийшло досягти однорідності стилю і персонажів впродовж всього комікса, але необхідні були б доопрацювання деталей та виправлення зображень зі складними сценами.

Створені зразки коміксів представлено у Додатку А.

3.6 Результати експерименту

У результаті проведення дослідження щодо часу, витраченого з кожним програмним забезпеченням, було отримано чотири зразки коміксів (Додаток А). Результати зафіксовано нижче (табл. 3.1 – 3.4).

Таблиця 3.1 – Витрати часу Adobe Photoshop

Процес	Час, год
Створення фреймів	0,4
Скетч	1,5
Лайн-арт фону	1,7
Флет-колір фону	1,1
Soft shading фону	2,2
Лайн-арт персонажів	4,2
Флет-колір персонажів	2,6
Cel shading персонажів	3
Soft shading персонажів	2,5
Рендер	0,4
Створення баблів і тексту	0,6
Разом	19,8

Таблиця 3.2 – Витрати часу Clip Studio Paint

Процес	Час, год
Створення фреймів	0,16
3D-сцена	0,7
Лайн-арт і флет-колір фону	0,9
Soft shading фону	2,1
Лайн-арт персонажів	3,1
Флет-колір персонажів	1,5
Cel shading персонажів	2,9
Soft shading персонажів	2,4
Рендер	0,4
Створення баблів і тексту	0,3
Разом	14,46

Таблиця 3.3 – Витрати часу Clip Studio Paint та Midjourney

Процес	Час, год
Створення фреймів	0,16
3D-сцена	0,7
Лайн-арт і флет-колір фону	0,6

Продовження таблиці 3.3

Процес	Час, год
Лайн-арт персонажів	2,8
Флет-колір персонажів	1,1
Підготовка зображень до роботи в Midjourney	0,6
Робота з промтами	2,4
Розміщення зображень у фреймах	0,6
Створення баблів і тексту	0,3
Разом	9,26

Таблиця 3.4 – Витрати часу Clip Studio Paint та Nano Banana

Процес	Час, год
Створення фреймів	0,16
3D-сцена	0,7
Лайн-арт і флет-колір фону	0,6
Лайн-арт персонажів	3,1
Флет-колір персонажів	1,1
Підготовка зображень до роботи в Nano Banana	0,6
Робота з промтами	2,3
Розміщення зображень у фреймах	0,8
Створення баблів і тексту	0,3
Разом	9,76

Як видно з таблиць, використання описаних пайплайнів і інструментів дозволило скоротити час на створення коміксами порівняно з базовим пайплайном в Adobe Photoshop.

Clip Studio Paint дозволив значно скоротити час роботи над лайн-артом, флет-коліром, баблами, а також спростив побудову структури зображення за допомогою 3D-сцени, тим самим також підвищивши якість зображення.

«Сирий» комікс, отриманий у Midjourney за допомогою Retexture, є стилістично непостійним, не зважаючи на постійне оновлення мудборду, наявність референсів персонажів та однакові налаштування генерації протягом усієї роботи, та має велику кількість артефактів. Головним недоліком цього методу є те, що навіть при досить чіткому запиті, наявності скетчів, референсів стилю і персонажів у якості основи для генерації зображень, і немалій кількості виправлень, досягти результату, що повністю б відповідав заявленим до коміксу вимогам, може бути складно. В якийсь

момент стає зрозуміло, що набагато легше було б самостійно виконати потрібні дії у графічному редакторі.

Nano Banana показав гарний результат і в збільшенні швидкості роботи, і в якості отриманих зображень (порівняно з Midjourney). Присутня візуальна сталість, але все ж з'явилися артефакти і неточності, які потребують додаткового доопрацювання і виправлення.

Що стосується обох пайплайнів з використанням ШІ, зображення генерується як суцільний шар, що є досить незручним для подальшої обробки, особливо якщо виконуються виправлення. У графічних редакторах ж можна тримати різні складові роботи (лайн-арт, колір, світлотінь тощо) на різних шарах і з легкістю повертатися до них і робити правки. До того ж в традиційних графічних редакторах є можливість більш нюансного використання стилю.

3.7 Оцінка роботи методом аналізу ієрархій

У даній роботі проведено експеримент з виявлення найвдалішого пайплайну для створення коміксів у напівреалістичному стилі.

Одним з ефективних методів визначення найкращої альтернативи є метод аналізу ієрархій, що дозволяє комплексно оцінити оглянуті пайплайни та інструменти, виходячи з декількох критеріїв оцінювання. Такий спосіб оцінювання є оптимальним у даному випадку, оскільки процес створення коміксів і інших медіа є процесом індивідуальним для кожного спеціаліста (враховуючи його власні навички, швидкість роботи, стилістику продукту). За допомогою нього можна отримати більш широкую картину, ніж при простому оцінюванні ефективності того чи іншого пайплайну за часом, витраченим на підготовку одного конкретного зразка коміксу.

Метод аналізу ієрархій також заснований на ідеї використання зважених середніх, однак в ньому застосовується більш надійний і узгоджений метод присвоєння оцінок і вагових коефіцієнтів. МАІ ґрунтується на попарному порівнянні альтернативних рішень за кожним критерієм. Потім проводиться

аналогічний ряд порівнянь, щоб оцінити відносну важливість кожного критерію і таким чином визначити вагові коефіцієнти.

Для оцінювання використовується шкала порівняння (табл. 3.5). Також можна застосовувати значення рейтингу 2, 4, 6 і 8, які визначаються як середні від найближчих рейтингів.

Таблиця 3.5 – Шкала порівняння для МАІ

Рейтинг	Опис
1	Однакова перевага
3	Помірна перевага
5	Явна перевага
7	Очевидна перевага
9	Абсолютна перевага

Розроблено схему аналізу ієрархій (рис. 3.26), де вершиною (ціллю) є вибір пайплайну, внизу ж розташовані самі пайплайни (альтернативи).

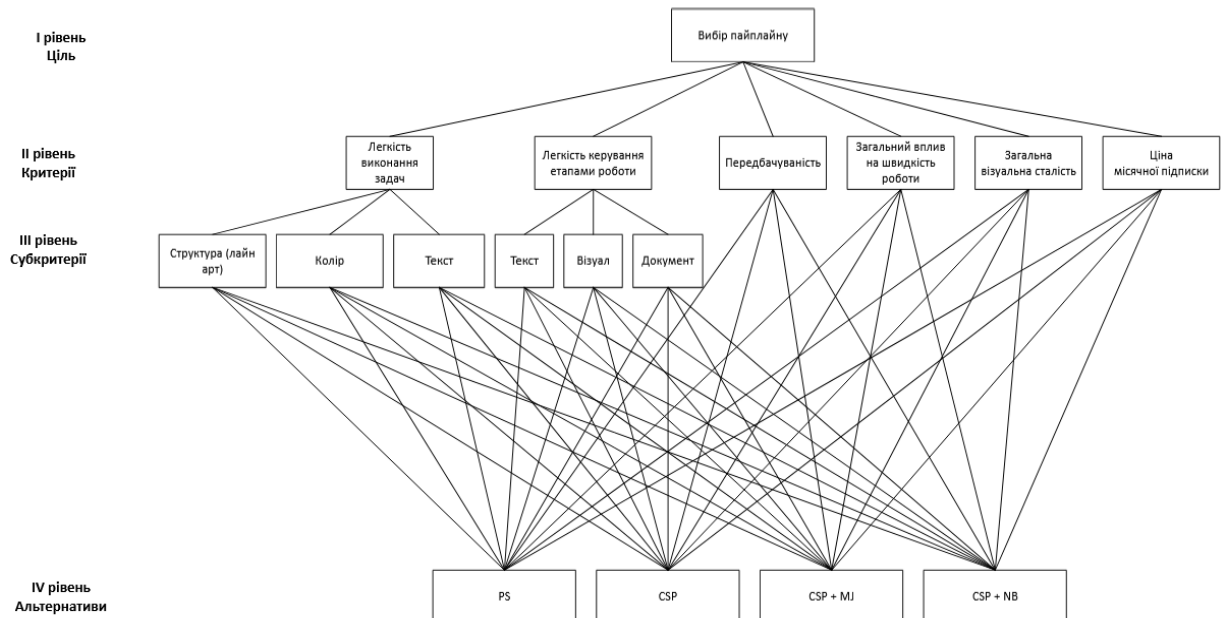


Рисунок 3.26 – Схема аналізу ієрархій

Для дослідження гіпотези було проведено оцінювання за допомогою матриці попарних порівнянь. При цьому було задіяно думки фахівців-художників, що мають досвід роботи з усіма зазначеними інструментами в

контексті створення коміксів або серії зображень, де необхідна сталість зовнішнього вигляду. Експерти оцінювали описані раніше процеси і інструменти, відштовхуючись від власного досвіду та інтуїції.

До критеріїв оцінювання відносяться:

– К1 – легкість виконання типових задач – грубо кажучи час і зусилля, що йдуть на виконання (або одну ітерацію) певної задачі, з субкритеріями Структура (лайн арт), Колір, Текст;

– К2 – легкість керування етапами роботи – загальна легкість керування етапами роботи, можливість легко перемикатися між етапами роботи і змінювати їх у будь-який момент, з субкритеріями Текст, Візуал, Документ;

– К3 – передбачуваність – можливість отримати передбачуваний (очікуваний) результат, що не потребуватиме виправлень (включно з артефактами в згенерованих зображеннях);

– К4 – загальний вплив на швидкість роботи – загальна оцінка того, як пайплайни можуть впливати на швидкість при різних художниках, стилях та ступенем складності;

– К5 – загальна візуальна якість – сталі стиль, деталі, складність оточення;

– К6 – ціна місячної підписки.

Для II та III рівнів ієрархії (критеріїв та субкритеріїв) було проведено попарне порівняння, нормалізація і перевірка узгодженості суджень за допомогою пакета MS Excel (табл. 3.6-3.7).

Таблиця 3.6 – Матриця парних порівнянь для елементів II рівня ієрархії

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Середнє
K1	1	5	0,2	0,2	0,2	7	0,107
K2	0,2	1	0,142	0,142	0,142	3	0,045
K3	5	7	1	1	1	7	0,269
K4	5	7	1	1	1	7	0,274
K5	5	7	1	1	1	7	0,274
K6	0,142	0,333	0,142	0,142	0,142	1	0,030
Сума	16,343	27,333	3,486	3,486	3,486	32	
Розмір матриці (n=6)	IУ					0,105	
	IP					1,24	
	Коефіцієнт узгодженості					0,085	

Таблиця 3.7 – Матриця парних порівнянь для елементів III рівня ієрархії

K1	Лайн арт	Колір	Текст	Середнє
Лайн арт	1	0,333	5	0,283
Колір	3	1	7	0,643
Текст	0,2	0,142	1	0,074
Сума	4,200	1,476	13	
Розмір матриці (n=3)	IY			0,033
	IP			0,58
	Коеф. узг.			0,056
K2	Текст	Візуал	Документ	Середнє
Текст	1	0,2	3	0,193
Візуал	5	1	7	0,724
Документ	0,333	0,142	1	0,083
Сума	6,333	1,343	11	
Розмір матриці (n=3)	IY			0,033
	IP			0,58
	Коефіцієнт узгодженості			0,057

Результати попарного оцінювання альтернатив за субкритеріями III рівня наведені в табл. 3.8, за критеріями II рівня в табл. 3.9.

Таблиця 3.8 – Матриці парних порівнянь для елементів III рівня ієрархії

Структура (лайн арт)	PS	CSP	CSP+MJ	CSP+NB	Середнє
PS	1	0,143	0,143	0,143	0,045
CSP	7	1	1	1	0,318
CSP+MJ	7	1	1	1	0,318
CSP+NB	7	1	1	1	0,318
Сума	22	3,143	3,143	3,143	
Розмір матриці (n=4)	IY				0,000
	IP				0,9
	Коефіцієнт узгодженості				0,000
Колір	PS	CSP	CSP+MJ	CSP+NB	Середнє
PS	1	0,333	0,111	0,111	0,050
CSP	3	1	0,111	0,111	0,089
CSP+MJ	9	9	1	0,5	0,357
CSP+NB	9	9	2	1	0,504
Сума	22	19,333	3,222	1,722	
Розмір матриці (n=4)	IY				0,075
	IP				0,9
	Коефіцієнт узгодженості				0,083
Текст (K1)	PS	CSP	CSP+MJ	CSP+NB	Середнє
PS	1	0,2	0,2	0,2	0,063
CSP	5	1	1	1	0,313
CSP+MJ	5	1	1	1	0,313
CSP+NB	5	1	1	1	0,313
Сума	16	3,2	3,2	3,2	

Продовження таблиці 3.8

Текст (K1)	PS	CSP	CSP+MJ	CSP+NB	Середнє
Розмір матриці (n=4)	IY				0,000
	IP				0,9
	Коеф. узг.				0,000
Текст (K2)	PS	CSP	CSP+MJ	CSP+NB	Середнє
PS	1	0,142	0,142	0,142	0,045
CSP	7	1	1	1	0,318
CSP+MJ	7	1	1	1	0,318
CSP+NB	7	1	1	1	0,318
Сума	22	3,142	3,142	3,142	
Розмір матриці (n=4)	IY				0,000
	IP				0,9
	Коефіцієнт узгодженості				0,000
Візуал	PS	CSP	CSP+MJ	CSP+NB	Середнє
PS	1	0,333	5	5	0,413
CSP	3	1	5	5	0,413
CSP+MJ	0,2	0,2	1	0,5	0,072
CSP+NB	0,2	0,2	2	1	0,102
Сума	4,4	1,733	13	11,5	
Розмір матриці (n=4)	IY				0,073
	IP				0,9
	Коефіцієнт узгодженості				0,081
Документ	PS	CSP	CSP+MJ	CSP+NB	Середнє
PS	1	0,142	0,2	0,2	0,051
CSP	7	1	5	5	0,606
CSP+MJ	5	0,2	1	1	0,171
CSP+NB	5	0,2	1	1	0,171
Сума	18	1,542	7,2	7,2	
Розмір матриці (n=4)	IY				0,071
	IP				0,9
	Коефіцієнт узгодженості				0,079

Таблиця 3.9 – Матриці парних порівнянь для елементів II рівня ієрархії

K3	PS	CSP	CSP+MJ	CSP+NB	Середнє
PS	1	1	8	6	0,423
CSP	1	1	8	6	0,423
CSP+MJ	0,125	0,125	1	0,2	0,042
CSP+NB	0,166	0,166	5	1	0,112
Сума	2,291	2,291	22	13,2	
Розмір матриці (n=4)	IY				0,08
	IP				0,9
	Коефіцієнт узгодженості				0,089
K4	PS	CSP	CSP+MJ	CSP+NB	Середнє
PS	1	0,2	0,111	0,111	0,039
CSP	5	1	0,2	0,2	0,118
CSP+MJ	9	5	1	1	0,422
CSP+NB	9	5	1	1	0,422
Сума	24	11,2	2,311	2,311	
Розмір матриці (n=4)	IY				0,046
	IP				0,9
	Коефіцієнт узгодженості				0,051

Продовження таблиці 3.9

K5	PS	CSP	CSP+MJ	CSP+NB	Середнє
PS	1	0,333	9	0,333	0,184
CSP	3	1	9	1	0,390
CSP+MJ	0,111	0,111	1	0,111	0,036
CSP+NB	3	1	9	1	0,390
Сума	7,111	2,444	28	2,444	
Розмір матриці (n=4)	IУ				0,053
	IP				0,9
	Коефіцієнт узгодженості				0,059
K6	PS	CSP	CSP+MJ	CSP+NB	Середнє
PS	1	1	3	3	0,375
CSP	1	1	3	3	0,375
CSP+MJ	0,333	0,333	1	1	0,125
CSP+NB	0,333	0,333	1	1	0,125
Сума	2,666	2,666	8	8	
Розмір матриці (n=4)	IУ				0,000
	IP				0,9
	Коефіцієнт узгодженості				0,000

Наступним кроком було обчислення середнього рейтингу пайплайнів по кожному з критеріїв III рівня з урахуванням ваг (табл. 3.10). Отриманий середній результат попарного оцінювання альтернатив за субкритеріями III рівня (табл. 3.8) відповідно перемножувався на вагу кожного субкритерія (табл. 3.7). Зважений середній рейтинг є сумою добутків за кожною альтернативою.

Таблиця 3.10 – Обчислення середнього рейтингу по кожному з субкритеріїв III рівня

Субкритерії K1	Ваги	PS	CSP	CSP+MJ	CSP+NB
Лайн арт	0,283	0,045	0,318	0,318	0,318
Колір	0,643	0,040	0,072	0,369	0,519
Текст	0,074	0,063	0,313	0,313	0,313
Зважені середні рейтинги		0,043	0,159	0,350	0,447
Субкритерії K2	Ваги	PS	CSP	CSP+MJ	CSP+NB
Текст	0,193	0,045	0,318	0,318	0,318
Візуал	0,724	0,310	0,520	0,070	0,100
Документ	0,083	0,067	0,556	0,188	0,188
Зважені середні рейтинги		0,312	0,238	0,484	0,128

Останнім кроком стало обчислення середнього рейтингу за кожним з критеріїв II рівня ієрархії (табл. 3.12). Середній результат попарного

оцінювання альтернатив за критеріями II рівня (табл. 3.9) відповідно перемножувався на вагу кожного субкритерія (табл. 3.6). Зважений середній рейтинг є сумою добутків за кожною альтернативою.

Таблиця 3.12 – Обчислення середнього рейтингу по кожному з критеріїв II рівня

Критерії	Ваги	PS	CSP	CSP+MJ	CSP+NB
K1	0,106	0,043	0,159	0,350	0,447
K2	0,044	0,237	0,488	0,127	0,148
K3	0,274	0,423	0,423	0,042	0,112
K4	0,274	0,039	0,118	0,422	0,422
K5	0,274	0,184	0,390	0,036	0,390
K6	0,029	0,375	0,375	0,125	0,125
Зважені середні рейтинги		0,203	0,304	0,183	0,310

Як видно з таблиці, експерти надали найбільший пріоритет критеріям «Загальний вплив на час виконання роботи» та «Загальна сталість». На всіх етапах коефіцієнт узгодженості становив менше 0,1, що говорить про постійну узгодженість суджень експертів.

Найбільшу кількість балів (0,310) набрав пайплайн Clip Studio Paint + Nano Vanana. Як показав експеримент, Nano Vanana є досить ефективним інструментом для роботи з зображення, в розглянутому випадку саме для колоризації лайн арту. Потрібно наголосити, що розроблені пайплайни з генеративним ШІ не враховували час на ручне доопрацювання. Саме тому, незважаючи на отриманий час роботи в першій частині експерименту, пайплайн Clip Studio Paint + Nano Vanana не сильно відірвався від Clip Studio Paint. Ваги пріоритетів були розставлені так, що передбачуваність (і подальша потреба у ручному доопрацюванні) мала одну вагу з впливом на швидкість виконання роботи. Тому можна сказати, що у зваженому середньому рейтингу альтернатив вже врахований фактор додаткових доопрацювань згенерованих зображень і Nano Vanana не замінює повністю роботу художника на етапі колоризації.

Досить близько за рейтингом вийшов пайплайн Clip Studio Paint. Використання інструментів цієї програми в кожному пайплайн вплинуло на

загальну якість зображення (фон став більш складним і детальним) в порівнянні з Adobe Photoshop.

Порівнюючи два найкращих пайплани, окремо треба врахувати ціну місячної підписки, яка на Clip Studio Paint є фіксованою, на Nano Banana ж залежить від бажаної кількості кредитів. Якщо враховувати, що на генерацію зображення йде в середньому 8 кредитів, то з підпискою Lite можна згенерувати біля 62 зображень на місяць, Pro – 250. Враховуючи середню кількість панелей коміксів, що створюється за місяць, і можливу потребу в кількох спробах генерації для отримання одного зображення, кредитів може не вистачити.

Пайплайн з Midjourney показав себе найгірше, що підтверджують спостереження і висновки з проведеного експерименту.

3.8 Висновки з експерименту і оцінювання

Після проведення практичного експерименту та оцінювання стало видно, що результати обох досить схожі і гіпотеза підтвердилася: використання спеціалізованих програм та засобів дійсно може підвищити ефективність роботи над напівреалістичними коміксами, при цьому дозволяючи користувачу легко перемикатися між етапами роботи.

Робота з інструментами класичних графічних редакторів дозволяє мати впевненість у відповідності результатів роботи поставленим вимогам, в той час як Midjourney дозволяє швидко генерувати варіації потрібного зображення, але загальна якість цих зображень не відповідає очікуванням і інструмент Retexture визнано неефективним. Nano Banana ж показав себе досить успішно як інструмент для колоризації зображень і дозволив зменшити час на виконання роботи, але декілька критеріїв не дозволили пайплайну Clip Studio Paint + Nano Banana мати сильнішу перевагу над пайплайном лише з Clip Studio Paint.

4 ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАСОБІВ

Після огляду та експериментального дослідження використання різних програмних засобів, можна узагальнити їхні слабкі і сильні сторони, а також навести деякі рекомендації щодо їхнього ефективного впровадження у робочий процес створення коміксів. У даній роботі вони розглядалися у контексті напівреалістичного стилю, але можуть показати себе ефективно і в більш стилізованих роботах.

4.1 Інструменти Clip Studio Paint

Перед початком роботи над візуальним оформленням коміксу слід продумати, які матеріали можуть знадобитися. Після цього слід зібрати потрібні 3D-моделі, текстури, палітри, мапи градієнтів, пензлі тощо.

Проблематичним може бути знайти потрібні складні моделі, наприклад, оточення чи предметів. Для цього можна задіяти сторонні програми (наприклад, Blender) та ресурси (знайти готову схожу модель в мережі Інтернет), або ж застосовувати схожу модель і модифікувати її зовнішній вигляд ситуативно.

На 3D-моделі персонажів можна нанести помітки певних деталей, що допоможуть зберігати сталість між фреймами.

Якщо 3D-модель фону або предмету не є текстурованою, тобто потребує опрацювання кольором, можна використовувати інструмент заливки з шаром з обводкою, при цьому назначивши шар з моделлю референсом.

Для лайн-арту рекомендується застосовувати векторні шари у поєднанні з векторним пензликом.

Головним, але несуттєвим недоліком Clip Studio Paint є недостатня оптимізація самої програми. Наприклад, при використанні пензлика великого розміру програма починає зависати. Така проблема відсутня в Photoshop.

Також деякі функції (Convert to lines and tones, Shading assistant) на даний час працюють не надто ефективно.

Загалом інструменти Clip Studio Paint дозволяють зменшити час на створення складних структурних об'єктів, а також полегшує виконання рутинних операцій, що дає художнику зосередитися на художньому опрацюванні матеріалу, чим збільшує його естетичну привабливість. До того ж програма дає гнучкість у робочих процесах, дозволяючи повертатися до кожного етапу роботи у будь-який момент. Окремо також потрібно відмітити можливість роботи з багатосторінковими документами та фреймами.

4.2 Midjourney

Як вже було зазначено, при роботі з коміксом з визначеним сторібордом важливим є дотримання висунутих вимог щодо композиції, кольорової гами, кількості і сталості персонажів тощо. В такому випадку інструмент Retexture для збереження композиції підходить більше, ніж Create. При цьому слід пам'ятати, що якість згенерованого зображення також залежить від якості вихідного зображення, тому заздалегідь необхідно створити чіткий зрозумілий скетч. Очікувалося, що Retexture при цьому можна використовувати на етапі флет-колору, cel- та soft-shading замість інструментів графічного редактору.

Як показало дослідження, навіть при наявності скетчу, референсів та детального промту Midjourney видає випадкові і непередбачувані результати, що сильно знижує якість роботи, не зважаючи на первинний «wow-ефект». Це призводить до потреби у постійних ітераціях в намаганнях добитися найбільш схожого до задумки зображення. Відсутній контроль над деталями, тому якщо, наприклад, в одній ітерації певний елемент відповідає задумці, а інші ні, то при наступній ітерації цей елемент зберегти не вдасться.

Більш доцільно було б використовувати Midjourney для генерації певних окремих деталей, аніж цілого зображення одразу, або для брейншторму. Для серії ж послідовних зображень інструмент Retexture не підходить. Можна

намагатися зберегти стилістику через численні ітерації та додавання нових зображень до мудборду, але загалом виходить досягти лише віддаленого схожого на бажаний результату. Тож для роботи над коміксами описаний пайплайн рекомендується не використовувати.

4.3 Nano Banana

Сервіс показав себе доволі ефективно у розглянутому пайплайні зокрема через можливість значно пришвидшити роботу над колоризацією зображення, зберігаючи при цьому певну сталість. Тим не менш, зважаючи на отримані оцінки за кожним з критеріїв, можна надати більш об'єктивні рекомендації щодо впровадження цього сервісу у свій пайплайн, адже експеримент було проведено лише на одному зразку комікса. Через це потрібно враховувати більше чинників, які впливатимуть на роботу.

Одним з головних недоліків цього пайплайну є наявність артефактів та непередбачуваність отриманого зображення за умови використання референса стилю, через що може бути потрібна більша кількість ітерацій (що призводить до зниження числа кредитів) або ручне доопрацювання в графічному редакторі. Особливо це стосується зображень з великою кількістю деталей. Також потрібно врахувати особливості художньої задумки.

Наступним недоліком є відсутність шарів зображення, що при подальшому доопрацюванні є досить незручним. Також при роботі з Nano Banana додатковий час йде на підготовку зображень з лайнартом та на розміщення вже згенерованих зображень у фрейми.

Враховуючи всі перелічені фактори, краще за все виконувати колоризацію в Nano Banana на зображеннях з меншою кількістю деталей, наприклад, коли персонаж зображений зблизька, або ж використовувати як референс стилю менш деталізоване зображення. Можливо також розглянути варіант з генерацією кольору на кількох зображеннях водночас, якщо вони знаходяться в одному контексті. Також можна припустити, що якщо в коміксі

будуть присутні сцени, наприклад, з різним освітленням або кольоровою гамою, то краще відмалювати референс самостійно, аніж використовувати одне і те саме зображення впродовж всієї роботи.

Загалом цей пайплайн можна визнати таким, що допомагає художнику пришвидшувати роботу над коміксом, при цьому не забираючи у нього художньої свободи. Також використання генеративного ШІ для колоризації готових зображень є більш етичним, аніж для створення зображень з нуля.

4.4 Загальний висновок

У всіх розглянутих пайплайнах наявність художника з певним рівнем навичок є необхідною для ефективного створення коміксів. Роль спеціаліста полягає не тільки у виконанні практичних дій, як то відмальовування коміксів з нуля чи виправлення деталей, але й у художньому контролі якості отриманих результатів. Глибоке розуміння естетичних і художніх принципів, як правило, у людей без відповідних практичних навичок мінімальне.

Генеративний ШІ зі своєю появою і поширенням змінив багато речей у сучасному світі, заповнивши майже кожен сферу людського життя, що дехто порівнює з появою Інтернету. Він дозволяє пришвидшувати певні робочі процеси, іноді навіть зводячи нанівець участь кваліфікованого спеціаліста. Цим він привертає увагу бізнесів, що бажають мінімізувати витрати та прискорити швидкість виконання тієї чи іншої роботи. Водночас поява генеративного ШІ підняла чимало етичних, соціальних, економічних та екологічних запитань. До того ж слід враховувати ставлення суспільства до продуктів, що використовують генеративний ШІ, особливо у мистецькому сегменті ринку. Згідно з опитуванням [12], «завзяті фанати, які бажають обговорити останні комікси, більш схильні відрікатися від підтримки генеративного ШІ», на що вказує 45,2% відповідей «Категорично не погоджуюсь» на твердження «Я вважаю, що впровадження штучного інтелекту є позитивним явищем у галузі коміксів».

Також, виходячи з цього опитування, більшість респондентів негативно відповіли на питання «Чи купили б ви комікс з оригінальним сюжетом, в якому переважно використовуються панелі, створені за допомогою штучного інтелекту?»: 75% респондентів, опитаних онлайн та 39,6%, опитаних особисто. Тільки 13,5% респондентів, опитаних особисто, відповіли позитивно.

Абсолютна більшість респондентів, опитаних онлайн і особисто, відповіли «Абсолютно погоджуюсь» на твердження «Видавці повинні повідомляти, якщо будь-які комікси були створені з використанням штучного інтелекту».

Результати опитування показують, що цільова аудиторія виражає переважно негативне ставлення до використання штучного інтелекту у коміксах.

Якщо казати про ставлення професіоналів до використання генеративного ШІ у індустрії коміксів, Готьє ван Меербек, головний редактор видавництва Le Lombard, висловлює «повну відмову» [13]. Коміксист MARVEL Джим Старлін же бачить ШІ як інструмент [14], але зазначає, що спроба видати повністю згенерований комікс є абсолютно неправильним, та обіцяє вказувати, коли і як саме він використовує ШІ.

Dark Horse Comics заявили [15], що навіть у своїх контрактах з працівниками вимагають, щоб робота не містила жодного матеріалу, згенерованого ШІ. Студія позиціонує себе як місце для підтримки незалежних митців.

Джим Лі, голова DC Comics, наголошує, що компанія ніколи не підтримуватиме генеративний ШІ. Варто зазначити, що, ймовірно, до цієї заяви зокрема привів інцидент з художником DC Франческо Маттіна [16], який використав ШІ для створення обкладинки випуску, чим викликав бурхливу негативну реакцію як інших професіоналів, так і фанатів коміксів.

Результати роботи генеративного ШІ досі залишаються у сірій правовій зоні у більшості країн світу: вони не підлягають авторському праву, але і конкретної врегулювання використання генеративного ШІ на законодавчому рівні ще нема. Всі популярні моделі натреновані на роботах художників, фотографів, письменників, пересічних користувачів Інтернету без їхньої згоди.

Генеративний ШІ натренований на існуючих стилях. Візуальний стиль є одним із головних елементів, що залучають нових читачів. Із засобами генеративного ШІ людина без художніх навичок могла б створювати продукт, що за візуальною якістю (принаймні, на перший погляд) тяжів би до продуктів професійних студій. Звичайно, при більш детальному розгляді різниця стала б очевидна. Тим не менш, один з елементів, що приваблює читачів, втрачає свою цінність.

Сьогодні, в еру контенту, час утримання уваги споживача на продукті звівся до мінімуму, нові продукти стрімко набувають популярності і часто так само швидко згасають, якщо не мають під собою чогось більшого, ніж матеріалу для мемів або актуальність відносно певних швидкоплинних подій сьогодення.

Можна припустити, що залучення читачів можна було б будувати не на безперервному потоці контенту, намагаючись публікувати нові розділи коміксу якомога частіше, аби лише утримати увагу споживача, а навпаки, на відчутті ексклюзивності, автентичності і приналежності.

Розглянуті питання і проблеми виходять за межі сухого технічного експерименту і аналізу, але цим підкреслюється важливість обраної теми. У підсумку хочеться підкреслити, що вміння аналізувати наслідки впровадження тих чи інших новітніх інструментів і технологій у довгостроковій перспективі є критичним і для окремого бізнесу, і для людства в цілому.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Характеристика науково-дослідного рішення

Метою даного розділу є економічне обґрунтування витрат на проведення науково-дослідної роботи (НДР), в межах якої передбачається дослідження ефективності використання різних пайплайнів та інструментів для створення коміксів у напівреалістичному стилі. Під час такого обґрунтування буде здійснено: розрахунок трудовитрат та заробітної плати працівникам, розрахунок одноразових витрат і прибутку, оцінку результатів НДР.

Реалізація НДР передбачає такі етапи:

- аналіз предметної області;
- визначення пайплайнів і засобів для створення коміксів;
- дослідження використання чотирьох пайплайнів і програмних засобів для створення коміксів у напівреалістичному стилі шляхом створення чотирьох зразків коміксу;
- складання критеріїв та схеми для оцінювання методом аналізу ієрархій і безпосереднє оцінювання;
- рекомендації щодо впровадження пайплайнів;
- доведення дійсності роботи методики.

5.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата

Під час виконання НДР було проведено огляд існуючого програмного забезпечення для створення коміксів, досліджено методи використання інструментів графічних редакторів та генеративного штучного інтелекту. Було розроблено пайплайни роботи в Adobe Photoshop, Clip Studio Paint, Midjourney та Nano Banana з урахуванням особливостей кожного програмного засобу і створено чотири зразки коміксу. Отримані пайплайни піддалися комплексному

оцінюванню методом аналізу ієрархій. На основі отриманих даних зроблено висновки про ефективність впровадження кожного пайплайну, а також виділено переваги та недоліки і надано загальні рекомендації. Умовно НДР можна розділити на три етапи: підготовчий, основний і заключний.

На етапі підготовки проаналізовано наявні в кожному програмному засобі інструменти, що могли б збільшити ефективність роботи з коміксами, а також зроблено загальну характеристику напівреалістичних коміксів. Пошук інформації проводився за допомогою мережі Internet на офіційних та тематичних вебсайтах.

На основному етапі розроблено пайплайни створення коміксів та створено чотири відповідні зразки коміксів з урахуванням витраченого часу.

На заключному етапі отримані пайплайни та зразки пройшли експертну оцінку, в результаті чого було обрано найбільш ефективний пайплайн. Виходячи з цього було зроблено аналіз результатів виконання НДР, складено звіт із його подальшим захистом.

Найбільш складною та відповідальною частиною при плануванні НДР є розрахунок трудомісткості робіт, тому що трудові витрати часто становлять основну частину вартості науково-дослідних робіт і безпосередньо впливають на строки розробки. Дану роботу виконували 2 фахівці: керівник роботи та художник. Середня заробітна плата художника за версією сайту dou.ua становить 30 000,00 грн. Керівник роботи отримує 9 000,00 грн/міс. Також було проведено консультацію з художниками-експертами що, проводилася на добровільній основі.

Середньоденна заробітна плата виконавця робіт ($Z_{ср.дн.}$):

$$Z_{ср.дн.} = \frac{Z_{ср.міс.}}{n}, \quad (5.1)$$

де $Z_{ср.міс.}$ – середньомісячна зарплата виконавця роботи;

n – число робочих днів у місяці, ($n = 22$).

Підставивши дані до формули (5.1), отримаємо середньоденну заробітну плату керівника у розмірі 409,09 грн, художника – 1363,63 грн.

Етапи виконання НДР, перелік і зміст робіт, трудомісткість їх виконання, заробітна плата виконавців робіт представлені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавців робіт

Перелік робіт	Кількість виконавців	Посада виконавця	Трудомісткість робіт, люд.-днів	Середньоденна заробітна плата, грн	Сума заробітної плати, грн
1. Підготовчий етап					
1.1. Розробка та затвердження ТЗ	1	Керівник роботи	1	409,09	409,09
1.2 Підготовка довідкових матеріалів та даних для виконання НДР	1	Керівник роботи	1	409,09	409,09
2. Основний етап					
2.1 Постановка задачі	1	Керівник роботи	1	409,09	409,09
2.2 Розробка сторіборду	1	Художник	1	1363,63	1363,63
2.3 Розробка пайплайнів	1	Художник	1	1363,63	1363,63
2.4 Розробка зразку коміксу в Adobe Photoshop	1	Художник	2,6	1363,63	3545,44
2.5 Розробка зразку коміксу в Clip Studio Paint	1	Художник	1,8	1363,63	2454,53
2.6 Розробка зразку коміксу з використанням Midjourney	1	Художник	1,3	1363,63	1772,72
2.7 Розробка зразку коміксу з використанням Nano Banana	1	Художник	1,3	1363,63	1772,72
3. Заклучний етап					
3.1 Оцінювання	3	Художник	1	0	0
3.2 Формування висновків та пропозицій за темою дослідження	1	Керівник роботи	1	409,09	409,09
3.3 Технічне оформлення звіту виконання НДР	1	Керівник роботи	2	409,09	818,18
Усього			16		14727,21

5.3 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР

Калькуляція собівартості розраховується відповідно до існуючих нормативних актів України. До складу калькуляції входять такі статті витрат:

- матеріальні витрати;
- витрати на оплату праці;
- єдиний соціальний внесок;
- амортизація основних засобів (вартість машинного часу);
- витрати на спожиту електроенергію;
- інші витрати.

Витрати на оплату праці розраховуються виходячи з необхідного для виконання робіт складу й кількості працівників, а також із середньомісячної заробітної плати. Відповідно до проведених розрахунків витрати на оплату праці виконавців роботи дорівнюють 14 727,21 грн.

Єдиний внесок на загальнодержавне соціальне страхування (ЄСВ) – консолідований страховий внесок, збір якого здійснюється в систему загальнообов’язкового державного соціального страхування в обов’язковому порядку і на регулярній основі з метою забезпечення захисту у випадках, передбачених законодавством, прав застрахованих осіб і членів їх сімей на отримання страхових виплат (послуг) за діючими видами загальнообов’язкового державного соціального страхування.

Ставка єдиного соціального внеску (ЄСВ) дорівнює 22 % від витрат на оплату праці, тобто розмір ЄСВ дорівнює 3 329,99 грн.

При виконанні НДР застосовувалися 1 комп’ютер вартістю 20 000,00 грн та 1 графічний дисплей вартістю 25 000,00 грн.

Зазначене устаткування є власністю організації-виконавця, тому доцільно розрахувати суму амортизаційних відрахувань на період виконання НДР. Витрати на обслуговування обладнання визначаються з вартості обладнання і часу його експлуатації, після закінчення якого воно підлягає заміні (зазвичай цей час не перевищує 3-х років), протягом року обладнання використовується 254 робочих дні. Амортизація основних засобів:

$$AB = \sum_{k=1}^L \frac{BO_k}{T} \times TE_k, \quad (5.2)$$

$$AB = \frac{20\,000,00 \cdot 16}{762} + \frac{25\,000,00 \cdot 16}{762} = 944,88 \text{ грн,}$$

де AB – сума амортизаційних відрахувань, нарахованих під час проведення науково-дослідницької роботи;

BO_k – вартість основних засобів k -го виду;

TE_k – термін експлуатації основних засобів k -го виду, днів;

T – термін науково-дослідницької роботи, днів;

L – кількість видів обладнання.

Витрати на використану обладнанням електроенергію (B_e):

$$B_e = M \cdot t \cdot T_{кВт}, \quad (5.3)$$

де M – потужність устаткування, тобто кількість енергії, споживаної за одиницю часу (кВт/година);

t – кількість годин використання устаткування за період проведення науково-дослідницької роботи;

$T_{кВт}$ – тариф, тобто вартість використання 1 кВт електроенергії.

Споживна потужність комп'ютера складає 0,5 кВт за годину, графічного дисплея – 0,01 кВт. Тариф складає 4,32 грн/кВт. Підставивши значення до формули (5.3), визначимо величину витрат на спожиту електроенергію у розмірі 282,01 грн.

До інших статей витрат відносяться адміністративні витрати (водопостачання, водовідведення, освітлення, опалення), які прийнято у розмірі 20 % від витрат на оплату праці, та вартість оплати послуг зв'язку.

Вартість оплати послуг зв'язку (безлімітний пакет Інтернет) становитиме 350,00 грн за 16 днів виконання НДР.

Використовувалося програмне забезпечення Adobe Photoshop, Clip Studio Paint та Midjourney. Витрати на Adobe Photoshop становлять 465,35 грн, Clip Studio Paint – 379,28 грн, Midjourney та Nano Banana – 421,94 грн.

За час виконання НДР витрати на відрядження, інформаційні послуги та маркетингові заходи не мали місця.

Результати розрахунку кошторису витрат, тобто одноразових витрат, на виконання НДР «Дослідження процесу розробки коміксів в напівреалістичному стилі» наведені в табл. 5.3.

Таким чином, кошторис витрат на виконання даної НДР визначає сумарні витрати за статтями п.1 ÷ п.6 та складає 24 178,04 грн.

Таблиця 5.3 – Кошторис витрат на розробку НДР

№	Стаття витрат	Сума, грн
1	Заробітна плата	14 727,21
2	Єдиний соціальний внесок (22 % від п.1)	3 239,99
3	Матеріальні витрати	0,00
4	Амортизація основних засобів	944,88
5	Витрати на спожиту електроенергію	282,01
6	Інші витрати, у тому числі:	
6.1	адміністративні витрати (20 % від п.1)	2 945,44
6.2	вартість послуг зв'язку	350,00
6.3	вартість підписки Adobe Photoshop	465,35
6.4	вартість підписки Clip Studio Paint	379,28
6.5	вартість підписки Midjourney	421,94
6.6	вартість підписки Nano Banana	421,94
	Усього витрати на розробку (Вр)	24 178,04

5.4 Оцінка результатів НДР

Результат – це завершальний наслідок послідовності дій, виражений якісно або кількісно. В загальному випадку оцінка результатів НДР – це визначення ефективності отриманих рішень порівняно з сучасним науково-технічним рівнем.

Відповідно до теми даної роботи можна зробити висновок про те, що результатом впровадження НДР є зменшення ціни та часу на виробництво обкладинки порівняно з неавтоматичним методом.

Результат від впровадження НДР визначається за формулою:

$$\Delta P_j = |X_{бj} - X_{нj}|, \quad (5.4)$$

де ΔP_j – покращення j -ої характеристики досліджуваного процесу за рахунок впровадження результатів НДР ($j = 1, m$);

m – кількість досліджуваних характеристик;

$X_{бj}$ – базове значення j -ої характеристики;

$X_{нj}$ – нове значення j -ої характеристики після впровадження НДР.

У експериментальній частині проведено парне порівняння пайплайнів методом аналізу ієрархій за шістьма критеріями. Результати оцінювання наведені у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Зважена середня оцінка пайплайнів

Пайплайн	Adobe Photoshop	Clip Studio Paint	Clip Studio Paint + Midjourney	Clip Studio Paint + Nano Banana
Оцінка	0,203	0,304	0,183	0,310

З урахуванням того, що пайплайн з Adobe Photoshop був взятий як базовий для визначення ефективності інших пайплайнів, можна взяти різницю в оцінюванні за критеріями між першою та іншими пайплайнами як результат від впровадження НДР у чисельному вигляді.

Підставивши відповідні значення ціни та часу створення обкладинки до (5.4), визначено результат від впровадження НДР у чисельному вигляді:

$$\Delta P_{CSP} = |0,203 - 0,304| = 0,101 \text{ балів},$$

$$\Delta P_{CSP+MJ} = |0,203 - 0,183| = 0,020 \text{ балів},$$

$$\Delta P_{CSP+NB} = |0,203 - 0,310| = 0,107 \text{ балів}.$$

Потрібно зауважити, що пайплайн Clip Studio Paint + Midjourney показав негативний результат ефективності порівняно з базовим пайплайном. Інші ж показали свою ефективність.

5.5 Визначення економічної ефективності результатів НДР

Для визначення економічної ефективності результатів НДР необхідно порівняти витрати на розробку НДР з отриманими результатами.

Основним показником економічної ефективності науково-дослідної роботи є коефіцієнт «ефект-витрати», який розраховується за формулою:

$$K_{ев} = \frac{\Delta P_j}{B_p}, \quad (5.5)$$

де B_p – витрати (кошторисна вартість) на виконання НДР, грн;

$K_{ев}$ – коефіцієнт «ефект-витрати», який відбиває, наскільки кожна гривня витрат НДР змінює j -ту характеристику досліджуваного процесу.

Підставивши раніше визначені значення до (5.5), розраховано чисельне значення коефіцієнту «ефект-витрати» розроблених пайплайнів порівняно з загальними рішеннями:

$$K_{ев(CSP)} = \frac{0,101}{24\,178,04} \times 100 \% = 0,00042 \%,$$

$$K_{ев(CSP+MJ)} = \frac{0,020}{24\,178,04} \times 100 \% = 0,00008 \%,$$

$$K_{ев(CSP+NB)} = \frac{0,107}{24\,178,04} \times 100 \% = 0,00044 \%.$$

У результаті виконання НДР можна зробити висновок про те, що робота в цілому має позитивний показник економічної ефективності. При використанні розглянутих пайплайнів створення коміксів, кожна гривня призводить до збільшення ефективності роботи над коміксами на кожному етапі. Єдиним пайплайном, що виявився неефективним, є Clip Studio Paint + Midjourney, що показало недоречність його використання. Загалом роботу можна вважати ефективною та такою, що має науковий і технічний рівень.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі відповідно до завдання було проведено аналіз літератури за темою дослідження, що дало змогу сформулювати пайплайни з використанням різних інструментів і підходів до створення коміксів.

Результати дослідження засвідчили, що використання спеціалізованих інструментів і новітніх технологій може значно спростити роботу над коміксами, при цьому зменшивши час, що йде на роботу. В роботі було досліджено використання Clip Studio Paint, генеративних ШІ Midjourney та Nano Banana як допоміжних інструментів художника при роботі над коміксами. Всі три пайплайни дозволили зберегти час на створення одного зразку коміксу порівняно з базовим пайплайном в Adobe Photoshop. Clip Studio Paint дозволив полегшити роботу з фреймами, текстом, структурою та кольором. Сервіси ШІ значно скоротили час, що йде на колоризацією зображення, однак показали різні результати візуальної сталості, через що інструмент Retexture у Midjourney не рекомендується застосовувати для створення коміксів. Це підтвердили і результати оцінювання методом аналізу ієрархій.

Розглянуті у роботі засоби і інструменти дозволили сформулювати рекомендації щодо впровадження кожного розглянутого інструмента у роботу. Пайплайн Clip Studio Paint + Nano Banana отримав найвищий рейтинг, однак при роботі потрібно зважати на певну непередбачуваність ШІ та на обмежену кількість зображень, які можна згенерувати.

При використанні ШІ в контексті роботи над творчим продуктом потрібно враховувати описані в роботі соціальні, етичні, правові та інші обставини. Також хочеться підкреслити, що у часи стрімкого розвитку технологій, автоматизації процесів і великої маси контенту видавцям коміксів та інших медіа є сенс передивитися свій підхід до створення продуктів і їхнього просування, можливо, зробивши фокус на автентичності і створенні спільноти, аніж на намаганні видати якомога більше контенту за якнайменший час.

При кожному розглянутому пайплайні необхідним є задіяння досвідченого художника, що не тільки вміє користуватися тими чи іншими технічними інструментами, а і здійснює безперервний контроль якості зображень, що дозволяє досягти найкращої якості.

Дана кваліфікаційна робота може використовуватися у якості рекомендацій під час обрання пайплайнів для роботи над коміксами. Також її можна використовувати як основу для подальшого дослідження, наприклад, щодо використання генеративного ШІ при роботі над послідовними зображеннями.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Näpel, O. (1998). *Ausschwitz in Comic: Die Abbildung unvorstellbarer Zeitgeschichte*. LIT-Verlag: Münster (u.a.).
2. Webtoon. (n. d.). <https://www.webtoons.com/en/>.
3. Cognitive Market Research. (2025). The Global Comic Book market size was USD 10670.55 Million in 2024!. https://www.cognitivemarketresearch.com/comic-book-market-report#tab_report_details.
4. Fortune Business Insights. (2025). *Webcomics Market Size, Share, Growth & Trends [2025-2032]*. <https://www.fortunebusinessinsights.com/webcomics-market-105731>.
5. Webtoon. (n. d.). *Lore Olympus*. https://www.webtoons.com/en/romance/lore-olympus/list?title_no=1320.
6. BookTop. (2025). *Українські комікси – 20 найкращих графічних книг*. <https://booktop.com.ua/hudozhni/komiksy-ta-manga/ukrainski-komiksy>.
7. Adobe. (n. d.). *Photoshop*. <https://www.adobe.com/ua/products/photoshop>.
8. Clip studio paint. (n. d.). *Clip studio paint – More powerful drawing*. - More powerful drawing. <https://www.clipstudio.net/en/>.
9. Midjourney. (n. d.). <https://www.midjourney.com/>.
10. Nano Banana. (n. d.). *Nano Banana: Online AI Image Editor*. <https://www.nano-banana.com/>.
11. Reddit. (2025). *Charantides. Manga comic made in 6.1 as a proof of concept*. https://www.reddit.com/r/midjourney/comments/1em6qux/manga_comic_made_in_61_as_a_proof_of_concept/.
12. Arts Management and Technology Lab. (2025). *Survey Results: Audiences and Generative AI and the Comic Book Industry – Arts Management and Technology Lab*. <https://amt-lab.org/blog/2024/6/aicomicbookmarketplace>.

13. Epps, J. (2024). As AI Grows, the Comic Industry Is Fighting Back Against the Encroaching Tech. ScreenRant. <https://screenrant.com/comics-industry-ai-fears-future-plans-op-ed/>.
14. Silva, L. (2024). Marvel's Jim Starlin, the Man Behind Thanos, Wants to Embrace AI in New Comics. ScreenRant. <https://screenrant.com/marvel-comics-jim-starlin-thanos-ai/>.
15. Colbert, I. (2024). Dark Horse Comics Says It Won't Accept AI Art and Supports 'Human Creative Professionals'. IGN. <https://www.ign.com/articles/dark-horse-comics-says-it-wont-accept-ai-art-and-supports-human-creative-professionals>.
16. Colbert, I. (2025). Jim Lee Says DC Comics Will Never Support Generative AI. Gizmodo. <https://gizmodo.com/dc-comics-jim-lee-generative-ai-new-york-comic-con-2000670254>.
17. Carter, J. (2024). DC Drops Artist Francesco Mattina's Variant Covers After Alleged AI Use. Gizmodo. <https://gizmodo.com/francesco-mattina-dc-comics-genai-variant-covers-1851555967>.
18. Shanxi L., & Xiaoyu J. (2023). A Study on the Application of Generative Artificial Intelligence Technology in Image Design. Proceedings of the 2nd International Conference on Intelligent Design and Innovative Technology (ICIDIT 2023). (p. 338-350).
19. Литвиненко, С. (2024). Дослідження використання штучного інтелекту для автоматичного створення обкладинок. Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті. (с. 948-949).
20. Kaluhin, N., & Vovk, O. (2024). Artificial intelligence and digital art. *Memorias de SYNTOPIA*. (p. 30-31).
21. Biziuk, A., & Oliinyk, V. (2025). Role of artificial intelligence in content generation. *Jóvenes en la ciencia*, (35), <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/4730/4214>
22. Терещук, І., & Шипова, М. (2025). Проблеми генеративного ШІ в графічному дизайні. Інформаційні технології в сучасному світі: дослідження молодих вчених. (с. 120).

23. Роскошна, А., & Шипова, М. (2025). Візуальні новели, як спосіб сучасного інтерактивного представлення інформації. Інформаційні технології в сучасному світі: дослідження молодих вчених. (с. 118).

24. Meshcheriakova, A., & Kulishova, N. (2025). Artificial intelligence as a design tool for a printing shop. *Memorias de SYNTOPIA*. (p. 20-21).

25. Кузнєцова, С. В., & Кулішова, Н.Є. (2025). Технічні засоби для створення коміксів. *Радіоелектроніка та молодь у ХХІ столітті*. (с. 577-578).

26. Kulishova, N., & Sajek, D. (2025). Using Machine Learning and Generative Intelligence in Book Cover Development. *Journal of Imaging*, 11(2), 46. <https://doi.org/10.3390/jimaging11020046>.

27. Кулішова, Н. Є., Столяров, І., & Цикало, С. (2024). Процес прийняття рішень при дизайні ілюстрацій настільних ігор з використанням додатків генеративного штучного інтелекту. *Технологія і техніка друкарства*, 1(83), 26-38. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.1\(83\).2024.299490](https://doi.org/10.20535/2077-7264.1(83).2024.299490).