

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Західноукраїнський національний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії

Абрамович Юрій Андрійович
«Модель та засіб оцінки платформи розробки
відеопродуктів / Video product development
platform evaluation tool»

спеціальність: 123 - Комп'ютерна інженерія
освітньо-професійна програма - Комп'ютерна інженерія
Кваліфікаційна робота

Виконав студент групи КІм-22
Ю.А. Абрамович

Науковий керівник:
к.т.н. Н.Я. Савка

Кваліфікаційну роботу допущено
до захисту:

" ___ " _____ 20__ р.

Завідувач кафедри
_____ О.Л. Дубчак

Тернопіль – 2023

РЕЗЮМЕ

Кваліфікаційна робота на тему «Модель та засіб оцінки платформи розробки відео-продуктів» зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» освітнього ступеня «магістр» містить 83 сторінки, 28 ілюстрацій, 3 додатки та 50 джерел за переліком посилань.

Мета кваліфікаційної роботи: розробка моделі оцінки платформи розробки відео-продуктів й на цій основі створення платформи для генерації відеороликів.

Методи досліджень. Аналізу та синтезу, порівняльного аналізу, розпізнавання, класифікації, комп'ютерного моделювання.

Результати дослідження. Розглянуто задачу аналізу сучасних платформ для створення відео-продуктів. Результатами досліджень показано їх складність, дороговартісність та наявність відповідних знань. Сформульовано вимоги до розробки платформи генерації відеороликів, зокрема, простота, доступність. Проаналізовано сучасні технології та сервіси для розробки платформ аналізу відеофайлів. Зазначено їх переваги та недоліки.

Розроблено алгоритми аналізу відеофайлів для виокремлення метаданих та генерації відеороликів на основі отриманих даних.

Практичне значення. Розроблено платформу для генерації відеороликів, яка характеризується простотою функціоналу, зручним інтерфейсом та доступністю для будь-якого користувача.

Орієнтовні напрямки розвитку досліджень. Удосконалення платформи аналізу відеофайлів та генерації на цій основі відеороликів на основі сучасних засобів аналізу та розпізнавання.

Ключові слова: РОЗПІЗНАВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ, ВІДЕОФАЙЛ, ВІДЕОРОЛИК, АЛГОРИТМ АНАЛІЗУ ВІДЕОКАДРІВ, МЕТАДАНИ, ПЛАТФОРМА ГЕНЕРАЦІЇ ВІДЕОПРОДУКТІВ.

RESUME

Qualification work "Video product development platform evaluation tool" from the specialty 123 «Computer engineering» written 83 pages volume and contains 28 illustrations, 3 applications and 50 sources for references.

The purpose of the qualification work: to development the model for evaluation of the platform for development video products and, on this basis, the creation platform for generation videos.

Research methods. Analysis and synthesis, comparative analysis, recognition, classification, computer modeling.

Research results. The task of analyzing modern platforms for creating video products is considered. The results of research show their complexity, high cost and availability of relevant knowledge. The requirements for development of video generation platform are formulated in particular, simplicity, accessibility. Modern technologies and services for development of video file analysis platforms are analyzed. Their advantages and disadvantages are indicated.

Algorithms for analysis of video files to extract metadata and generate videos based on the received data are developed.

Practical meaning. The platform for video generation is developed, which is characterized by simplicity of functionality, convenient interface and accessibility for any user.

Indicative directions of research development. Improvement of the video file analysis platform and generation of video clips based on modern analysis and recognition tools.

Keywords: VIDEO FILE, VIDEO, VIDEO ANALYSIS ALGORITHM, IMAGE RECOGNITION, METADATA, VIDEO PRODUCT GENERATION PLATFORM.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Аналіз платформ розробки відеопродуктів.....	10
1.1 Аналіз засобів розробки відеоряду.....	10
1.2 Аналіз технологій розробки платформ.....	19
1.3 Аналіз сервісів моделювання платформ	21
1.4 Постановка задачі кваліфікаційної роботи.....	25
1.5 Висновки до розділу.....	27
2 Алгоритми аналізу платформ розробки відеопродуктів.....	28
2.1 Алгоритм опрацювання відео.....	28
2.2 Алгоритм розробки відеоролика.....	32
2.3 Обґрунтування засобів розробки платформи	34
2.4 Висновки до розділу.....	44
3 Реалізація алгоритму аналізу платформ розробки відеопродуктів..	45
3.1 Архітектура програмної системи.....	45
3.2 Інтерфейс користувача.....	53
3.3 Функціонал платформи.....	62
3.4 Висновки до розділу.....	69
Висновки.....	70
Список використаних джерел.....	71
Додаток А. Світлокопії публікацій.....	76
Додаток Б. Блок-схема процедури виокремлення метаданих.....	82
Додаток В. Довідка про використання.....	83

ВСТУП

В теперішній час спостерігається тенденція розвитку нових технологій, що зумовлює появу на ринку нових продуктів найрізноманітніших типів. Розробляють нові та удосконалюють існуючі комп'ютерні комплектуючі, обчислювальні машини, телефони, планшети. В той же час розвивається сфера дозвілля, з'являються нові фільми, телешоу, пізнавальні програми, телемарафони, тощо. Кожен із продуктів є досконалішим сучасним прототипом вже існуючи, проте щоб ним цікавилися, користувалися, переглядали, купували, про нього повинен знати пересічний споживач. При цьому доцільною є реклама, що є основним важелем маркетингової політики.

Реклама будь-якого продукту сприяє розповсюдженню інформації про нього, зокрема, переваг у порівнянні із аналогами, функціоналу, ефективності досягнених результатів. Це стосується також і різних платформ в мережі Інтернет, які прагнуть мати якомога більшу аудиторію.

У період інформатизації та цифровізації суспільства найефективнішою є реклама в мережі Інтернет, що є однією із дороговартісних сфер. Адже ціль будь-якої реклами – це збільшення прибутку: у замовника продажі підуть вгору за рахунок ефективної реклами, а для виконавця – це джерело доходів. В той же час, рекламний ролик повинен бути інформативним, коротким, цікавим та містити рухомі кадри, що сприяє зосередженню уваги глядача.

Якщо, наприклад, розглянути рекламу на основі відеопродуктів, що сьогодні є досить популярним засобом розповсюдження інформації, то це доволі ресурсо- та часозатратна процедура. Виконання одного рекламного відео вимагає чимало фінансових та часових витрат. Адже для цього потрібні кваліфіковані люди, праця яких вартує не дешево, купити програмне забезпечення, ліцензії, технічні засоби. Варто зазначити, що для отримання якісного відеопродукту, необхідно перш за все обрати вдалі моменти, на які

будуть звертати увагу і які залишатимуть слід, якусь асоціацію, а це досить клопіткий та затратний процес.

Із розвитком інформаційних технологій з'являється чимало платформ, які містять механізми розробки відеороликів. Є комерційні та безкоштовні ресурси, які працюють в інтерактивному режим, проте кожна система свій індивідуальний інтерфейс, вивчення якого інколи вимагає певних знань та займає багато часу.

Таким чином, метою здійснених досліджень є аналіз платформ розробки відеопродуктів й на цій основі розробка простої та зрозумілої системи для пересічного користувача.

Досягнення мети кваліфікаційної роботи вимагає виконання таких задач:

- аналіз існуючих платформ для розробки відео;
- аналіз технологій розробки web-платформ;
- дослідження сервісів моделювання платформ;
- обґрунтування вибору програмних засобів розробки платформи розробки відеопродуктів;
- розробка алгоритму опрацювання відео-матеріалів;
- розробка схеми виокремлення метаданих із відеофайлу;
- розробка архітектури програмної системи розробки відео;
- реалізація моделі аналізу web-платформи;
- аналіз інтерфейсу користувача та функціоналу розробленої платформи.

Об'єкт дослідження – процес розробки відео.

Предмет дослідження – алгоритми розробки web-платформи для створення рекламних відеоматеріалів.

Методи дослідження. Методи аналізу для дослідження існуючих платформ розробки відеопродуктів, порівняльного аналізу під час дослідження технологій та сервісів моделювання web-платформ, комп'ютерного моделювання при розробці програмної системи аналізу платформ розробки відеопродуктів.

При виконанні кваліфікаційної роботи використано такі програмні засоби: мови програмування Java Script, Type Script; бібліотеку розробки web-ресурсів React; фреймворк NestJS, платформу NodeJS; хмарні сервіс AWS; інтегроване середовище розробки: Web Storm, VS Code що надають широкий спектр інструментів та механізмів для розробки ресурсу аналізу платформ розробки відеопродуктів, що пов'язані із рекламою.

Наукова новизна одержаних результатів дослідження:

– розробка універсальної платформи для розробки рекламних відео-матеріалів, орієнтовану на потреби користувачів.

Практичне значення отриманих результатів. Web-платформа для розробки відеопродуктів.

Публікація та апробація результатів. Основні результати дослідження опубліковано на X Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених «Інформаційні технології – 2023» [26] та VIII науково-практичній конференції «Інтелектуальні ком'ютерні системи та мережі» [5]. Копії публікацій наведено у додатку А.

У першому розділі досліджено та проаналізовано існуючі програмні засоби для розробки відеопродуктів, виокремлено їх основні недоліки. Охарактеризовано відомі технології та сервіси для розробки Web-платформ, сформульовано вимоги до розроблювальної платформи.

У другому розділі розроблено алгоритми опрацювання відеоматеріалів та виокремлення метаданих із відеофайлів. Обґрунтовано вибір програмних засобів для розробки web-платформи аналізу відеопродуктів.

У третьому розділі розроблено архітектуру програмної системи для аналізу відеопродуктів, описано інтерфейс платформи та представлено варіанти її функціонування. У додатках представлено копії публікацій результатів розробки кваліфікаційної роботи та довідку про використання.

1 АНАЛІЗ ПЛАТФОРМ РОЗРОБКИ ВІДЕОПРОДУКТІВ

1.1 Аналіз засобів розробки відеоряду

Програми для створення відео відрізняються функціоналом, гнучкістю інструментів та наявністю готових шаблонів. Кожна програма має свої переваги та недоліки.

На комплексній онлайн-платформі для брендингу Renderforest є безліч шаблонів відео. З їхньою допомогою можна створити інтро, пояснючі відео експлейнери, анімовані відео з типографікою, візуалізацію музики, проморолики продукції, корпоративні презентації, відеоінфографіку та багато іншого. Платформа також випустила програму для створення відео для iOS та Android [23, 29].

Renderforest пропонує більше 1000 редагованих шаблонів відео, в яких вбудовано понад 10 000 тематичних сцен. Розроблені професіоналами у сфері анімації та моушн-дизайну шаблони дають можливість оформити ролик для будь-якого проекту. Головне, кастомізація не потребує жодних навичок дизайну та монтажу.

У шаблоні можна завантажити свої зображення, відео, логотип, додати текст, фонову музику та закадровий голос. Більшість шаблонів дозволяють налаштувати кольори та стиль. Існує можливість підібрати відповідні зображення та відео із вбудованої колекції стокових файлів.

У деяких шаблонах доступні готові пресети. Редаговані пре сети – це підбір сцен із готовим сюжетом, які суттєво полегшать процес створення відео. Просто достатньо вибрати відповідний за тематикою пресет, додати текст і завантажити свої медіафайли і відео буде готовим за кілька хвилин.

Renderforest доступний 9 мовами, що досить зручно. Renderforest пропонує першу у своїй ніші функцію – автоматизоване створення анімованих відео. Вона заснована на штучному інтелекті та алгоритмах машинного навчання та дозволяє користувачам генерувати ролики за кілька секунд: для

цього потрібно лише ввести сценарій відео, і система, проаналізувавши його, створить відео самостійно.

Переглянути готове відео можна в режимі попереднього перегляду. Це здійснюється безкоштовно до початку рендерингу. Кожну окрему сцену також можна переглянути під час редагування перед тим, як перейти до наступного етапу. На рисунку 1.1. показано загальне вікно інтерфейсу програми.

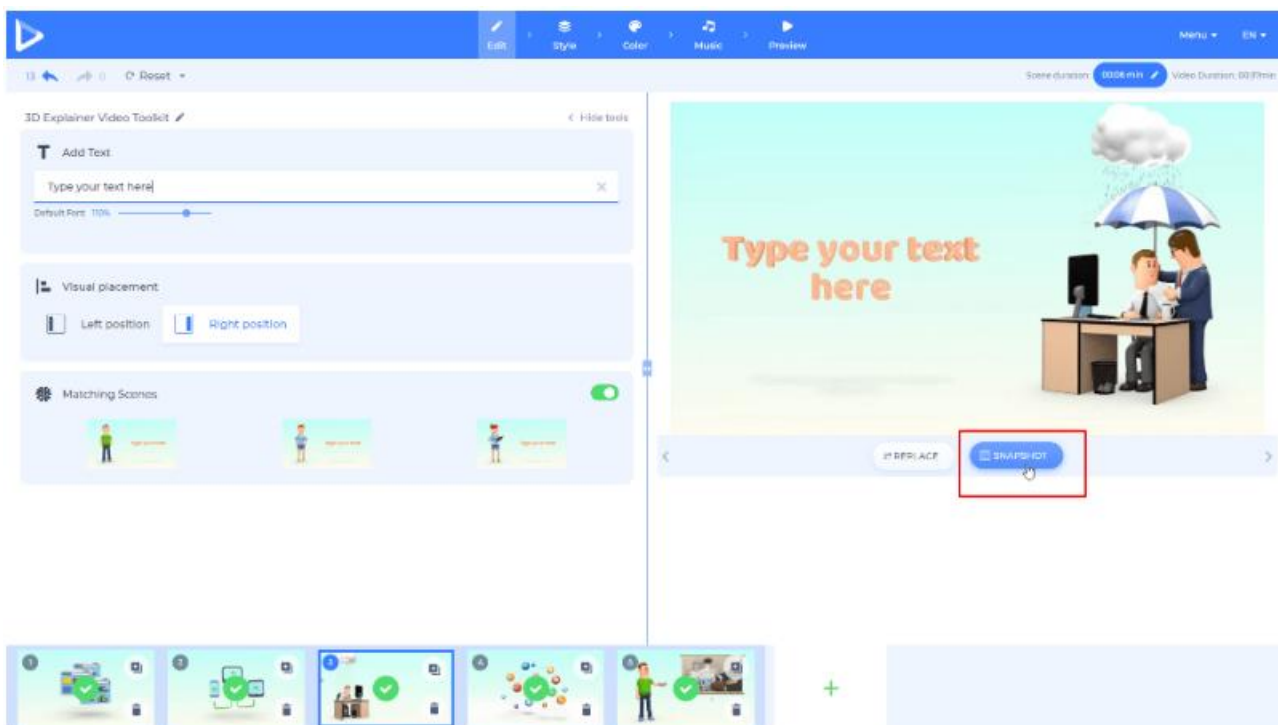


Рисунок 1.1 – Екранна форма інтерфейсу програми

Власники передплати отримують доступ до аудіо редактора закадрового голосу. Він дозволяє записувати та додавати голос за кадром для кожної сцени. Поділитися відео в соціальних мережах можна одразу з редактора, а також завантажити його. Безкоштовна передплата дозволяє створювати необмежену кількість відео тривалістю до 3 хвилин.

Завантажити відео у високій якості (HD720, Full HD1080) можна двома способами. Користувачі можуть вибрати потрібну якість відео або оплатити експорт 1 відео, або оформити одну із платних передплат. Ціни пакетні передплати стартують з \$5.99. Оплата здійснюється щорічно. Плани передплати

включають різну кількість відео, логотипів, мокапів та веб-сайт для завантаження у високій якості.

Adobe Spark – онлайн-сервіс, який дає можливість створювати графічний дизайн, короткі відео та веб-сайти у веб-версії та програмі. За допомогою даного сервісу можна створити гарні відеоматеріали, не маючи професійних навичок. Adobe Spark дозволяє недизайнерам створити відео для просування за допомогою сотні шаблонів [30].

Настроюваний онлайн-інструмент від Adobe дозволяє використовувати власні зображення, тексти, закадровий голос, а також якісні зображення з Adobe Stock. Adobe Spark доступний 15 мовами. Найцікавіша фішка Adobe – синхронізація. Якщо користувач спонтанно вирішив зняти щось на телефон, то це можна зробити без проблем, а потім синхронізувати та відредагувати відео на комп'ютері просто та ефективно.

Преміум-функції включають брендovanі шаблони та теми, а також доступ до бібліотеки Adobe Fonts. Безкоштовний стартер план дає доступ тільки до зображень та іконок. Ціни на платні плани передплати починаються з \$9.99 на місяць (при оплаті за рік) та включають Photoshop та Lightroom.

WeVideo – хмарний онлайн-відеоредактор, який передбачає мінімум зусиль особливо для створення бізнес-презентацій. Сервіс включає бібліотеки стокових відео, зображень та аудіофайлів. Щодо кастомізації, вона досить обмежена. Користувачі можуть завантажувати медіафайли, а можуть імпортувати їх з інших онлайн-джерел, наприклад Google Drive, Facebook та ін. [29].

Незважаючи на те, що на WeVideo є можливість налаштовувати кольори, шрифти та розміри, це не поширюється на заголовки та переходи. Плюс у тому, що на платформі є вікно з попереднім переглядом, де можна переглянути і відредагувати відео. Екранну форму головного вікна програми представлено на рисунку 1.2.

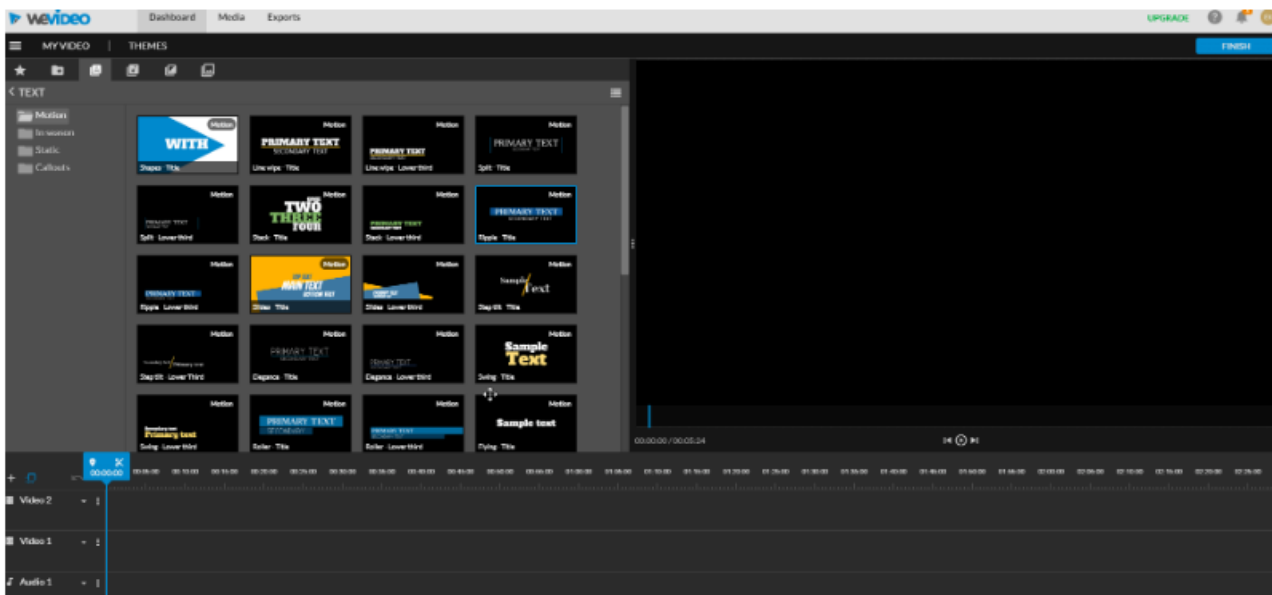


Рисунок 1.2 – Екранна форма інтерфейсу платформи WeVideo

Сервіс доступний лише англійською мовою. Даний відеоредактор має дві основні фішки. Перша полягає в тому, що під час створення нового відео можна вибрати його формат: горизонтальний, вертикальний або квадратний. І якщо по ходу справи передумати, нічого страшного не відбудеться, перемикатися між різними форматами можна і в процесі редагування.

Друга фішка – синхронізація. Можна зв'язати сервіс з документом Google або електронною таблицею Google, щоб отримати доступ до своїх файлів і назібрати всі файли в одному місці. Після завершення роботи над проектом може опублікувати його на сайті WeVideo або інших ресурсах, а також завантажити відео на пристрій.

Безкоштовний план передплати включає створення відео в 480 р тривалістю до 5 хвилин. Ціни на платні плани передплати стартують із \$4.99 (при оплаті за рік).

Moovly – простий у використанні редактор відео, який стане чудовим рішенням для малого та середнього бізнесу, освітніх проектів, корпоративних роликів та ін. Редактор Moovly включає величезну бібліотеку зображень, графіки та анімацій. Один проект може включати кілька сцен та відео. Його можна створити з нуля чи на базі шаблону. Користувачі можуть змінити колір

фону, співвідношення сторін відео, завантажити свої зображення та звукові ефекти, вони будуть автоматично додані до вашої особистої бібліотеки [23].

Якщо немає відео, щоб додати до проекту, вибирають анімації та відео з бібліотеки та відредаговують їх. Сайт Moovly доступний лише англійською мовою. Moovly має 2 фішки, які не можна обійти без уваги. Перша – можливість запису свого аудіо. Друга – можливість використовувати фонові відео.

Після завершення налаштування відео є два варіанти його збереження: можна натиснути кнопку "зберегти" або кнопку "зберегти та вийти". Потрібно додати назву, створити копію проекту, скачати його та поділитися. Відеом можна поділитись у галереї Moovly та організувати спільний доступ.

Експортування відео доступне лише власникам платного плану передплати або безкоштовної підписки для навчання. Якщо використовувати безкоштовну пробну версію, то для завантаження свого проекту потрібно оформити план підписки.

Вартість плану передплати починається з \$25.00 на місяць (при оплаті за рік). Але для власників “навчальної” підписки є винятки. Маючи доступ до адреси електронної пошти школи або університету, можна скористатися планом підписки Edu Free. Такий план передплати необхідно продовжувати кожних 6 місяців. Вартість тарифного плану Edu Pro складає \$8.25 на місяць.

Viteable – онлайн-платформа для створення відео. Вона пропонує великий вибір шаблонів та футажів, які підійдуть будь-якому проекту. Маркетингові ролики, відео з анімованою типографікою та ін. – сервіс пропонує сотні готових сцен, серед яких кожен знайде відповідний варіант.

Viteable доступний лише англійською мовою. Платформа дуже проста у використанні та не вимагає жодних навичок відеомонтажу. Можна завантажити свої медіафайли або використовувати стікові. Окрім цього, на сайті є велика бібліотека музичних треків для використання у проектах. Варто зазначити, що створення відео займає кілька хвилин. Відео може бути оброблене HD1080 або HD720 [29].

Безкоштовний план передплати дає доступ до їхнього базового контенту та можливість створити до 10 нових проєктів на місяць. Ціни на платні плани передплати стартують від \$20 на місяць (при оплаті за рік).

Powtoon – платформа для створення анімованих відео та презентацій. Вона надає легку для використання платформу із інструментами для створення презентацій, відео експлейнерів та анімацій. Почати роботу над своїм проєктом можна, скориставшись заздалегідь створеними анімаціями та ілюстраціями, шаблонами у різних стилях. Користувачі можуть завантажувати мультимедійні файли: зображення, відео, музику або аудіофайли. Інструмент для запису аудіо дозволяє записувати аудіо кілька разів. До проєкту можна додати різні сцени, фонові відео та зображення, додати форми та текст із дизайном.

Powtoon доступний лише англійською мовою. Одна із зручних фішок Powtoon – офлайн-варіант програми для створення відео для ПК на базі Windows. Таким чином, створену презентацію можна завантажити та продемонструвати офлайн. Ця функція доступна лише преміум-користувачам [21].

Редактор має два режими: створення та редагування. У режимі редагування можна переміщувати об'єкти та налаштовувати вибрані сцени. Користувачі іноді стикаються з технічними неполадками під час завантаження своїх зображень і відео, тому процес створення відео може затягнутися.

З іншого боку, Powtoon має зручні інтеграції з такими платформами як Hubspot, Wistia і Vimeo. Powtoon дає можливість ділитися створеними відео та презентаціями у соціальних мережах та завантажувати їх у різних форматах. У безкоштовному режимі доступно лише два формати: ppt та pdf.

Безкоштовний обліковий запис Powtoon дозволяє працювати з необмеженою кількістю відео в HD якості тривалістю до 3 хвилин. Вартість платних планів передплати починається з \$19 на місяць (при оплаті за рік) з можливістю створити та експортувати відео тривалістю від 5 до 10 хвилин у Full HD якості.

Wave.video – онлайн інструмент для створення відео для соціальних мереж. Сервіс пропонує шаблони з дизайнами та сотні стокових зображень, відео та музичних треків. Створити новий проект можна двома способами: вибрати готовий шаблон або створити відео з нуля. Сервіс пропонує повну кастомізацію відео. Фонові кольори, розмір шрифту – всі елементи можна редагувати під свій стиль.

Однією з переваг даного сервісу є те, що можна оформити відео в різних форматах: квадратний, горизонтальний, сторіс і т.д. Користувачі можуть завантажити свої файли або вибрати відповідний з бібліотеки платних та безкоштовних стокових зображень та відео.

Wave.video доступний лише англійською мовою. Одна з фішок, яка подобається користувачам, – функція автоматичної зміни розміру відео. Можна вибрати кілька різних розмірів для одного відео, і сервіс автоматично налаштує його. Серед креативних фішок можна відзначити контент-календар для натхнення. Він надає ідеї для відео на кожен день протягом усього року.

Wave.video не обмежує кількість відео, які можна створювати та завантажувати [49]. Єдине обмеження – це тривалість. Безкоштовні ролики з водяним знаком можуть тривати до 15 секунд. Щоб видалити водяний знак, необхідно одноразово сплатити кошти. Як тільки відео будуть готові, ними можна поділитись на Facebook, YouTube та Twitter прямо з редактора або завантажити на свій пристрій. Платні плани передплати також дають можливість працювати в Google Drive, Dropbox, Wistia та деяких інших платформах.

Безкоштовний план передплати дозволяє створити необмежену кількість відео в HD720 тривалість до 15 секунд з водяним знаком. Ціни на тарифні плани стартують із \$8.25 (при оплаті за рік).

Animoto – хмарний сервіс для створення роликів, що перетворює зображення, відео та музику на відео. Він чудово справляється зі створенням відео та слайд-шоу для малого та середнього бізнесу. Animoto має два варіанти створення відео та слайд-шоу. Перший: використання готових сторибордів для

відео та зображень, але з обмеженнями щодо кастомізації. Другий: налаштування шаблону з дизайном [23].

Шаблони складаються з кількох блоків, які можна налаштувати окремо. Якщо блоків недостатньо для оформлення відео, можна додати нові. Налаштувати шаблони можна, завантаживши свої зображення, відео, текст та логотип. На Animoto можна вибрати стиль відео, додати фільтр та завантажити свій музичний трек.

Animoto доступний лише англійською мовою. Однією з основних фішок платформи є сумісність із різними девайсами: ПК, планшети, пристрої Android та iPhone. В арсеналі платформи велика бібліотека музичних треків із понад 3000 треків із ліцензією. Крім того, на ній доступна велика кількість шаблонів, фільтрів та стилів. При виборі стилю змінюється шрифт, при виборі фільтра змінюється загальний вигляд і коригування кольору.

Користувачі можуть вибрати роздільну здатність та формат для завантаження готового відео. Платні функції доступні в рамках планів передплати, які стартують від \$8 на місяць (при оплаті за рік) і залежать від дозволу, брендингу, наявності ліцензованої музики, шаблонів та інших преміум-функцій.

Magisto – онлайн-сервіс для створення відео, що дає можливість користувачам оформляти відео високої якості для малого та середнього бізнесу. Сервіс пропонує два способи створення відео: за допомогою шаблону та створення проекту з нуля. Щоб відредагувати шаблон, необхідно оформити безкоштовну пробну версію або платний план передплати.

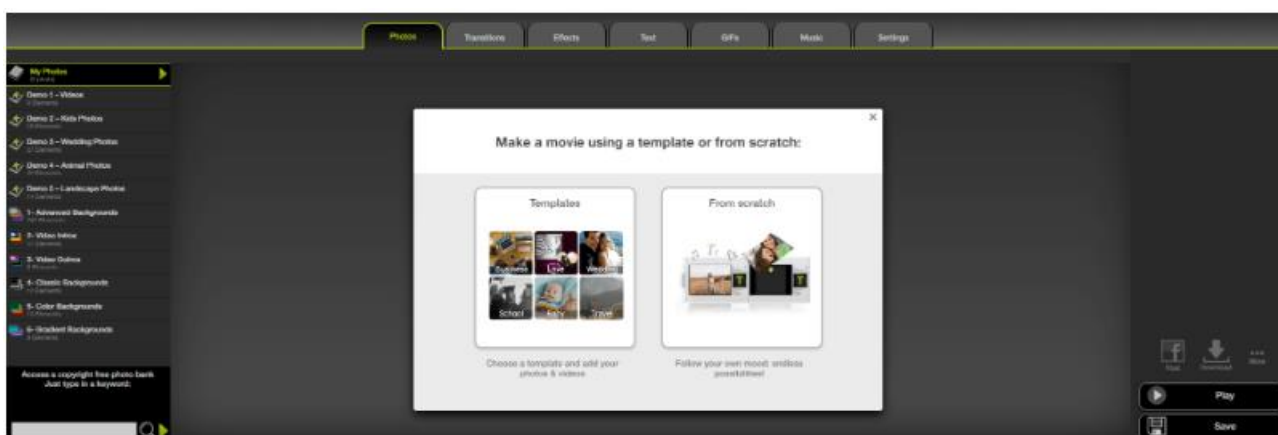
Якщо потрібно відредагувати відео або створити відео зі своїх зображень, потрібно завантажити їх, вибрати стиль і додати музичний трек. Додати файл можна такими способами: зі свого пристрою, із вбудованої бібліотеки стокових файлів, Google фото або Google диска.

Magisto доступний лише англійською мовою. Однією з очевидних переваг платформи є їхня технологія Emotion Sense. Як вона працює: редактор на базі штучного інтелекту аналізує відео користувачів та вловлює настрій, щоб

підібрати ефективний спосіб редагування. Аналіз проводиться за трьома рівнями – візуальний аналіз, аудіоаналіз та сторітелінг [21].

Magisto розробили і безкоштовні мобільні програми. Як тільки відео буде готове, можна завантажити його або поділитися ним в соціальних мережах. Базовий план включає створення відео тривалістю до 2,5 хвилини з обмеженим набором функцій. Ціни на плани передплати стартують від \$4.99 на місяць (при оплаті за рік). Платформа не надає безкоштовний обліковий запис, тільки безкоштовну пробну версію на 7 днів.

Kizoa – онлайн інструмент для оформлення відео, за допомогою якого можна створити відео для бізнесу, соціальних мереж, шкільних, університетських та особистих проєктів. Екранну форму інтерфейсу програми представлено на рисунку 1.3 [10, 23].



Рисунки 1.3 – Екранна форма інтерфейсу користувача платформи Kizoa

На платформі можна легко налаштувати своє відео, використовуючи переходи, ефекти, GIF і музику. Можна завантажити фотографії або відео, щоб відредагувати та налаштувати їх. Якщо немає власних медіафайлів, можна використовувати фотографії та відео з колекції платформи. Вони включають фони, інтро і кінцеві заставки, а також інші елементи.

Kizoa доступна 12 мовами. Одна з найголовніших та інноваційних функцій платформи – можливість додати до проєкту 3D-ефекти. Користувачі можуть застосувати 3D-симуляцію, спеціальні, звукові та текстові ефекти та

вибрати шрифти. Даний інструмент – ідеальне рішення для професіоналів, а ось новачкам, можливо, буде складно розібратися з функціоналом.

Експортувати відео можна в декількох форматах – mp4, AVI, MOV або MPEG2, а також вибрати роздільну здатність. Прямо з редактора відео можна завантажити або поділитися ним у соціальних мережах та на YouTube.

Безкоштовний обліковий запис передбачає створення відео в HD720 якості тривалістю до 2 хвилин і використання сховища в 1 ГБ, відео при цьому будуть з водяним знаком Kizoa. Платні тарифи стартують від \$10 на місяць, також є варіант одноразової плати та оформлення безстрокового плану передплати.

Зважаючи на вище проведений аналіз бачимо, що здебільшого існуючі платформи для розробки відеопродуктів на англійській мові, що створює труднощі для користувачів. В той же час, безкоштовно користуватися програмами можна лише обмежений час або із врізаним функціоналом. В той же час вони є гнучкими й здатні розв'язувати задачі не лише у сфері реклами.

1.2 Аналіз технологій для розробки платформ

Розробка відео включає використання різноманітних технологій. Розглянемо детально деякі з них.

1. Зйомка відео. Для створення відео можуть використовуватись відеокамери, фотоапарати або смартфони. Також можуть застосовуватись спеціалізовані камери, такі як екшн-камери для зйомки дії в русі, або дрони для аеріальної зйомки.

2. Відеомонтаж. Цей процес включає обробку і збірку відеозаписів, що були зняті. Для відеомонтажу можуть використовуватися різні програми, такі як Adobe Premiere Pro, Final Cut Pro або iMovie [19]. Вони дозволяють зробити монтаж, обрізати відео, додати ефекти, аудіо та інші елементи.

3. Анімація. Така технологія дозволяє створювати рухомі зображення і графіку. Для анімації можуть використовуватися програми інтерактивного дизайну, такі як Adobe After Effects, або 2D/3D анімаційні програми, такі як Autodesk Maya або Blender [31].

4. Графічні ефекти (CGI). Технологія дозволяє створити реалістичні чи фантастичні об'єкти та сцени, які неможливо зняти в реальному житті. Для цього використовуються програми комп'ютерної графіки, такі як Autodesk 3ds Max, Cinema 4D або Houdini [31].

5. Віртуальна реальність (VR) та розширена реальність (AR). Зазначені технології дозволяють користувачу взаємодіяти з відео на більш іммерсивному рівні. VR дозволяє користувачам відчувати себе в іншому оточенні, а AR додає відеоеlementи до реального світу. Для створення VR та AR відео використовуються спеціалізовані камери або програми, такі як Unity або Unreal Engine [34].

Це лише деякі технології, які використовуються у розробці відео. Вони забезпечують можливість створювати вражаючі і креативні відео з різноманітними ефектами та функціями.

Розробка платформ для створення відеопроductів включає такі технології [28]:

- кодування та стиснення відео, що дозволяє зменшити розмір відеофайлів і зберегти якість зображення. Популярними алгоритмами стиснення відео є H.264, HEVC (H.265), AV1;

- опрацювання відео, що включають розпізнавання об'єктів, виявлення руху, фільтри для усунення шуму та покращення якості зображення, розрізнення відтінків кольорів;

- робота зі звуком – запис та обробку звукових доріжок, шумозниження, збільшення гучності, ефекти реверберації, еквалайзер;

- аналіз відеоматеріалу. Технології розпізнавання образів можуть використовуватись для автоматизованого розпізнавання об'єктів на відео, виявлення емоцій облич, класифікації змісту тощо.

- відеострімінг. Технології передачі відео в режимі реального часу – це мережеві протоколи та кодаки, що дозволяють ефективно передавати відео через Інтернет.

- інтерфейс користувача. Розробка користувацького інтерфейсу включає як фронтенд – (HTML, CSS, JavaScript), так і бекенд-розробку (PHP, Python, Ruby).

- хмарні технології. Використання хмарних технологій може допомогти у забезпеченні швидкості та доступності платформи, а також збереження великих обсягів відеоданих.

- мобільний додаток. Розробка мобільного додатку для створення відеопродуктів включає розробку для iOS (Objective-C або Swift) та Android (Java або Kotlin).

Зазначені технології можуть бути використані окремо або в поєднанні одна з одною при розробці платформ для створення відеопродуктів із різноманітними функціями та можливостями, зокрема для рекламних відеороликів.

1.3. Аналіз сервісів моделювання платформ

Сервіси моделювання платформ для розробки відео стали дуже популярні в останні роки, оскільки відео активно використовується в різних сферах – від реклами до освіти. Адже якісний відеоконтент необхідний для бізнесу, навчальних закладів, технологій VR/AR та реклами та для багатьох інших сфер.

На сьогоднішній день існує багато сервісів для розробки платформ для обробки відео. Аналіз цих сервісів допоможе визначити їх переваги та недоліки, а також зрозуміти, які з них можуть бути найефективнішими для бізнесу чи проекту [20].

Одним з найпопулярніших сервісів розробки платформ є Adobe Premiere Pro. Цей сервіс має широкий набір функцій та інструментів, які дозволяють редагувати та створювати вражаючі відео. Він є досить потужним і може задовольнити потреби професіоналів у сфері відеоредакторства. Adobe Premiere Pro є одним з провідних інструментів для професійного редагування відео, має розширений функціонал, включаючи можливість редагування аудіо, додавання ефектів та анімації. Однак, цей сервіс також вимагає певних знань і навичок, тому він може бути складним для новачків [7].

Amazon Web Services (AWS) Media Services надає набір інструментів та сервісів для обробки, кодування, транскодування та розповсюдження відеоматеріалів. AWS Media Services може бути використаний для розробки масштабованих відеосервісів з використанням AWS інфраструктури [50].

Google Cloud Video Intelligence API дозволяє розпізнавати зміст відео, включаючи об'єкти, сцени, обличчя та мову. Це дозволяє розробникам будувати системи пошуку, аналізу і визначення змісту відео.

Microsoft Azure Video Indexer, відомий також як Video Indexer – це сервіс, розроблений Microsoft для аналізу великого обсягу відео. Він надає автоматичне розпізнавання об'єктів, розпізнавання мови, анотування та інші функції.

IBM Watson Video є платформою для обробки відео, розробленою IBM. Платформа використовує розумні алгоритми машинного навчання для аналізу контенту відео, включаючи розпізнавання об'єктів, розпізнавання мови та голосу.

Відео редактор Final Cut Pro X розроблений компанією Apple для редагування відео на macOS. Він надає високу якість обробки відео, простий інтерфейс та багато інструментів для творчого процесу.

iMovie є безкоштовним відеоредактором, доступним на macOS та iOS, розробленим Apple. Цей сервіс має простий інтерфейс та базові функції редагування, що дозволяє швидко створювати відео [13].

Filmora є простим інструментом для редагування відео, доступним на Windows та macOS. Він надає багато шаблонів, ефектів та зручний інтерфейс для швидкої роботи.

Оскільки платформа є web-орієнтованою, то варто детальніше розглянути, технологію web. Web являє собою систему взаємопов'язаних гіпертекстових документів (веб-сайтів) розташованих на комп'ютерах по всьому світу, підключених до глобальної мережі Інтернет. Іншими словами те, що більшість людей в побуті називають Інтернетом, насправді є всесвітньою павутиною або World Wide Web. Батьком World Wide Web вважається Тімоті Джон Бернерс-Лі, який в 1989 році заснував базові основи всесвітньої павутини: протокол HTTP, мову HTML на основі гіпертекстової розмітки документа та ідентифікатори URI. Застосування цих технологій зробило інформацію загальнодоступною незалежно від апаратного та програмного забезпечення [8].

HTTP (HyperText Transfer Protocol) – протокол передачі даних по схемі «запит-відповідь». Дані зберігаються на веб-сервері, користувач робить запит на сервер і отримує оброблений результат запиту. Зазвичай, у вигляді HTML сторінки в браузері.

HTML (HyperText Markup Language) – стандартна мова складання гіпертекстових документів (сторінок) в мережі Інтернет. Являє собою набір певних правил і тегів для надання тексту певної структури і оформлення. Поряд з CSS визначає зовнішній вигляд сторінки в браузері.

IP-адреса (Internet Protocol Address) – адреса вузла в комп'ютерних мережах в «машинному» форматі, дозволяє знаходити і встановлювати з'єднання з потрібним комп'ютером. Можна сказати аналог звичайної поштової адреси.

Доменне ім'я (Domain Name) – використовується для позначення областей або окремих веб-сайтів в звичному для людини вигляді за допомогою символічного запису. У деяких випадках служить повним аналогом мережевої адреси.

URI (Uniform Resource Identifier) – глобальний уніфікований ідентифікатор ресурсу. У мережі Інтернет застосовується окремий випадок URI: URL – (Uniform Resource Locator), який окрім ідентифікації дає відомості про місцезнаходження ресурсу. Дозволяє однозначно вказати необхідний ресурс, наприклад: сайт, окрему сторінку або конкретний файл на цій сторінці.

Веб-сервер – комп'ютер і / або програмне забезпечення, встановлене на комп'ютері, підключеному до мережі internet і обробляє HTTP запити користувачів і дає їм у відповідь інформацію за допомогою HTTP відповідей. Всі сайти зберігаються на веб-серверах і видаються на екран комп'ютера на вимогу користувача.

DNS-сервер (Domain Name System server) – служить для зіставлення IP-адрес відповідним їм доменів. Саме завдяки їх роботі можна вводити в адресний рядок браузера URL в зручному текстовому вигляді, а не IP-адреси.

Браузер (Web browser) – програма для перегляду сайтів написаних на мові гіпертексту. Вводячи в адресний рядок браузера URL сайту, виконується запит на веб-сервер по HTTP протоколу.

Веб-сайт (web-site) - сукупність HTML сторінок і інших електронних документів, що мають загальний дизайн, взаємопов'язаних гіперпосиланнями і розташованих на одному доменному імені.

Іншими словами web – це глобальна сукупність сайтів розташованих на веб-серверах в мережі internet, які працюють в режимі 24/7. Саме з моменту появи WWW і графічних браузерів популярність Інтернету серед простих користувачів почала зростати. З'являється безліч сайтів і нових користувачів по всьому світу. Інтернет крім web, включає безліч інших сервісів і служб: електронну пошту, сервіси миттєвих повідомлень і чати, FTP сервери, файлообмінні мережі, IP-телефонію, IP-телебачення і тощо. Хоч і деякі із сервісів можуть бути вбудовані в веб-сторінку, вони є незалежними частинами глобальної мережі Інтернет.

Сьогодні технологія web – це набір інструментів, методів та протоколів, які використовуються для розробки та створення веб-сайтів і веб-додатків, веб-

платформ. Вона такі складові, як мови програмування (наприклад, HTML, CSS, JavaScript), серверне програмне забезпечення (наприклад, Apache, Nginx), бази даних (наприклад, MySQL, PostgreSQL) та інші технології, що допомагають розробникам створювати та публікувати веб-контент.

Основною метою технології web є надання користувачам зручного та ефективного способу отримання інформації, спілкування та виконання різних дій через Інтернет. Вона дозволяє створювати веб-сторінки, які можуть містити текст, графіку, відео та інші елементи, а також взаємодіяти з користувачем через веб-форми, кнопки та інші інтерактивні елементи.

Варто зазначити, що технологія web постійно розвивається і вдосконалюється, щоб забезпечити користувачам більші можливості і зручності. З'являються нові стандарти, протоколи та сервіси, які дозволяють створювати більш швидкі, безпечні та інтерактивні веб-продукти.

Таким чином, із вищепроведеного аналізу випливає, що на сьогодні існує чимало сервісів, призначених для розробки платформ моделювання відеопродуктів, проте робота з ними вимагає кваліфікованого користувача й більшість із них є дороговартісними.

1.4 Постановка задачі кваліфікаційної роботи

Аналіз засобів розробки відеопродуктів показав, що на сьогодні існує велика кількість програм для створення відео. Програми доступні для різних операційних систем, мають широкий функціонал та ґрунтуються на шаблонному моделюванні відеосцен. Проте більшість програмного забезпечення доступне для користувача на комерційній основі. Безкоштовно пропонують обрізані версії або ж користування обмежений термін. В той же час

програмне забезпечення здебільшого на англійській мові та має складний інтерфейс, що вимагає певних навичок та знань користувача.

Технології розробки платформ для роботи із відео включають інструменти кодування та стиснення відео із мінімальними втратами якості, засоби розпізнавання образів, голосу, емоцій, що ґрунтуються на методах штучного інтелекту. Засоби опрацювання великих об'ємів даних дозволяють забезпечити високу продуктивність платформи, включаючи можливість передачі даних в режимі реального часу.

Доступні сервіси від різних виробників базуються здебільшого на методах машинного навчання та інтелектуального аналізу даних, містять широкий функціонал для редагування відео, а також засоби дослідження та аналізу. Проте такі сервіси та технології пропонують платні пакети користування, вимагає досвіду і навичок, що знижує можливість їх застосування для розробки відеопродуктів, зокрема, у сфері реклами. В той же час, зважаючи на сучасні умови, більшу увагу привертають web-орієнтовані платформи, які дають можливість працювати із будь-якого місця, маючи доступ до мережі Інтернет.

Зважаючи на вищеписана, можна сформулювати мету кваліфікаційної роботи, як розробка моделі та засобу аналізу web-платформи розробки відеопродуктів на основі критеріїв простоти та доступності. Досягнення сформульованої мети роботи можливе за умов виконання таких задач:

- обґрунтування вибору програмних засобів розробки платформи розробки відеопродуктів;
- розробка алгоритму опрацювання відео-матеріалів;
- розробка схеми виокремлення метаданих із відеофайлу;
- розробка архітектури програмної системи розробки відео;
- реалізація моделі аналізу web-платформи;
- аналіз інтерфейсу користувача та функціоналу розробленої платформи.

Таким чином, у наступних розділах детально опишемо виконання кожної із задач.

1.5 Висновки до розділу

Проаналізовано існуючі засоби розробки платформ для обробки відео, виокремлено їх основні переваги та недоліки, зокрема, висока ціна за пакет, складний інтерфейс, високі часові затрати при роботі. Здійснено аналіз технологій та сервісів, які застосовують при розробці програмних систем для опрацювання та аналізу відеопотоків. Такі сервіси, зазвичай, ґрунтуються на шаблонному підході, містять вбудовані механізми штучного інтелекту, що дозволяють якісно та швидко аналізувати відеокадри та моделювати відеоролики.

2 АЛГОРИТМИ АНАЛІЗУ ПЛАТФОРМ РОЗРОБКИ ВІДЕОПРОДУКТІВ

2.1 Алгоритм опрацювання відео

Перш, ніж розробити рекламний відеопродукт, необхідне опрацювання кадрів, які отримано під час зйомки. Цей етап займає левову частку розробки відеопродукту, оскільки потребує ретельного аналізу. Блок-схему алгоритму опрацювання відео наведено на рисунку 2.1.

Блок-схема відповідає роботі частини серверної системи, а саме обробки файлу після завантаження користувачем, перевірка та підготовка до подальшої роботи. Цей процес поділяється на кроки, які розглянемо детально.

CreateObjectIsEs Params – це підготовка функції запису даних файлу в базу даних.

CreateObjectIsEs – сам процес запису.

Validate Params – підготовка функції перевірки файлу на коректність.

Validate – перевірка файлу на відсутність помилок та валідність.

MediaInfo Params – підготовка функції збирання інформації про файл

MediaInfo – збирання інформації про файл. Витягування необхідних платформі параметрів, зокрема, розмір, формат, довжина відеоряду тощо.

ES Update params – підготовка функції оновлення запису з у базі даних, для додавання інформації про файл.

ES Update – оновлення запису з у базі даних після додавання інформації про файл.

Start Transcoding Params – підготовка функції для запуску процесу переробки файлу під необхідний платформі формат.

Generate Uuid For Transcoding – створення унікального ідентифікатора для конкретного процесу.

Ask Queue For Trascoding – функція перевірки вільного місця в черзі для поточного процесу. Якщо місце є то процес піде далі, якщо ж ні то буде чекати доки з'явиться місце.

Start Transcoding – функція переробки файлу під необхідний формат

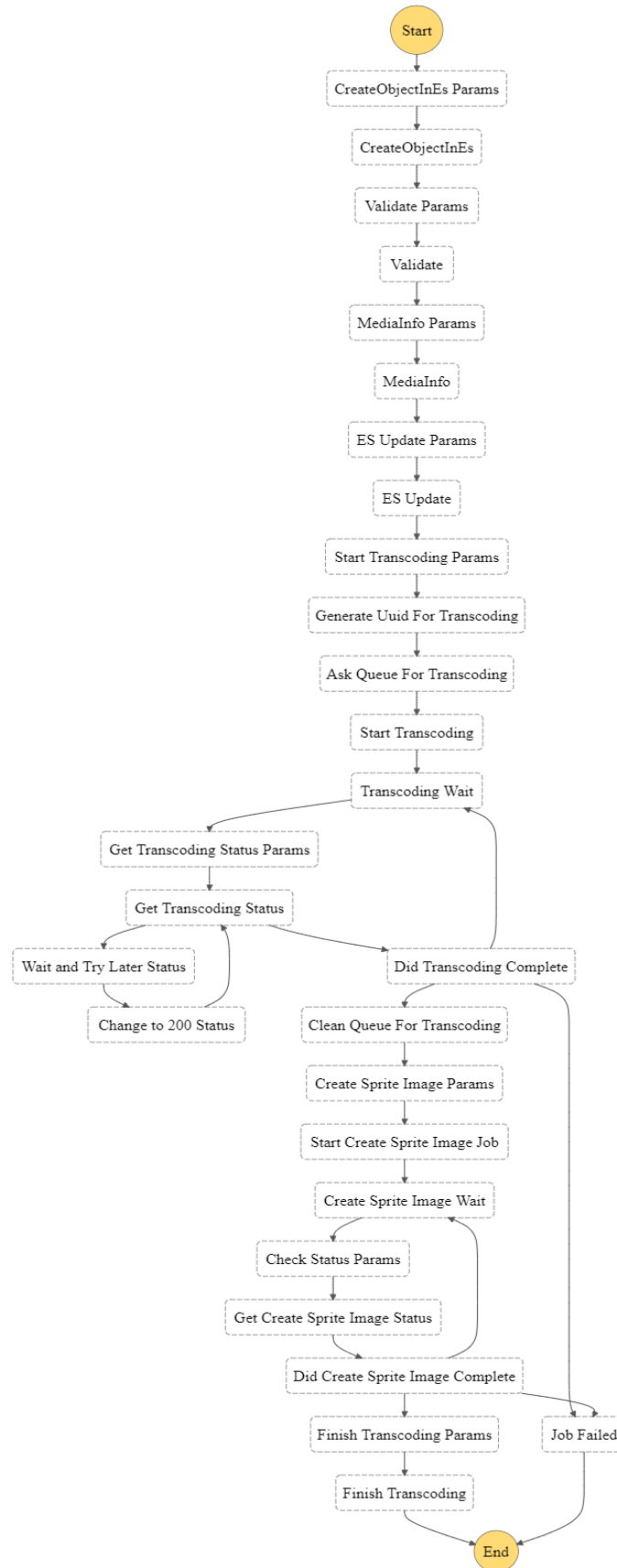


Рисунок 2.1 – Блок-схема алгоритму опрацювання відео

Transcoding Wait – функція очікування. Недовге очікування необхідне для того, щоб основна функція «Transcoding» виконала свої дії.

Get Transcoding Status Params – параметри підготовки функції для того, щоб отримати статус поточного процесу роботи з файлом

Get Transcoding Status – функція отримання статусу поточного процесу роботи з файлом.

Did Transcoding Complete – функція, що перевіряє статус, який був отриманий кроком раніше, й ґрунтуючись на цьому статусі вирішує чи йти далі, чи повернутись до кроку «Transcoding Wait» для продовження очікування потрібного статусу.

Clean Queue For Transcoding – якщо кроком вище був отриманий статус, що символізував завершення процесу обробки, потрібно очистити чергу для наступного процесу.

Create Sprite Image Params – параметри для функції початку створення спрайту для таймлайну.

Start Create Sprite Image Job – створення спрайту для таймлайну.

Create Sprite Image Wait – очікування перед перевіркою статусу створення спрайт-картинки.

Check Status Params – параметри для функції, яка отримує статус створення спрайту

Check Status Params – функція, яка отримує статус створення спрайту.

Did sprite image create complete – функція, яка вирішує на основі статусу, чи закінчився процес створення картинки-спрайту. Якщо статус задовільний, закінчуємо процес обробки, якщо ні, повторюємо очікування.

Finish Transcoding – завершення процесу підготовки файлу та створення спрайту

End – кінець.

Зазначений етап включає процедуру виокремлення метаданих із відео. Блок-схему зазначеного процесу представлено у додатку Б. Схема дуже комплексна, проте багато процесів в ній подібні. Сам процес аналізу відео не

важкий й поділяється на 7 процесів обробки, а саме на функціонал AWS Recognition, тобто Labels, Celebs, Moderated labels, Faces, User Defined, Shots та окремий сервіс для витягування субтитрів – Transcribe. Опис всіх сервісів та категорій цих сервісів опишемо у підпункті 2.3.

Таким чином, процес починається з визначення чи це відеофайл, чи ні. Якщо це не відеофайл, то обробка відміняється. Якщо це відеофайл то процес опрацювання для кожного з семи етапів буде таким, як наведено на блок-схемі у додатку Б. Розглянемо кожен крок алгоритму.

Is Category Enabled – перевірка чи користувач запрошував вказану категорію для аналізу, якщо так, починаємо аналіз, якщо ні, то аналіз по цій категорії завершено.

Category Params – збирання параметрів для початку обробки по поточній категорії.

Generate Uuid for Category – створення унікального ідентифікатора для поточного процесу.

Ask queue for category – звертання до сервісу черги та запит чи є місце для поточного процесу. Якщо місце є, то процес продовжується, якщо ні, то очікує, доки звільниться черга.

Start category – початок аналізу категорії.

Category wait – очікування 30 секунд перед запитом статусу.

Category status params – збір параметрів для запиту статусу.

Get category status – запит статусу за даною категорією.

Category complete – обробка статусу отриманого на попередньому кроці, та на основі статусу визначення подальших дій. Якщо статус відповідає потрібному, процес опрацювання просувається далі, якщо ні, то повертаємось на крок Category wait.

Зберігання даних в базі даних та в S3 для виключення неприємних ситуацій, наприклад, якщо буде збій при збереженні в базу даних.

Clean queue for category – очищення черги для категорії.

Category succeeded – завершення роботи категорії. Завершення інших категорій.

End – кінець.

У наступному підрозділі опишемо детально алгоритм розробки рекламного відеоролика на основі опрацьованих відеокадрів.

2.2 Алгоритм розробки відеоролика

Наступним етапом після опрацювання відеоряду є розробка самого відеоролика. На рисунку 2.2 представлено блок-схему алгоритму розробки рекламного відеоролика.

На схемі зображено 2 основних блоки, кожен з яких відповідає за свій функціонал. Функціонування блоків майже ідентичне, окрім того, що правий блок відповідає за переробку кліпу, а лівий – за перше створення кліпу. Розглянемо детально кожен крок, що представлено на рисунку 2.2.

Generation Params – це підготовка і збір необхідних параметрів для початку процесу генерації.

Start Generation Job – початок процесу створення кліпу.

Generation Wait – невелике очікування для того, щоб отримати статус поточного процесу.

Check status params – підготовка параметрів, щоб запустити функціонал перевірки статусу процесу.

Get generation status – функція, за допомогою якої машина дізнається статус процесу створення відео.

Did generation complete – машина перевіряє статус, який було отримано на попередньому кроці та, опрацьовуючи його, вирішує, рухатись далі по кроках чи повернутись до кроку «Generation Wait».

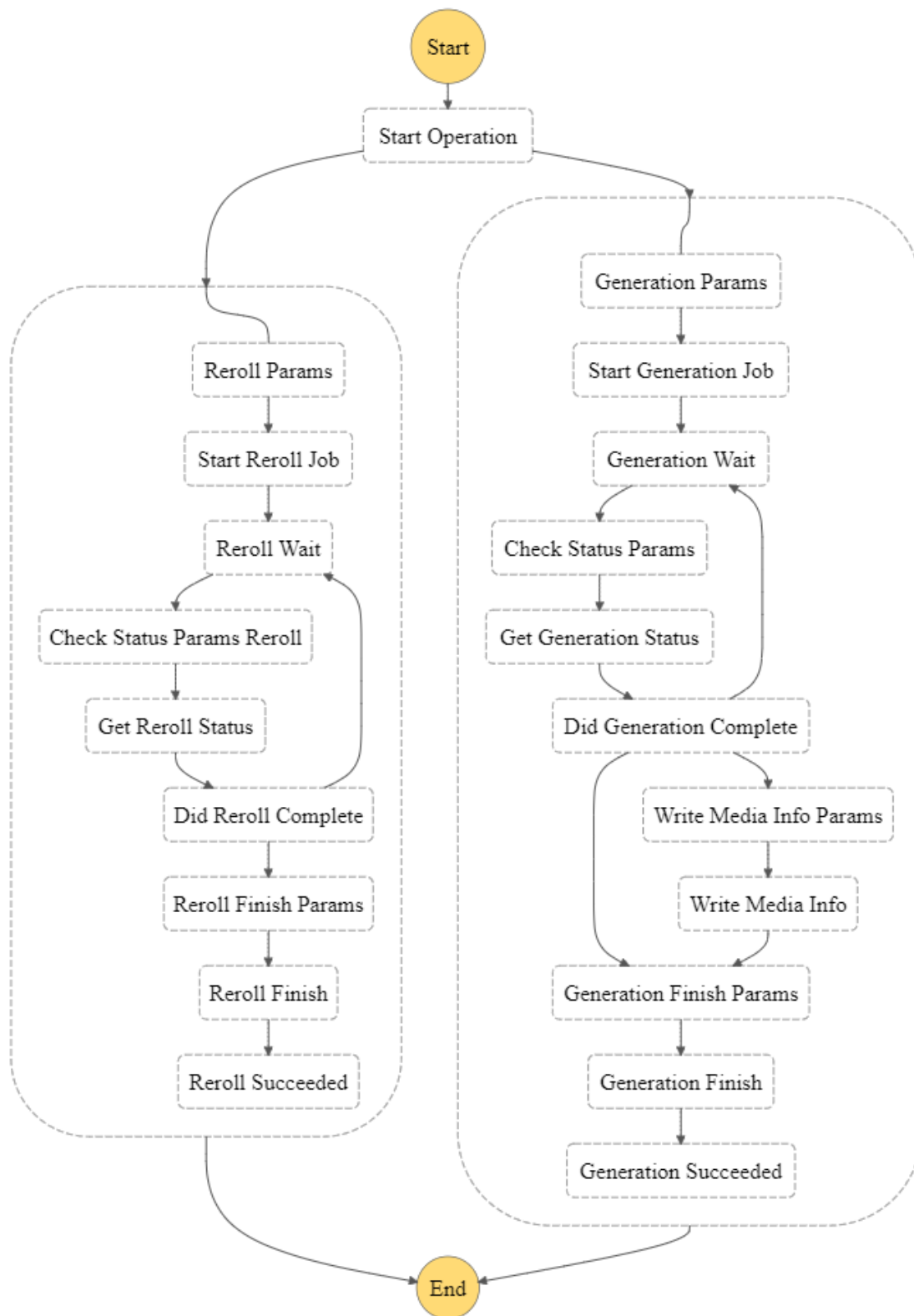


Рисунок 2.2 – Блок-схема алгоритму розробки відеоролика

Write media info params – збір та підготовка параметрів для функції збору технічної інформації з відео.

Write media info – збір технічної інформації з відео, згенерованої машиною на основі користувацьких даних, та запис в базу даних.

Generation finish params – збір необхідних параметрів для завершення процесу генерації.

Generation finish – завершення процесу генерації.

End – кінець.

Як бачимо, алгоритм включає базу даних для збереження інформації про відеокадри, а також функції розробки та переробки відеоролика. У наступному підпункті опишемо вибрані технології та програмні засоби для розробки платформи аналізу відеофайлів.

2.3 Обґрунтування засобів розробки платформи

Основною мовою для розробки обрано звичну для WEB мову JavaScript. [39], адже спочатку зазначену мову було створено, щоб «зробити веб-сторінки живими».

Програми на цій мові називаються скриптами. Вони можуть вбудовуватися в HTML і виконуватися автоматично при завантаженні веб-сторінки. Скрипти поширюються і виконуються, як простий текст. Їм не потрібна спеціальна підготовка або компіляція для запуску. Це відрізняє JavaScript від мови – Java.

Сьогодні JavaScript може виконуватися не тільки в браузері, а й на сервері або на будь-якому іншому пристрої, який має спеціальну програму, що називається «двигуном» JavaScript. У браузері є власний двигун, який іноді називають «віртуальна машина JavaScript». Різні двигуни мають різні «кодові імена». наприклад: V8 – в Chrome і Opera. SpiderMonkey – в Firefox.

Двигун (вбудований, якщо це браузер) читає («парсет») текст скрипта. Потім перетворює («компілює») скрипт в машинну мову. Після цього

машинний код запускається і працює досить швидко. Двигун застосовує оптимізації на кожному етапі. Він навіть переглядає скомпільований скрипт під час його роботи, аналізуючи, чи проходять через нього дані, і застосовує оптимізації до машинного коду, покладаючись на отримані знання. В результаті скрипти працюють дуже швидко.

Можливості JavaScript суттєво залежать від середовища, в якому він працює. Наприклад, Node.JS підтримує функції читання / запису довільних файлів, виконання мережових запитів і т.д. У браузері для JavaScript є все, що пов'язано з маніпулюванням веб-сторінками, взаємодією з користувачем і веб-сервером. Наприклад, в браузері JavaScript може [34]:

- додавати новий HTML-код на сторінку, змінювати існуючий вміст, модифікувати стилі;
- реагувати на дії користувача, клацання миші, переміщення вказівника, натискання клавіш;
- відправляти мережові запити на віддалені сервера, завантажувати файли (технології AJAX і COMET);
- задавати питання відвідувачу, показувати повідомлення;
- запам'ятовувати дані на стороні клієнта («local storage»).

Можливості JavaScript в браузері обмежені заради безпеки користувача з метою запобігання доступу недобросовісної веб-сторінки до особистої інформації або нанесення шкоди даними користувача. Зокрема, JavaScript на веб-сторінці не може читати / записувати довільні файли на жорсткому диску, копіювати їх або запускати програми. Він не має прямого доступу до системних функцій операційної системи. Сучасні браузери дозволяють йому працювати з файлами, але з обмеженим доступом, і надають доступ тільки, якщо користувач виконує певні дії, такі як «перетягування» файлу в вікна браузера або його вибір за допомогою тега `<input>`.

Існують способи взаємодії з камерою / мікрофоном і іншими пристроями, але вони вимагають дозволу користувача. Таким чином, сторінка з підтримкою JavaScript не може непомітно включити веб-камеру, спостерігати за тим, що

відбувається і відправляти інформацію. Різні вікна / вкладки не знають один про одного. Іноді одне вікно, використовуючи JavaScript, відкриває інше вікно. Але навіть в цьому випадку JavaScript з однієї сторінки не має доступу до іншої, якщо вони прийшли з різних сайтів (з іншого домену, протоколу або порту). Це називається «Політика однакового джерела» (Same Origin Policy). Щоб обійти це обмеження, обидві сторінки повинні погодитися з цим і містити JavaScript-код, який спеціальним чином обмінюється даними. Таке обмеження необхідно, знову ж таки, для безпеки користувача.

Подібні обмеження не діють, якщо JavaScript використовується поза браузером, наприклад – на сервері. Сучасні браузери надають плагіни / розширення, за допомогою яких можна запитувати додаткові дозволи. Сильні сторони JavaScript:

- повна інтеграція з HTML / CSS;
- прості речі виконуються просто;
- підтримується всіма основними браузерами, включений за замовчуванням.

Останнім часом з'явилося багато нових мов, які конвертуються в JavaScript, перш ніж запусяться в браузері. Наприклад, CoffeeScript вводить коротший синтаксис, який дозволяє писати чистий і лаконічний код. TypeScript концентрується на додаванні «суворої типізації» для спрощення розробки та підтримки великих і складних систем. Код на TypeScript компілюється в JavaScript і підходить для розробки будь-яких проектів під будь-які браузери – тим більше, що можна вибрати версію TypeScript, в яку компілюватиметься код [47]. Brython компілює Python в JavaScript, що дозволяє писати програми на чистому Python без JavaScript [41].

Основною платформою для розробки серверної частини обрано платформу “NodeJs” [36], яка спроектована для побудови масштабованих мережеских додатків. Для кожного з'єднання викликається функція зворотного виклику, однак, коли з'єднань немає Node.js засинає. Цей підхід контрастує з більш поширеною на сьогоднішній день моделлю паралелізму, в якій

використовуються паралельні потоки. Такий підхід є відносно неефективним і дуже складним у використанні. Крім того, користувачі Node.js можуть не турбуватися про блокування процесів, оскільки їх не існує.

Node.js створена під впливом таких систем як Event Machine в Ruby або Twisted в Python. Але при цьому подієва модель в ньому використовується значно ширше, приймаючи event loop за основу середовища, а не в якості окремої бібліотеки. В інших системах завжди відбуваються блокування виклику, щоб запустити цикл подій.

Зазвичай, поведінка визначається через функції зворотного виклику (callback) на початку скрипта і подальшим його викликом через блокуючий виклик, на кшталт EventMachine :: run (). У Node.js немає нічого подібного на виклик початку циклу подій, він автоматично входить в нього після запуску скрипта. Node.js виходить з подієвого циклу тоді, коли не залишається зареєстрованих функцій зворотного виклику. Така поведінка подібна на поведінку браузерного JavaScript, де подієвий цикл прихований від користувача.

HTTP є об'єктом першого роду в Node.js, розробленим з поточністю і малою затримкою, що робить Node.js ефективною основою для веб-бібліотеки або фреймворка.

Те що Node.js спроектований без багатопоточності, не означає, що в ньому немає можливості використовувати декількох ядер. Для роботи з ними можна створювати і управляти дочірніми процесами, за допомогою API Child_process.fork (). Модуль cluster побудований на цьому інтерфейсі і дозволяє ділитися сокетом між процесами і розподіляти навантаження між ядрами.

Для розгортання серверної частини, фронтальної частини та бази даних обрано Cloud сервіс компанії “Amazon” – AWS [37]. Amazon Web Services (AWS) – це найпоширеніша хмарна платформа з широкими можливостями, що надає більше 175 повнофункціональних сервісів для центрів обробки даних по всій планеті. Мільйони клієнтів, в тому числі стартапи, які стали лідерами за

швидкістю зростання, найбільші корпорації і передові урядові установи, використовують AWS для зниження витрат, підвищення гнучкості і прискореного впровадження інновацій.

AWS надає більше сервісів і їх функцій, ніж будь-який інший постачальник хмарних послуг: від інфраструктурних технологій, таких як інструменти для обчислення, сховища і бази даних, до інновацій, наприклад, машинного навчання і штучного інтелекту, баз даних і аналітики, а також Інтернету речей. Це уможливорює швидше, легше і дешевше перенести поточні додатки в хмару і реалізовувати в ньому будь-які можливі проекти.

AWS також надає найширші функціональні можливості для своїх сервісів. Наприклад, AWS пропонує на вибір багато баз даних, спеціально створених для різних типів додатків, щоб можна було підібрати правильний інструмент для ефективної і економної роботи.

На платформі AWS створено найбільше динамічне співтовариство з мільйонами активних клієнтів і десятками тисяч партнерів по всьому світу. Клієнти різного масштабу і практично з різних галузей, в тому числі стартапи, великі корпорації і державні організації, використовують AWS для найрізноманітніших завдань. У партнерську мережу AWS (APN) входять тисячі системних інтеграторів, що спеціалізуються на сервісах AWS і десятки тисяч незалежних постачальників програмного забезпечення (ISV) адаптують свої технології для роботи на AWS.

AWS підтримує 90 стандартів безпеки і сертифікацій на відповідність вимогам. Новітні технології AWS можна використовувати, щоб швидше експериментувати і впроваджувати інновації. Також AWS створила Amazon SageMaker – повністю керований сервіс машинного навчання, за допомогою якого звичайні розробники і вчені без будь-якого досвіду зможуть використовувати машинне навчання.

У AWS найбільша хмарна інфраструктура в світі. Жоден інший провайдер хмарних сервісів не охоплює стільки регіонів і зон доступності, поєднуючи їх з низькою затримкою, високою пропускнуною спроможністю і

надмірністю ресурсів мережі. AWS охоплює 77 зон доступності в 24 географічних регіонах по всьому світу. Модель регіонів і зон доступності AWS була рекомендована компанією Gartner для запуску корпоративних додатків, що вимагають високої доступності. Лідер в області хмарних обчислень.

Компанія Gartner Research помістила AWS в число лідерів в новому звіті Magic Quadrant for Cloud Infrastructure & Platform Services (CIPS) 2020 року. У контексті «магічного квадранта» сервіси CIPS визначаються як «стандартизовані, високо автоматизовані пропозиції, в яких ресурси інфраструктури (наприклад, обчислювальні ресурси, мережа і сховища) доповнюються інтегрованими сервісами платформи».

Основну функціональну серверну частину розгорнуто за допомогою сервісу AWS Lambda [37]. AWS Lambda – це сервіс обчислень, який запускає програмний код у відповідь на певні події і відповідає за автоматичне виділення необхідних обчислювальних ресурсів. AWS Lambda можна використовувати для розширення можливостей інших сервісів AWS за допомогою спеціальної логіки або для створення власних серверних сервісів із застосуванням можливостей масштабування, продуктивності і безпеки AWS. AWS Lambda автоматично запускає програмний код у відповідь події, такі як HTTP-запити через Amazon API Gateway, зміну об'єктів в кошику Amazon S3, оновлення таблиць в Amazon DynamoDB або зміну станів в AWS Step Functions.

Lambda запускає код в високопродуктивному обчислювальному середовищі і займається адміністративною підтримкою всіх ресурсів, включаючи обслуговування серверів і операційних систем, розподіл продуктивності і автоматичне масштабування, установку програмного забезпечення і виправлень вразливостей, а також моніторинг коду і ведення журналів. Від користувача вимагається лише надати програмний код.

Код, що запускається в AWS Lambda, називається функцією Lambda. Після того як функція Lambda створена, вона перебуває в стані постійної готовності до запуску, подібно до формул електронних таблиць. Кожна функція містить користувальницький код і деякі дані конфігурації, включаючи ім'я

функції і вимоги до ресурсів. Функції Lambda не зберігають стан і ніяк не залежать від базової інфраструктури, тому Lambda може швидко завантажити стільки копій функції, скільки потрібно для масштабування відповідно до кількості вхідних подій.

Після завантаження коду в AWS Lambda можна зв'язати функцію з тими чи іншими ресурсами AWS, наприклад, з кошиком Amazon S3, таблицею Amazon DynamoDB, потоком Amazon Kinesis або повідомленням Amazon SNS. При зміні стану ресурсу Lambda виконає функцію і налаштує обчислювальні ресурси для продовження обслуговування вхідних запитів.

Почати роботу з AWS Lambda зовсім не складно. Спочатку потрібно створити необхідні функції, завантаживши свій код (або написавши його безпосередньо в консолі Lambda), а також задавши обсяг пам'яті, період очікування і роль AWS Identity and Access Management (IAM). Потім необхідно вказати ресурс AWS, який буде тригером для функції: конкретний кошик сервісу Amazon S3, таблицю Amazon DynamoDB або потік Amazon Kinesis. Зафіксувавши зміну ресурсу, Lambda виконає налаштовану функцію, а також запустить обчислювальні ресурси, необхідні для обробки запитів, що надходять, і буде керувати ними.

AWS Lambda можна використовувати для створення нових сервісів серверної частини для додатків, які будуть активуватися на вимогу за допомогою API Lambda або спеціальних адрес API, створених з використанням Amazon API Gateway. Обробка спеціальних подій за допомогою Lambda, а не на пристрої клієнта, дозволяє не залежати від призначених для користувача операційних систем, знижує енергоспоживання на стороні клієнта і спрощує установку оновлень.

Для роботи з AWS Lambda не потрібно освоювати нові мови, інструменти або інфраструктуру. Сервіс працює з будь-якими сторонніми бібліотеками, навіть вбудованими. Крім того, можна упакувати будь-який код (платформу, SDK, бібліотеку, тощо), як рівень Lambda, щоб використовувати його з різними функціями і керувати ним. Lambda має вбудовану підтримку Java, Go,

PowerShell, Node.js, C #, Python і Ruby, а також надає API середовища виконання для створення функцій з використанням будь-яких інших мов програмування.

Завдяки ретельному управлінню інфраструктурою AWS Lambda код виконується в високопродуктивному, відмовостійкому середовищі, що дозволяє зосередити свої зусилля на розробці різноманітних серверних сервісів. Lambda позбавляє від турбот по оновленню серверної операційної системи, а також проблем, пов'язаних з розширенням існуючих або введенням в експлуатацію нових серверів в міру зростання навантаження. AWS Lambda забезпечує ефективне розгортання коду, повністю виконує завдання адміністрування, технічного обслуговування, виправлення вразливостей системи і забезпечує можливість моніторингу і ведення журналів засобами Amazon CloudWatch.

Lambda має вбудовану відмовостійкість. AWS Lambda підтримує необхідні об'єми обчислювальних ресурсів в декількох зонах доступності в кожному з регіонів, захищаючи код від несправностей окремих одиниць обладнання або збоїв в роботі центрів обробки даних. AWS Lambda і функції, що працюють в межах цього сервісу, забезпечують передбачувану і надійну операційну продуктивність. Сервіс AWS Lambda розроблений для забезпечення високої доступності як самого сервісу, так і виконуваних ним функцій. Він працює без планових простоїв і перерв на обслуговування.

AWS Lambda викликає код тільки тоді, коли це необхідно, і автоматично масштабує ресурси відповідно до обсягу надходження запитів без додаткових дій з боку клієнта. Кількість оброблюваних запитів не обмежена. AWS Lambda, зазвичай, запускає код протягом декількох мілісекунд після події, а оскільки масштабування відбувається автоматично, то у міру збільшення частоти подій продуктивність функції залишається стабільно високою. Оскільки код виконується без збереження станів, Lambda може створювати необхідну кількість інстанс без довгих процедур розгортання або затримок через налаштування.

Amazon RDS Proxy використовують, щоб мати повністю керовані пули підключення для роботи з реляційними базами даних. За допомогою RDS Proxy можна ефективно управляти тисячами одночасних підключень до реляційних баз даних. Це дозволяє легко розробляти високомасштабуючі, безпечні додатки на основі Lambda, які повинні підключатися до реляційних баз даних.

Provisioned Concurrency дозволяє краще контролювати продуктивність додатків. Коли вони увімкнені, функції знаходяться в ініціалізуючому стані і готові до швидкого реагування в межах ста мілісекунд. Provisioned Concurrency ідеально підходить для роботи з додатками, створеними на основі AWS Lambda, для забезпечення більшого контролю за часів запуску функцій. Кількість паралельних операцій легко налаштовується в залежності від вимог програми. Під час підвищення активності можна збільшити кількість паралельних операцій, а під час її зниження – зменшити або вимкнути цю можливість. Для використання Provisioned Concurrency не потрібно змінювати код. Provisioned Concurrency забезпечує стабільну продуктивність додатків, які повинні працювати з мінімальними затримками, без необхідності керувати обчислювальними ресурсами.

Використання Amazon Elastic File System для AWS Lambda дозволяє безпечно зчитувати, записувати і зберігати великі обсяги даних з низькою затримкою при роботі в будь-якому масштабі. Писати код для завантаження даних в тимчасове сховище і їх подальшої обробки не потрібно. Це економить час і спрощує код додатків, дозволяючи зосередитися на бізнес-логіці. EFS для Lambda ідеально підходить для створення додатків машинного навчання, завантаження великих довідкових файлів або моделей, обробки або резервного копіювання великих обсягів даних, розміщення веб-контенту, а також обміну файлами між безсерверними додатками і додатками на основі інстанс або контейнерів.

За допомогою можливості Lambda @ Edge AWS Lambda може запускати відповідний код в місцях розташування AWS по всьому світу у відповідь на події Amazon CloudFront, наприклад, запити контенту від серверів джерела або

відвідувачів або в зворотному напрямку. Це спрощує надання клієнтам більш якісного, індивідуально налаштованого контенту з меншою затримкою.

Виконання множини функцій AWS Lambda можна координувати для вирішення складних і тривалих задач, створюючи робочі процеси за допомогою сервісу AWS Step Functions. Сервіс Step Functions дозволяє визначати робочі процеси, які активують набір функцій Lambda за допомогою послідовних, паралельних, розгалужених списків операцій, в тому числі з можливостями обробки помилок. За допомогою Step Functions і Lambda можна створювати тривалі структуровані процеси для додатків і серверів.

AWS Lambda забезпечує безпечну взаємодію коду з іншими сервісами AWS за допомогою вбудованого AWS SDK і інтеграції з сервісом AWS Identity and Access Management (IAM). За замовчуванням AWS Lambda запускає код в хмарі VPC. Можна налаштувати сервіс AWS Lambda так, щоб він мав доступ до ресурсів в межах іншої хмари VPC. У цьому випадку застосовуються призначені для користувача групи безпеки та списки контролю доступу до мережі, щоб надати функції Lambda доступ до ресурсів в хмарі VPC.

Оплата за використання AWS Lambda нараховується за стабільну пропускну здатність або час виконання, а не за кількість використовуваних серверів. Використовуючи функції Lambda, потрібно платити тільки за виконані запити і час обчислень, необхідні для запуску коду. Рахунок за використання AWS Lambda виставляється з точністю до 100 мілісекунд, завдяки чому автоматичне масштабування від декількох запитів в день до тисяч запитів в секунду стає простим і економним.

Існує можливість задання для своїх функцій необхідного об'єму пам'яті і AWS Lambda виділить пропорційну кількість ресурсів, пропускну здатність мережі і дискових операцій читання / запису.

Розширення AWS Lambda дозволяють просто виконувати інтеграцію Lambda зі звичними інструментами для моніторингу, спостереження, забезпечення безпеки та управління. Розширення Lambda запускаються в середовищі виконання Lambda, в якій виконується код функцій. За

допомогою розширень Lambda можна записувати детальні діагностичні відомості і відправляти журнали функцій, метрики і маршрути до вибраного місця. У середовищі виконання Lambda також можна просто інтегрувати агенти безпеки, які надають мінімальний вплив на продуктивність функцій.

2.4 Висновки до розділу

Представлено схему розробки відеопродукту, яка включає алгоритм опрацювання та розробки відео на основі інструментів платформи AWS. Розроблено алгоритм опрацювання відеокадрів, який включає процедуру виокремлення метаданих із кадрів, їх аналіз, обробку та структурування. Побудовано алгоритм синтезу відеоролика, який включає блоки створення та переробки відеокліпу. Здійснено обґрунтування обраних мови програмування, платформи для розробки та розгортання серверної частини, які використано для реалізації програмної системи аналізу відеопотоків та синтезу відеороликів.

3 РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ АНАЛІЗУ ПЛАТФОРМ РОЗРОБКИ ВІДЕОПРОДУКТІВ

3.1 Архітектура програмної системи

На основі аналізу вимог до системи, розроблено програмне забезпечення, яке дає можливість аналізувати відеофайли та розробляти відеоролики, зокрема для реклами. На рисунку 3.1 зображено структурну схему діаграми варіантів використання програмної системи розробки платформи для аналізу відео.



Рисунок 3.1 – Діаграма варіантів використання програмного забезпечення

Як бачимо на рисунку, адміністратор системи, у ролі якого може виступати будь-який користувач, має можливість завантажувати відео файл, аналізувати його, ідентифікувати значущі кадри, виділяти із них метадані та розробляти відеоролики. Функція «Опрацювання відеофайла» включає процедуру завантаження файлу, виділення метаданих та збереження даних у

базі даних. Після завантаження файлу система ідентифікує чи це відео файл чи ні. Після цього відбувається аналіз відеокадрів і виокремлення метаданих.

Для знаходження т метаданих з відеофайлів використано сервіс AWS Recognition – простий спосіб додавання до системи функції аналізу зображень і відео за допомогою перевіреної, високомасштабуючої технології глибокого машинного навчання. Amazon Rekognition може ідентифікувати об'єкти, людей, текст, сцени і конкретні дії на зображеннях і відео, а також визначати неприйнятний контент. Сервіс з високою точністю аналізує особи і відкриває широкі можливості пошуку осіб, які можна застосовувати для виявлення, аналізу та порівняння осіб в різних задачах, де потрібна перевірка користувачів, підрахунок людей і забезпечення громадської безпеки.

Завдяки Amazon Rekognition Custom Labels можна ідентифікувати на зображеннях об'єкти і сцени, які відповідають потребам певної сфери бізнесу [50]. Наприклад, можна побудувати модель для класифікації конкретних деталей обладнання на складальній лінії або для виявлення хворих рослин. Amazon Rekognition Custom Labels візьме на себе всю трудомістку роботу по розробці моделі, тому попередній досвід роботи з машинним навчанням не потрібен. Варто просто завантажити зображення об'єктів або сцен, які треба ідентифікувати, а сервіс подбає про все інше. Даний сервіс дає можливість знаходити різноманітні данні з відео.

Розділ «Labels» надає інформацію для виявлення міток на зображеннях та відео за допомогою Amazon Rekognition Image та Amazon Rekognition Video.

Етикетка або тег – це об'єкт, сцена чи концепція, знайдена у зображенні чи відео на основі його вмісту. Наприклад, фотографія людей на тропічному пляжі може містити такі ярлики, як Особа, Вода, Пісок, Пальма та Купальники (предмети), Пляж (сцена) та На відкритому повітрі (концепція). Amazon Rekognition Video також може виявляти, наприклад, людину, яка катається на лижах або їде на велосипеді. Amazon Rekognition Image не виявляє активності на зображеннях.

Amazon Rekognition Image та Amazon Rekognition Video можуть повернути обмежувальну рамку для звичайних ярликів об'єктів, таких як люди, машини, меблі, одяг або домашні тварини [45]. Інформація про обмежувальне поле не повертається для менш поширених міток об'єктів. Обмежувальні рамки використовують, щоб знайти точне розташування об'єктів на зображенні, підрахувати екземпляри виявлених об'єктів або виміряти розмір об'єкта за допомогою розмірів обмежувального поля.

Amazon Rekognition Image та Amazon Rekognition Video використовують ієрархічну таксономію міток предків для класифікації міток. Наприклад, людину, яка йде через дорогу, можуть визнати пішоходом. Батьківський ярлик для пішохода – особа. Обидві ці мітки повертаються у відповідь. Повертаються всі мітки предків, і дана мітка містить список батьківських та інших міток предків. Можна використовувати батьківські мітки, щоб створювати групи пов'язаних міток і дозволяти запитувати подібні мітки в одному або кількох зображеннях. Наприклад, запит для всіх транспортних засобів може повернути автомобіль з одного зображення та мотоцикл з іншого.

Amazon Rekognition Image і Amazon Rekognition Video повертають версію моделі виявлення етикеток, яка використовується для виявлення міток на зображенні або збереженому відео.

«Custom Labels». За допомогою спеціальних етикеток Amazon Rekognition може ідентифікувати об'єкти та сцени на зображеннях, які відповідають потребам у бізнесі. Наприклад, можна знайти свій логотип у публікаціях у соціальних мережах, ідентифікувати свою продукцію на полицях магазинів, класифікувати деталі машин на складальній лінії, розрізнити здорові та заражені рослини або виявити анімовані персонажі у відео.

Розробка власної моделі для аналізу зображень є трудомісткою задачею, яке вимагає часу, досвіду та ресурсів. Крім того, це може вимагати тисяч або десятків тисяч зображень із ручним маркуванням, щоб надати моделі достатньо даних для точного прийняття рішень. Збір цих даних може зайняти місяці, і

може знадобитися велика група етикеток, щоб підготувати їх до використання в машинному навчанні.

Спеціальні етикетки, спираються на існуючі можливості Amazon Rekognition, які вже навчені на десятках мільйонів зображення у багатьох категоріях.

Після того, як Amazon Rekognition Custom Labels розпочне навчання на наборі зображень, він зможе створити власну модель аналізу зображень лише за кілька годин. Amazon Rekognition Custom Labels автоматично завантажує та перевіряє навчальні дані, вибирає правильні алгоритми машинного навчання, навчає модель та надає показники продуктивності моделі.

Консоль Amazon Rekognition Custom Labels забезпечує візуальний інтерфейс, щоб зробити маркування зображень швидким і простим. Інтерфейс дозволяє застосувати мітку до всього зображення. Також можна ідентифікувати та позначити конкретні об'єкти на зображеннях, використовуючи обмежувальні поля з інтерфейсом клацання та перетягування. Крім того, за умов великого набору даних, можна використовувати Amazon SageMaker Ground Truth для ефективної розмітки зображень у масштабі.

Для створення власної моделі не потрібен досвід машинного навчання. Спеціальні етикетки Amazon Rekognition включають можливості автоматизованого машинного навчання (AutoML). Коли надано навчальні зображення, Amazon Rekognition Custom Labels може автоматично завантажувати та перевіряти дані, вибирати правильні алгоритми машинного навчання, навчати модель та надавати показники продуктивності моделі.

Оцінку ефективності користувальницької моделі здійснюють на тестовому наборі даних. Для кожного зображення в тестовому наборі наявне паралельне порівняння прогнозування моделі з присвоєною міткою. Існує можливість перегляду детальних показників ефективності, таких як точність, відкликання, оцінки F1 та оцінки достовірності.

«Content moderation». Можна використовувати Amazon Rekognition для виявлення невідповідного, небажаного чи образливого вмісту для створення

безпечнішої взаємодії з користувачами, забезпечення рекламодавцям гарантії безпеки торгової марки та відповідності локальним та глобальним нормам.

«Detecting text». Amazon Rekognition дозволяє виявляти текст на зображеннях та відео. Потім виявлений текст можна перетворити у машинний і використовувати його для розпізнавання тексту на зображеннях для реалізації таких рішень, як [38]:

- візуальний пошу;
- статистика вмісту;
- навігація;
- супровід громадської безпеки та транспорту;
- фільтрування.

Для виявлення тексту у відео можна застосувати такі рішення, як:

- пошук відеокліпів;
- відповідність та модерація;
- пошук усіх накладень тексту на часовій шкалі відео для подальшої обробки;
- пошук розташувань тексту.

DetectText виявляє текст на зображеннях у форматі .jpeg або .png.

«Detecting and analyzing faces» [36]. Amazon Rekognition може виявляти обличчя на зображеннях та відео. Цей розділ охоплює операції, що не зберігаються для аналізу граней. За допомогою Amazon Rekognition можна отримати інформацію про те, де виявляються обличчя на зображенні чи відео, орієнтири обличчя, такі як положення очей, та виявлені емоції.

«Searching faces in a collection» [46]. Amazon Rekognition може зберігати інформацію про виявлені обличчя в контейнерах на стороні сервера, відомих як колекції. Можна використовувати інформацію про обличчя, яка зберігається у колекції, для пошуку відомих облич на зображеннях, збережених відео та потокових відео. Amazon Rekognition підтримує роботу IndexFaces. Це уможливорює використовувати вказану операцію для виявлення облич на зображенні та збереження інформації про риси обличчя, які виявляються в

колекції. Це приклад роботи API на основі сховища, оскільки служба зберігає інформацію на сервері.

Колекція облич є основним ресурсом Amazon Rekognition, і кожна створена колекція облич має унікальну назву ресурсу Amazon (ARN). Після створення колекції облич можна зберігати обличчя в ній. Amazon Rekognition забезпечує такі операції з управління обличчями в колекції.

Операція IndexFaces виявляє обличчя на вхідному зображенні (JPEG або PNG) та додає їх до вказаної колекції облич. Унікальний ідентифікатор обличчя повертається для кожного обличчя, яке виявлено на зображенні. Після збереження облич можна шукати збіги облич у колекції облич. Операція ListFaces перелічує обличчя в колекції. Операція DeleteFaces видаляє обличчя з колекції. Після створення колекції облич та збереження облич можна шукати в колекції облич збіги облич.

Операція CompareFaces порівнює обличчя у вихідному зображенні з гранями на цільовому зображенні. Обсяг цього порівняння обмежений гранями, які виявляються на цільовому зображенні. SearchFaces і SearchFacesByImage порівнюють обличчя (ідентифіковане або FaceId або вхідним зображенням) із усіма гранями в даній колекції облич.

CompareFaces, SearchFaces та SearchFacesByImage надають поріг подібності як вхідний параметр. Подібність, яке нижче за порогове значення, не повертаються. Поріг визначає, скільки помилкових спрацьовувань включено у результати збігів. Це контролює виклик результатів пошуку – чим нижчий поріг, тим вищий виклик.

«Recognizing celebrities» [37]. Amazon Rekognition може розпізнати тисячі знаменитостей у широкому діапазоні категорій, таких як розваги та медіа, спорт, бізнес та політика. За допомогою API розпізнавання знаменитостей на основі Amazon Rekognition налаштоване на виявлення знаменитостей у різних умовах.

Amazon Simple Storage Service (Amazon S3) – це сервіс зберігання об'єктів, що пропонує кращі в галузі показники продуктивності,

масштабованості, доступності та безпеки даних [42]. Amazon S3 пропонує прості у використанні інструменти адміністрування, які дозволяють організувати дані і точно налаштувати обмеження доступу. Можна легко збільшувати і зменшувати ресурси сховища відповідно до коливань потреб, при цьому не потрібні попередні вкладення або витрати на придбання ресурсів.

S3 – це єдиний сервіс зберігання об'єктів з можливістю блокування публічного доступу до всіх об'єктів в кошику або на рівні облікового запису за допомогою функції S3 Block Public Access. Забезпечує надійні можливості управління даними і відстеження пов'язаних з ними витрат, а також реплікації і захисту даних. Оскільки S3 працює з AWS Lambda, можна реєструвати дії, визначати попередження і автоматизувати робочі процеси без управління будь-якою додатковою інфраструктурою.

За допомогою функції S3 Storage Lens користувач може отримати наочне уявлення про використання об'єктного сховища, тенденції активності в масштабах організації, а також практичні рекомендації щодо підвищення рентабельності і застосування передових методів захисту даних. S3 Intelligent-Tiering оптимізує обсяг сховища, автоматично переміщує об'єкти між чотирма рівнями доступу при зміні шаблонів доступу. Об'єкти, завантажені або переміщені на рівень S3 Intelligent-Tiering, автоматично зберігаються на рівні для частого доступу.

Як база для зберігання даних користувачів (результатів аналізу) платформа використовує сервіс Amazon Elastic Search. Це повністю керований сервіс, який дозволяє просто і безпечно розгортати і використовувати Elasticsearch в будь-якому масштабі. У цьому сервісі реалізовано можливості: API Elasticsearch з відкритим вихідним кодом, керований модуль Kibana, інтеграція з Logstash і іншими сервісами AWS, а також вбудовані засоби оповіщення і роботи із запитамі SQL.

За допомогою Amazon Elasticsearch Service можна за лічені хвилини розгорнути кластер Elasticsearch. Для моніторингу кластерів в сервісі Amazon Elasticsearch Service передбачена вбудована можливість відстеження подій і

оповіщення про них. Amazon Elasticsearch Service забезпечує високу масштабованість та високий рівень безпеки. При роботі з Elasticsearch Service можна забезпечити мережеву ізоляцію даних за допомогою Amazon VPC, шифрувати дані при передачі і зберіганні з використанням ключів, створюваних і керованих в AWS KMS, а також управляти аутентифікацією і контролем доступу за допомогою політик Amazon Cognito і AWS IAM.

Для реєстрації користувачів, управління ними (створення, блокування, видалення, тощо) система використовує сервіс AWS Cognito. Сервіс дозволяє швидко і просто додавати можливості реєстрації, авторизації і контролю доступу користувачів в мобільні та інтернет-додатки. Amazon Cognito масштабується до мільйонів користувачів і підтримує авторизацію за допомогою Facebook, Google, Amazon.

Сервіс Amazon Cognito User Pools надає безпечний каталог користувачів. User Pools – це повністю керований сервіс, тому його легко налаштувати, не створюючи спеціальну серверну інфраструктуру. Сервіс Amazon Cognito підтримує багатофакторну аутентифікацію і шифрування даних при зберіганні і передачі.

Сервіс Amazon Cognito надає рішення для контролю доступу до серверних ресурсів з програми. Це дозволяє визначати ролі, а також призначати різні ролі користувачам.

В системі є процес під назвою «Створення кліпу». Генерація кліпу або Створення кліпу – це процес, під час якого відбувається зрізання вибраних ділянок з указанного користувачем відеофайлу. Це досить довгий і часозатратний процес, а це значить, що не можливо виконувати операції генерації в сервісі AWS Lambda, адже максимальний час її роботи – 15 хвилин, а генерація може тривати більше. Ще однією причиною відмовлення від «Lambda» було те, що максимальний розмір коду і використовуваних бібліотек не може перевищувати 50 Мб, а для генерації використовується «ffmpeg», «ffprobe», які займають більше місця.

Функція «Створення відеоролика» включає процедуру розробки нового відеоролика та переробки існуючого. У результаті реалізації зазначеної функції отримуємо відеоролик, який може бути використано для візуалізації та представлення інформації.

Для зручності користування розроблено інтерфейс користувача програмної системи, який детально опишемо у наступному підрозділі.

3.2 Інтерфейс користувача

Розглянемо детально інтерфейс користувача розробленої програмної системи. На рисунку 3.1 зображено екрану форму вікна авторизації користувача у системі. Якщо користувач вже зареєстрований, він може авторизуватись за допомогою спеціальних полів, призначених для вводу своїх даних та кнопки «Log in».

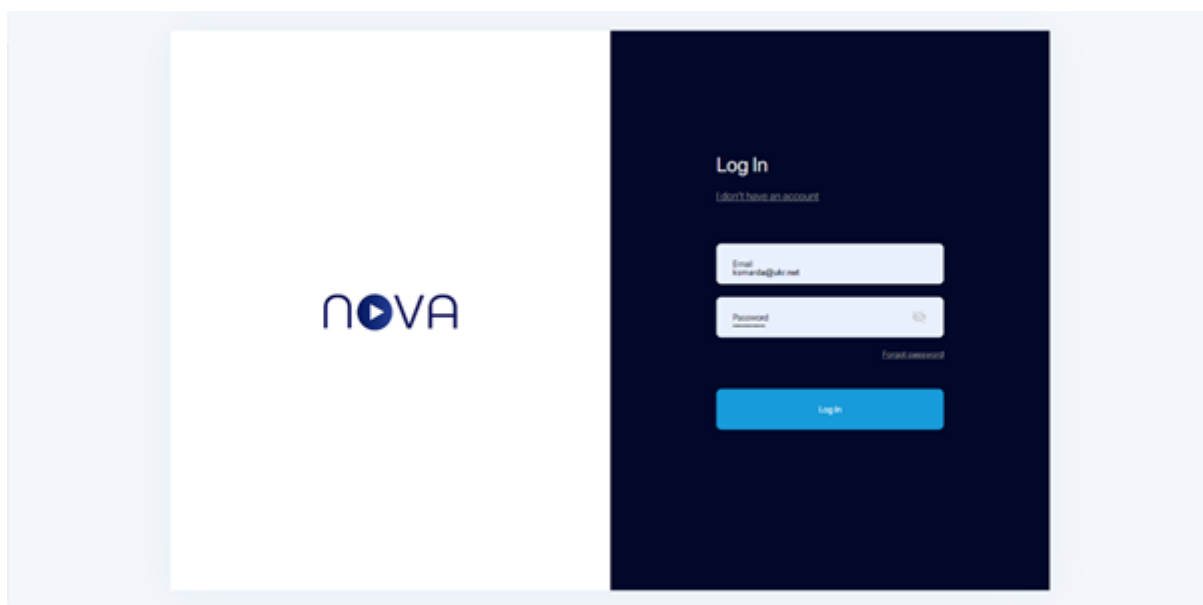


Рисунок 3.1 – Екранна форма вікна авторизації користувача

Рисунок 3.2 демонструє екранну форму реєстрації нового користувача. Будь-який користувач може зареєструватися на платформі за допомогою такої форми. Новому користувачу потрібно лише ввести свою електронну пошту як логін, пароль, та натиснути кнопку «sign up». Після цього користувач отримає на свій емейл листа з підтвердженням своєї авторизації у системі.

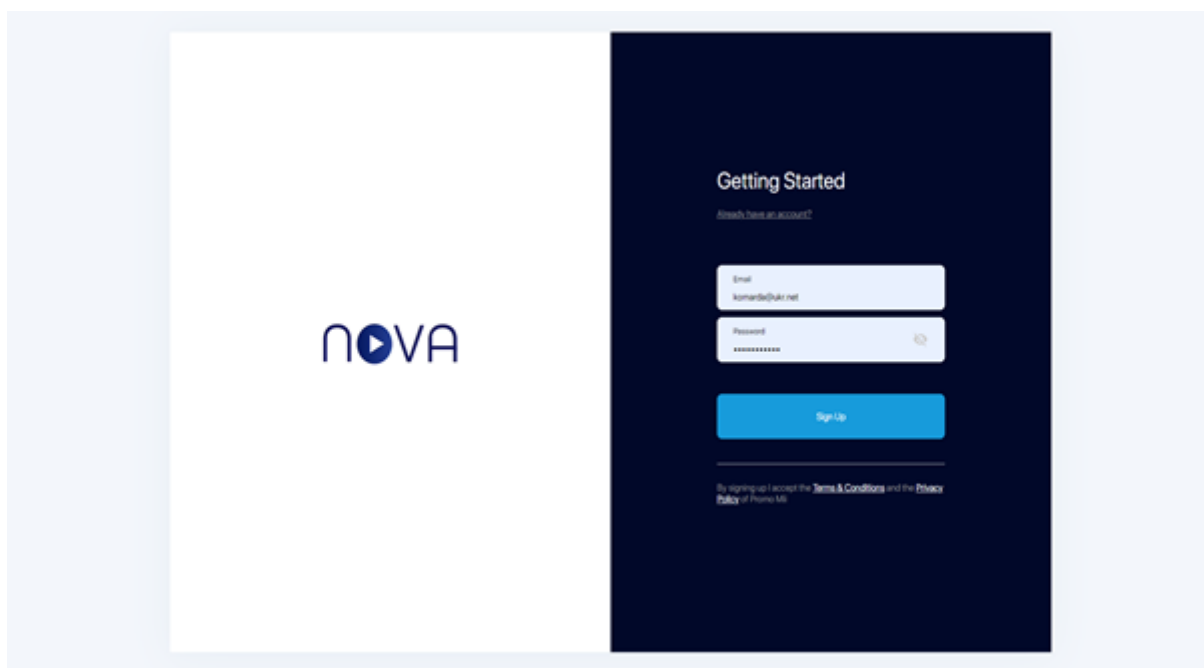


Рисунок 3.2 – Екранна форма вікна реєстрації нового користувача

Після реєстрації та авторизації користувач потрапить на сторінку майбутнього аналізатора. При першому вході вона буде порожня, будуть відсутні будь-які дані для аналізу, що демонструє рисунок 3.3. На рисунку 3.3 цифрами позначено компоненти, які буде бачити користувач, зокрема:

1. категорії аналізу відео;
2. кнопка переходу на головну сторінку;
3. кнопка переходу на сторінку аналізу;
4. кнопка переходу на сторінку з файлами користувача;
5. кнопка, яка викликає вікно з відображенням поточних дій користувача (див. рис. 3.4);

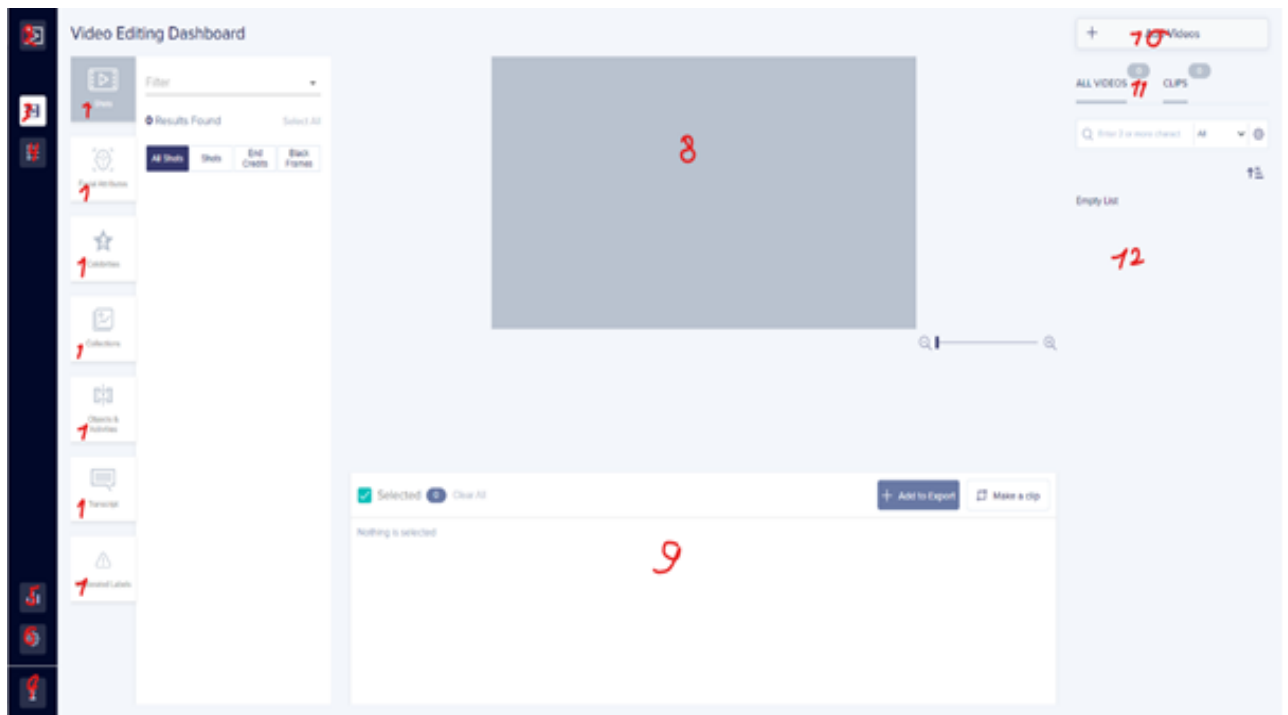


Рисунок 3.3. – Екранна форма сторінки аналізатора при першому вході користувача

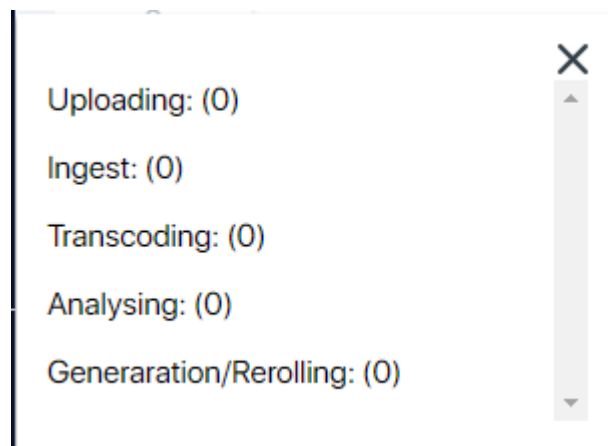


Рисунок 3.4 – Екранна форма статусів поточних процесів користувача

6. кнопка, за допомогою якої користувач може викликати вікно вибору, з переходами на різні сторінки налаштувань;
7. кнопка відкриття вікна, де користувач може перейти в свої налаштування або вийти з платформи;
8. екран, де буде відображатись плеєр, за допомогою якого користувач зможе програвати завантажені та створені відео;

9. місце, де будуть з'являтися обрані користувачем метадані;
10. кнопка виклику вікна завантаження нового відео на платформу;
11. лінія з відображенням кількості завантажених користувачем відео (All videos) та створених за допомогою платформи (clips);
12. місце, будуть відображатись відео залежно від обраної категорії.

Викликавши вікно статусів (див. рис. 3.4) користувач зможе побачити які дії виконуються(або не виконуються) під його акаунтом на даний момент. За допомогою вікна переходу в налаштування (див. рис. 3.5) користувач може перейти на відповідну сторінку налаштувань, де може змінити поточні налаштування, подивитись статистику або ознайомитись з інструкціями.

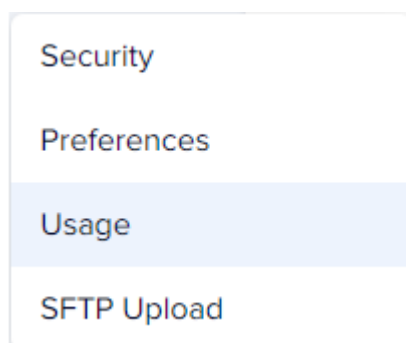


Рисунок 3.5 – Екранна форма вікна переходу до налаштувань параметрів платформи

За допомогою натискання кнопки 7 (див. рис. 3.3) відкривається вікно, екранну форму якого представлено на рисунку 3.6., можна перейти в налаштування свого профілю або вийти з платформи натиснувши кнопку «Logout».

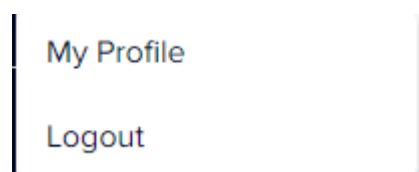


Рисунок 3.6 – Екранна форма вікна виходу з платформи або переходу до вікна налаштувань

На рисунку 3.7 зображено сторінку налаштувань користувача. В лівій частині знаходиться невелике меню, за допомогою якого користувач може перейти на іншу сторінку налаштувань. В правій частині містяться дані про користувача.

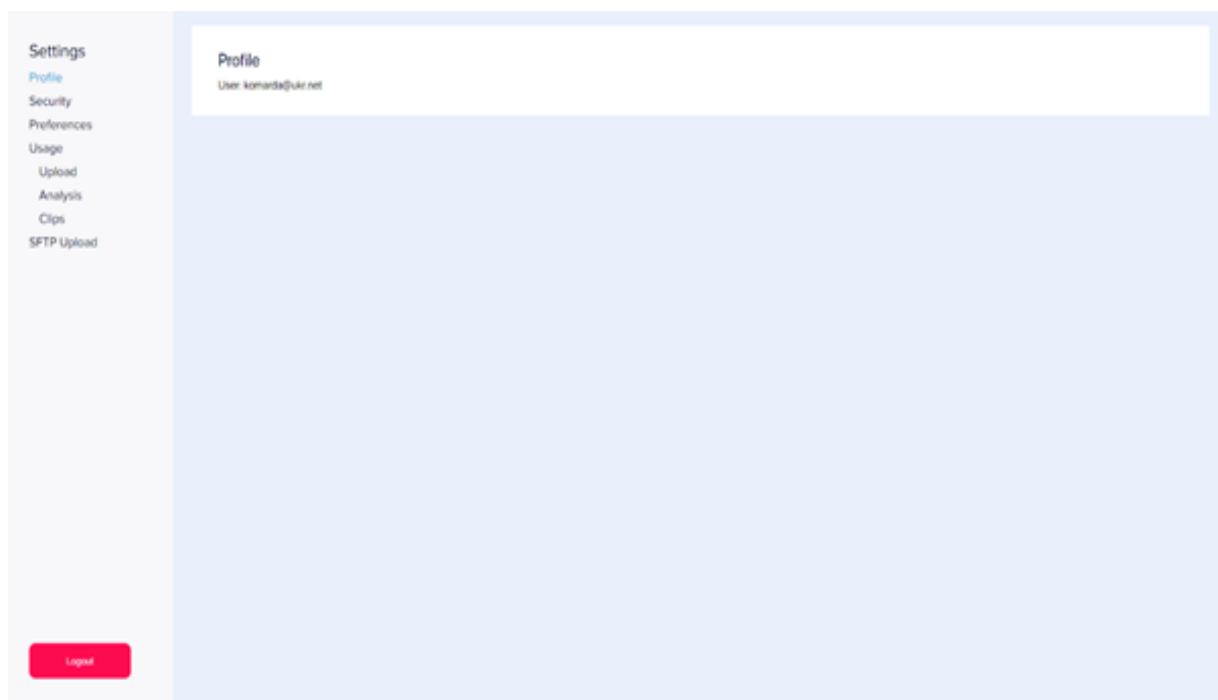


Рисунок 3.7 – Екранна форма сторінки налаштування профілю

Екранна форма, яку представлено на рисунку 3.8 зображено сторінку налаштувань захисту. В лівій частині знаходиться невелике меню, за допомогою якого користувач може перейти на іншу сторінку налаштувань. В правій частині поля – кнопка, за допомогою якої користувач може змінити свій пароль для входу.

На рисунку 3.9 зображено сторінку налаштувань процесу аналізу. В лівій частині знаходиться невелике меню, за допомогою якого користувач може перейти на іншу сторінку налаштувань. В правій частині перемикачі з підписами, які відповідають категоріям аналізу (див. розділ 3.1.), які користувач може обрати для аналізу кожного відео.

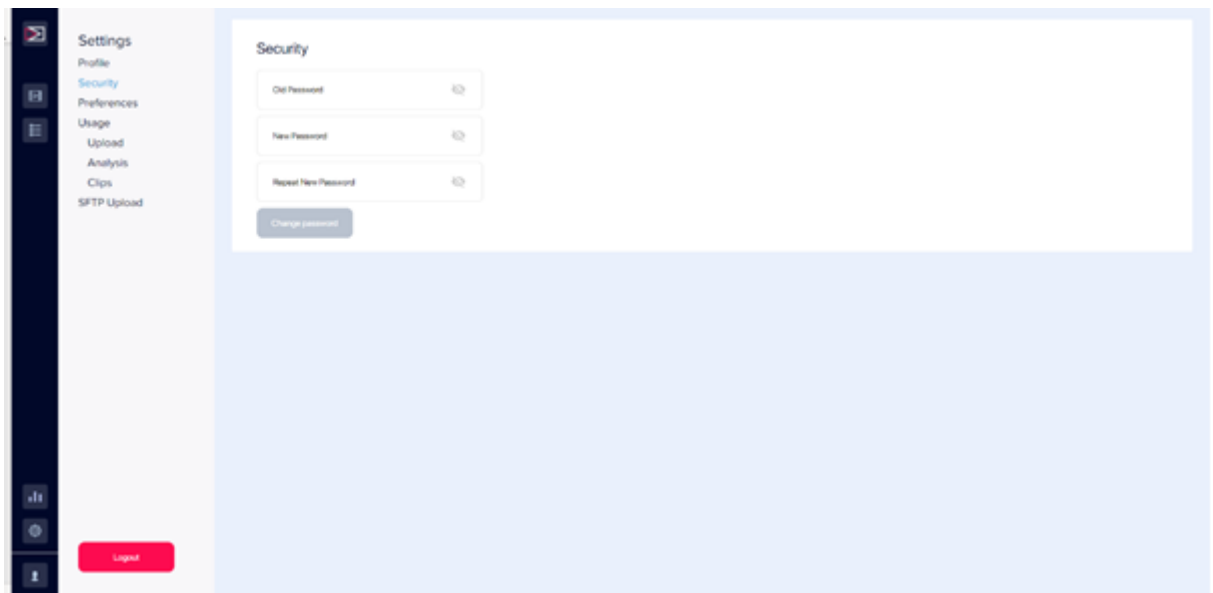


Рисунок 3.8 – Екранна форма вікна налаштувань параметрів захисту платформи

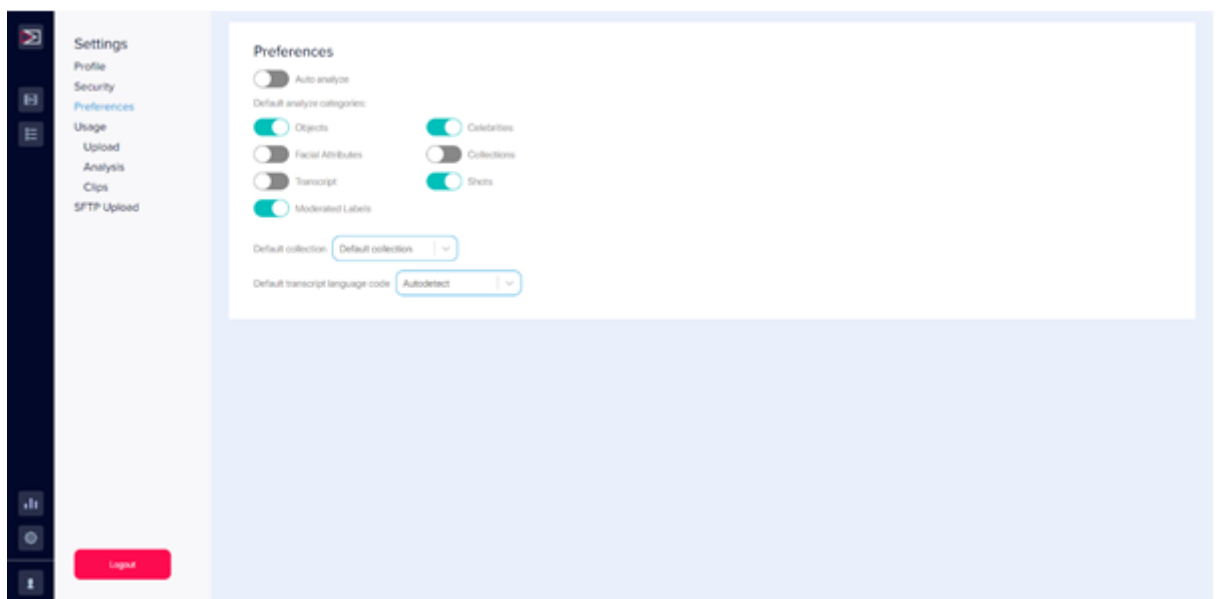


Рисунок 3.9. – Екранна форма сторінки налаштувань процесу аналізу відеофайлів

Існує можливість змінити налаштування процесу аналізу для кожного відео при його завантаженні, а також при запуску аналізу користувачем вручну. Під надписом «Default analyze categories» знаходяться категорії для аналізу. Перемикач «Auto analyze» вмикає або вимикає автоматичний аналіз нових завантажених користувачем відеороликів. У вікнах «Default collection» та

«Default transcript language code» користувач може обрати зі списку стандартну для аналізу колекцію завантажених фото та мову субтитрів.

На рисунку 3.10 зображено екранну форму сторінки налаштувань процесу аналізу. В лівій частині вікна знаходиться невелике меню, за допомогою якого користувач може перейти на іншу сторінку налаштувань. В правій частині маленькі вікна із зображенням використаного користувачем трафіку на платформі.

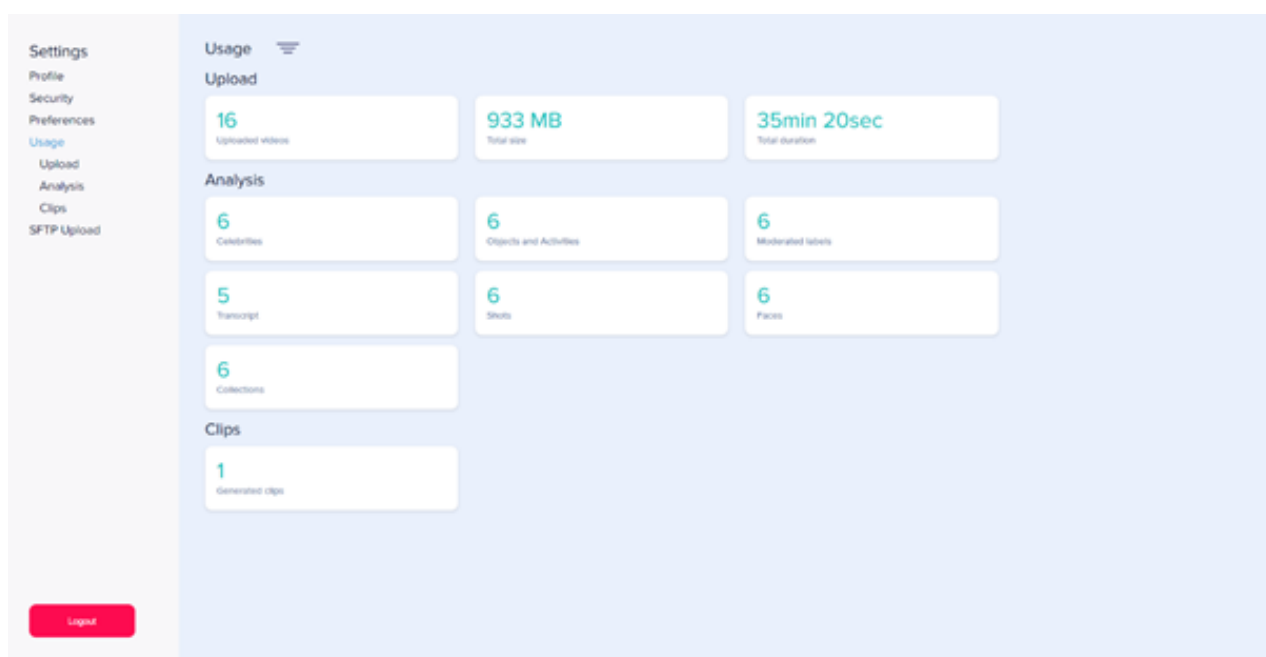


Рисунок 3.10 – Екранна форма візуалізації використаних даних користувачем платформи

Під надписом «Upload» показано скільки користувач завантажив даних, загальну кількість відео, загальний розмір цих відео, та загальна їх довжина. Під надписом «Analysis» користувач знайде дані про те, скільки разів він робив аналіз різних категорій. Вибравши надписи зліва можна дізнатись детальну інформацію про кожну категорію. Якщо з лівого меню обрати «Upload» можна дізнатись скільки займало кожне відео, яке було завантажено користувачем (див рис. 3.11).

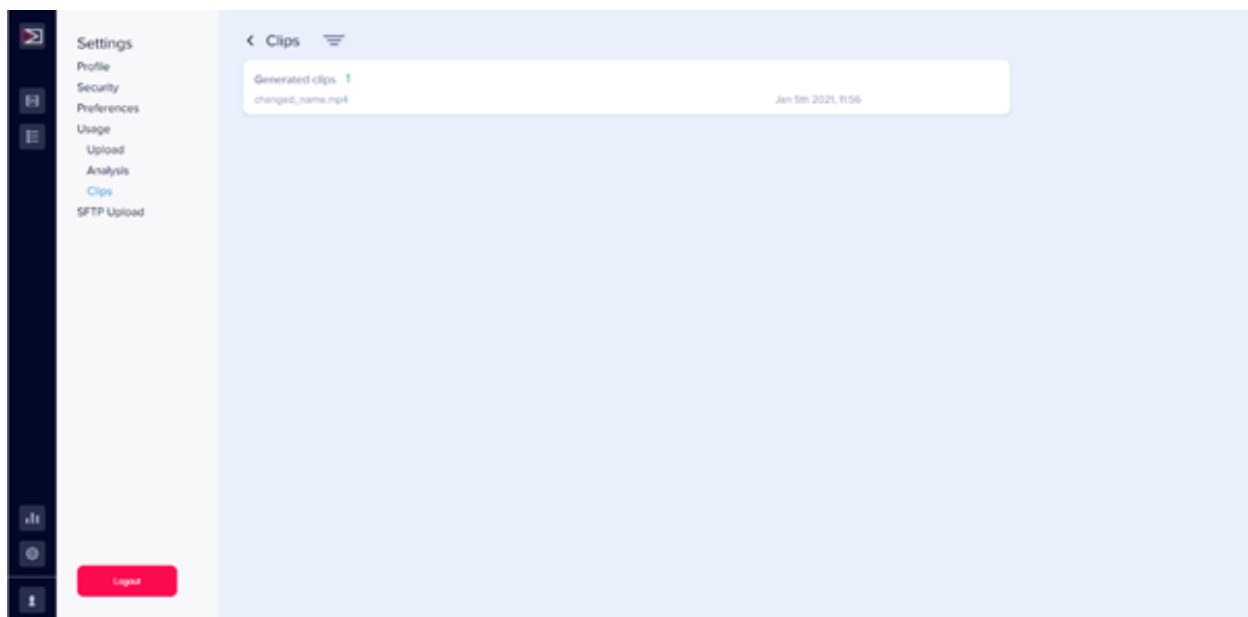


Рисунок 3.13 – Екранна форма візуалізації деталей про створені в системі ролики

Рисунок 3.14 візуалізує сторінку налаштувань користувача. В лівій частині знаходиться невелике меню, за допомогою якого користувач може перейти на іншу сторінку налаштувань. В правій частині для завантаження файлів із використанням SFTP протоколу [].

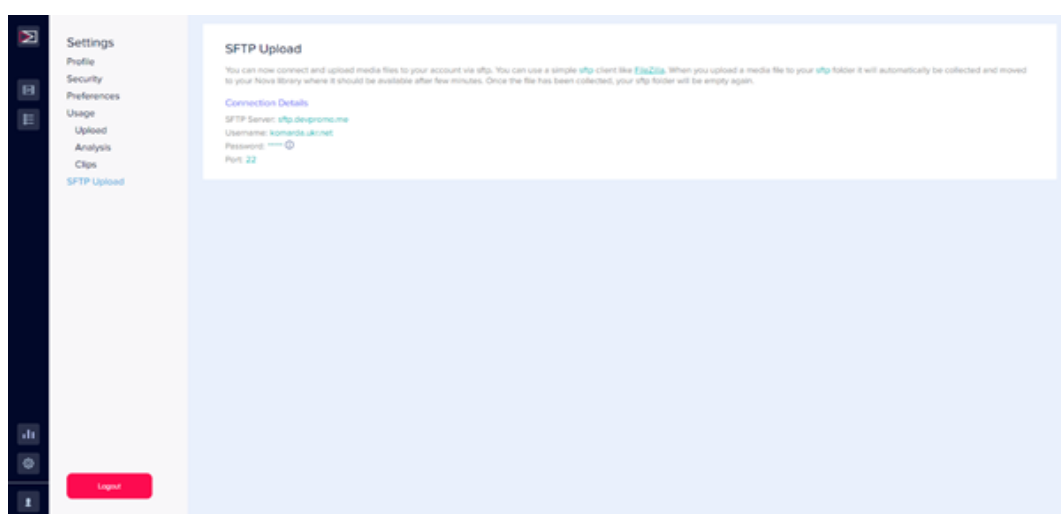


Рисунок 3.14 – Екранна форма інструкції завантаження файлів на основі протоколу SFTP

Таким чином із вище проведеного аналізу інтерфейсу користувача системи аналізу відеофайлів випливає висновок, що система є досить простою і зручною у користуванні для будь-якого користувача. Платформа вимагає реєстрації та містить детальні інструкції щодо виконання операцій опрацювання відеофайлів, виокремлення метаданих та побудови відеоролика. Загальний функціонал платформи детально розглянемо у наступному підрозділі.

3.3 Функціонал платформи

При переході на сторінку файлів, якщо користувач ще не завантажував ніяких файлів або видалив усі раніше завантажені файли, сторінка буде пустою, залишиться лише її опис (див. рис. 3.15).

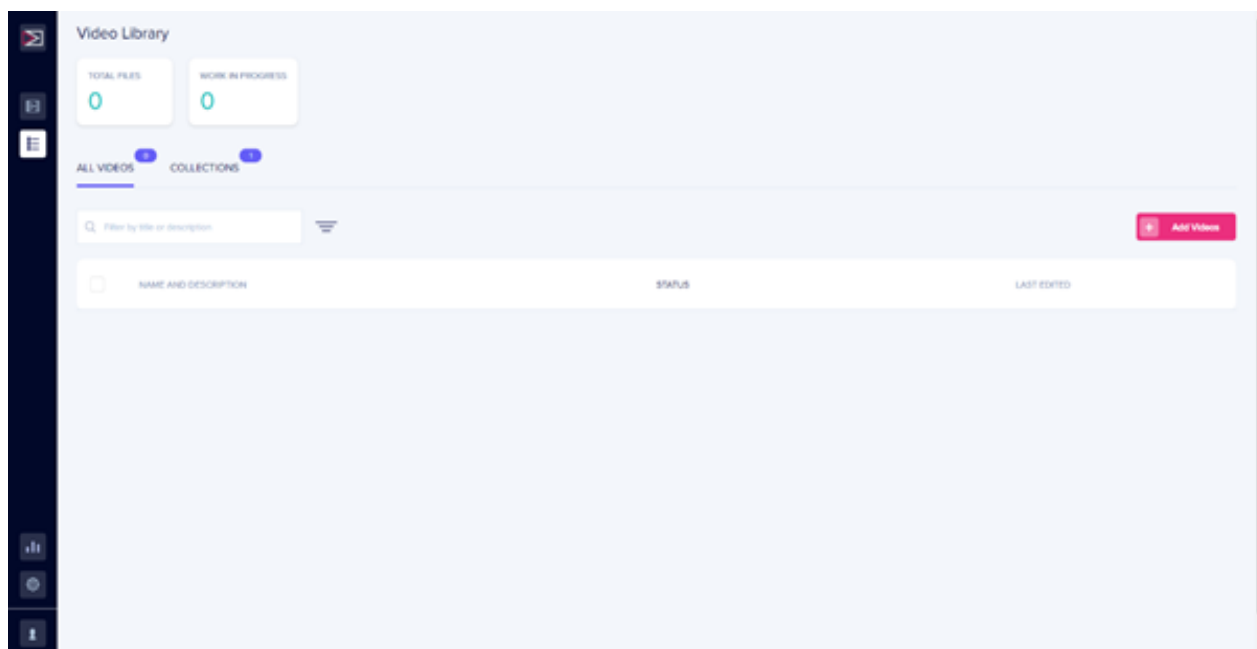


Рисунок 3.15 – Екранна форма візуалізації пустої сторінки для відеофайлів

У верхньому лівому кутку сторінки є 2 прямокутники, «TOTAL FILES» та «WORK IN PROGRESS» з цифрами. Перший показує кількість файлів на сторінці, а другий кількість процесів виконує користувач на поточний момент. Нижче є надписи «ALL VIDEOS» та «COLLECTIONS» кнопки для переходу на відповідні сторінки відео та колекцій завантажених користувачем.

Щоб завантажити відео потрібно натиснути на рожеву кнопку в правому кутку екрану «Add Videos»(див. рис. 3.16).

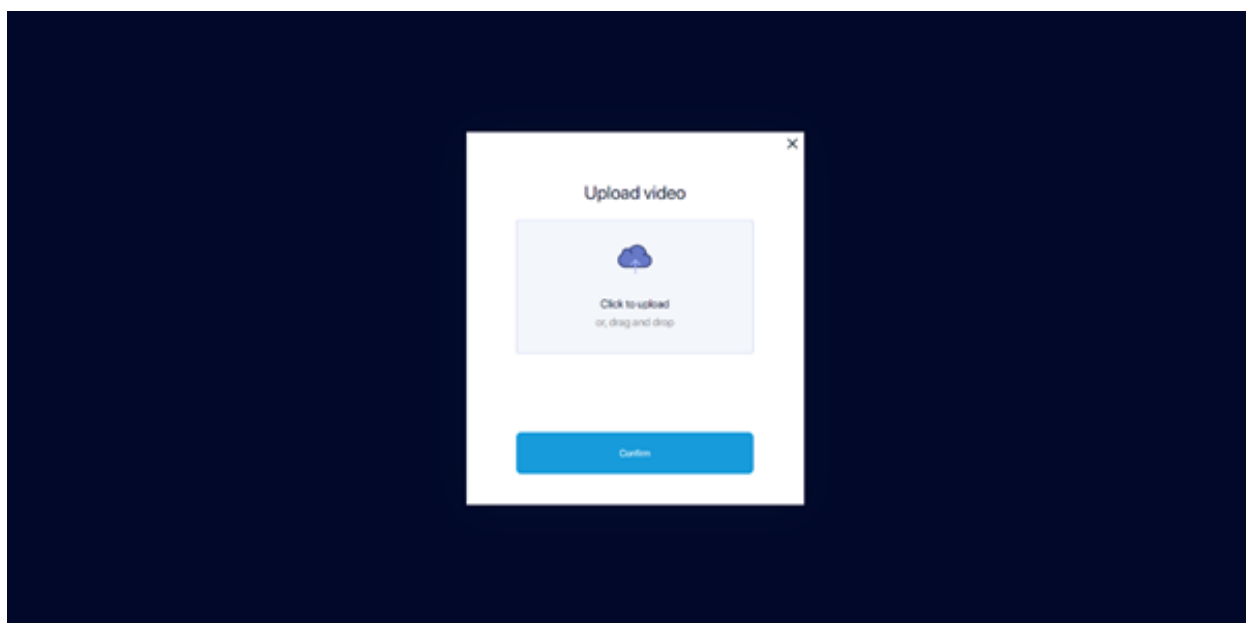


Рисунок 3.16 – Екранна форма вікна для завантаження відео

Після цього перетягнути відеофайл у відведене для цього місце, або натиснути на те саме місце для того, щоб з'явився файловий провідник системи, в якому можна вибрати потрібний файл, що продемонстровано на рисунку 3.17. Якщо відео вибране, можна змінити його ім'я в спеціальному полі, а якщо натиснути на кнопку, подібну до шестерні (див. рис. 3.18), то появиться можливість додати опис до відео в поле з надписом «Description». В той же час можна обрати параметри для аналізу відео, наприклад: здійснювати аналіз автоматично чи ні, які саме потрібно категорії для автоматичного аналізу, потрібну колекцію, а також бажану мову аналізу.

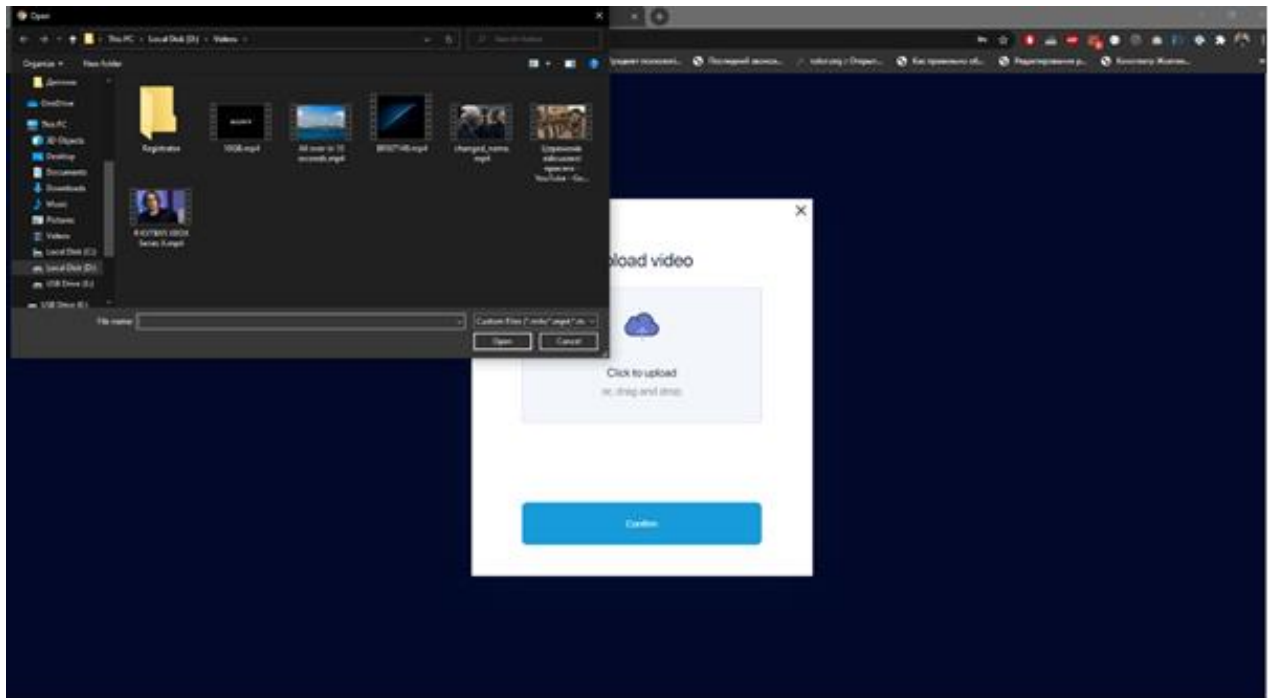


Рисунок 3.17 – Екранна форма вікна для завантаження відео з відкритим файловим провідником

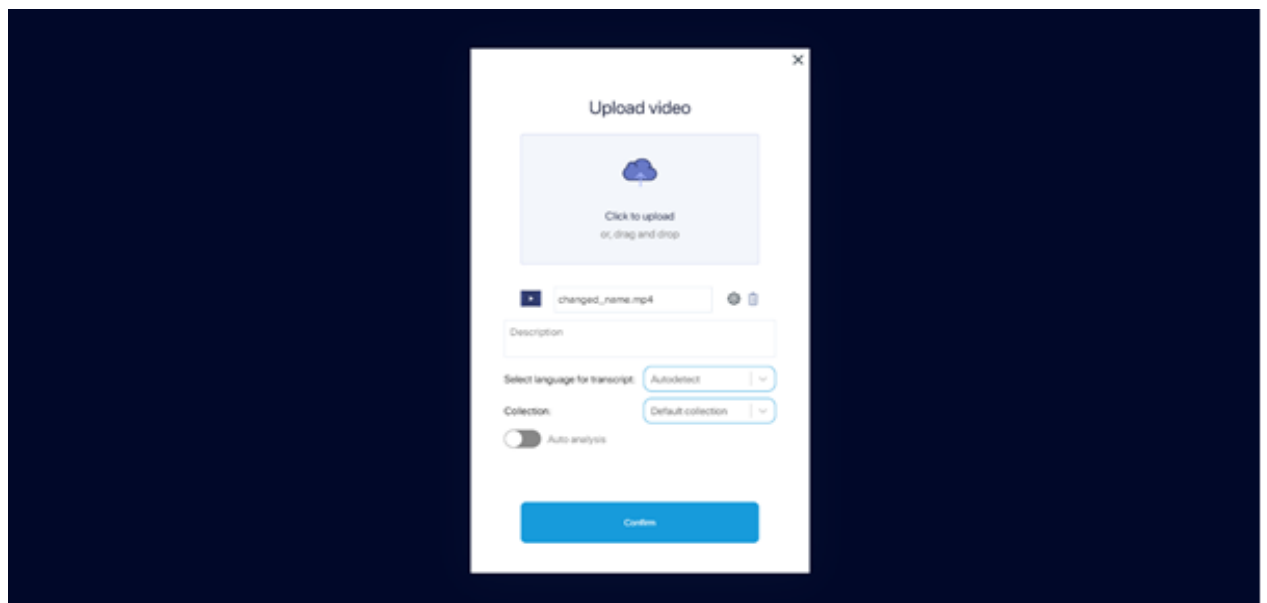


Рисунок 3.18 – Екранна форма вікна для завантаження відео із обраним файлом та відкритими налаштуваннями

Варто зазначити, якщо мова не буде обрана, система автоматично визначить мову в поточному відеоряді. Після того як всі параметри обрано потрібно натиснути кнопку «Confirm».

Після завантаження відеофайлу, він буде відображений на сторінці файлів з відповідним статусом на поточний момент, що показано на рисунку 3.19. У вікні статусів (див. рис. 3.4) з'явиться поточний статус відео, а цифри зверху зміняться на відповідні.

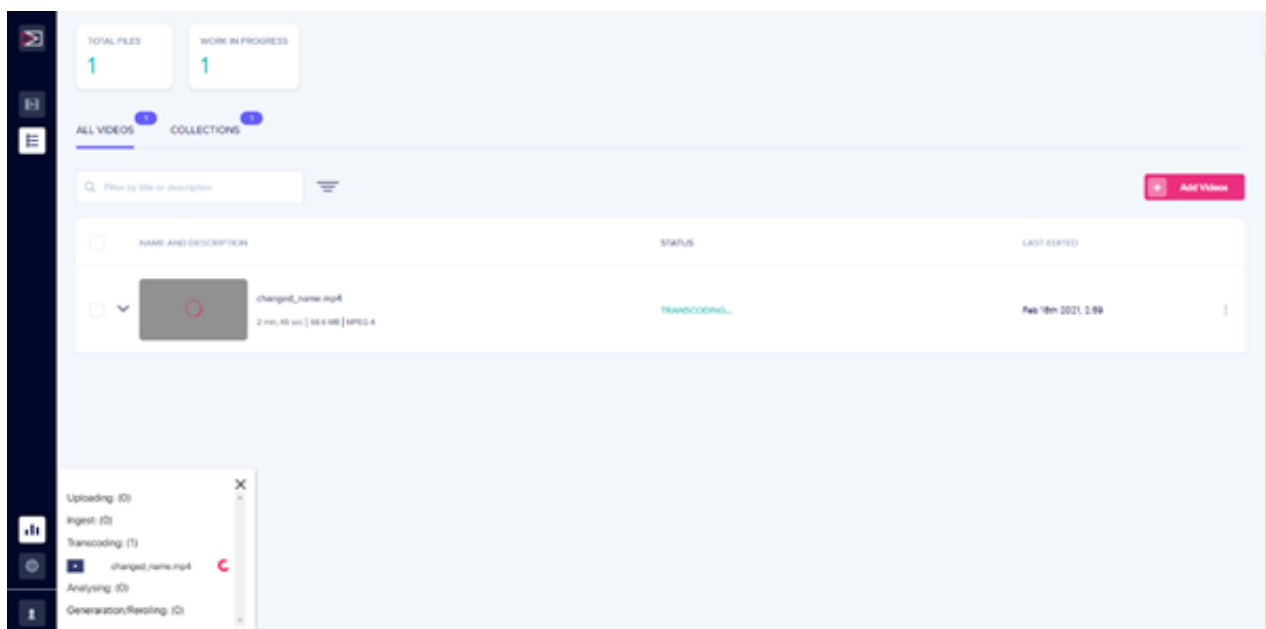


Рисунок 3.19 – Екранна форма сторінки файлів після завантаження файлу

На сторінці «COLLECTIONS» користувач може додавати бажані фото для пошуку в відео. Також за допомогою кнопок зверху можна створити нову колекцію, яка потім буде обрана при аналізі, та додати фото в існуючу (завантаження фото аналогічне завантаженню відео). Користувач може додавати тільки фото, на яких є обличчя. Якщо це просто картинка, користувач отримає помилку, як показано на рисунку 3.20.

Після завантаження відео користувачем для розробки відеоролика, спочатку відеофайл потрібно проаналізувати, щоб виділити метадані. Для цього потрібно обрати відео на сторінці файлів та натиснути на відповідну кнопку. У результаті з'явиться вікно з вибором категорій для аналізу, колекції, та мови (див. рис. 3.21).

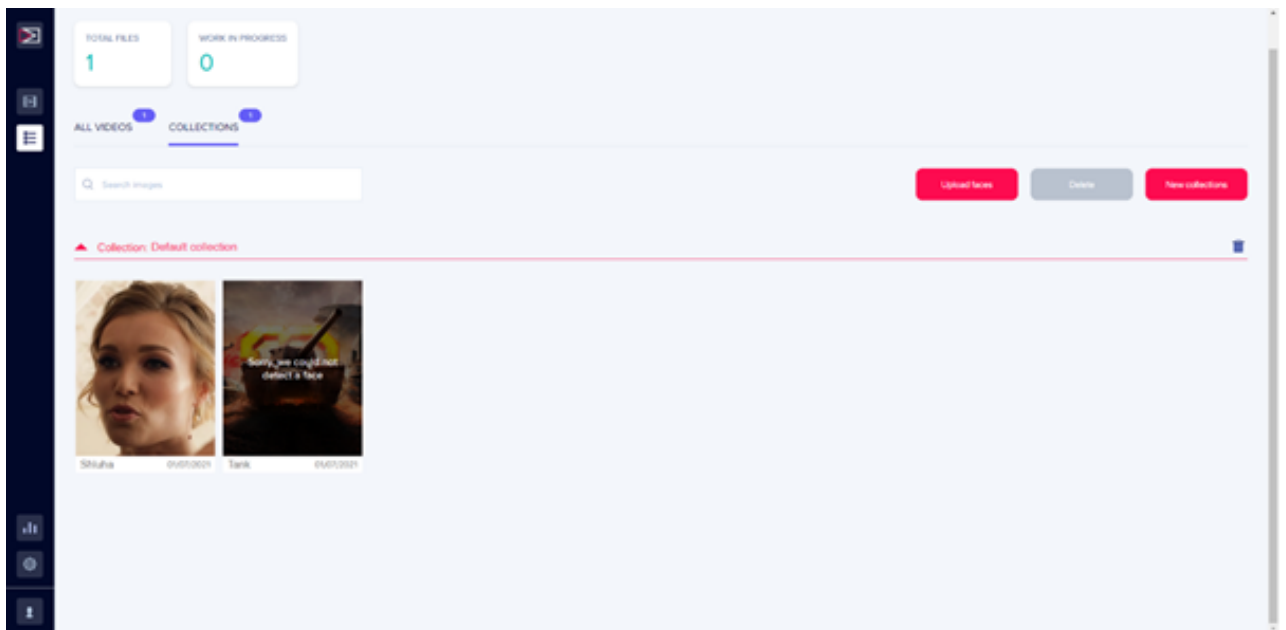


Рисунок 3.20 – Екранна форма сторінки «COLLECTIONS»

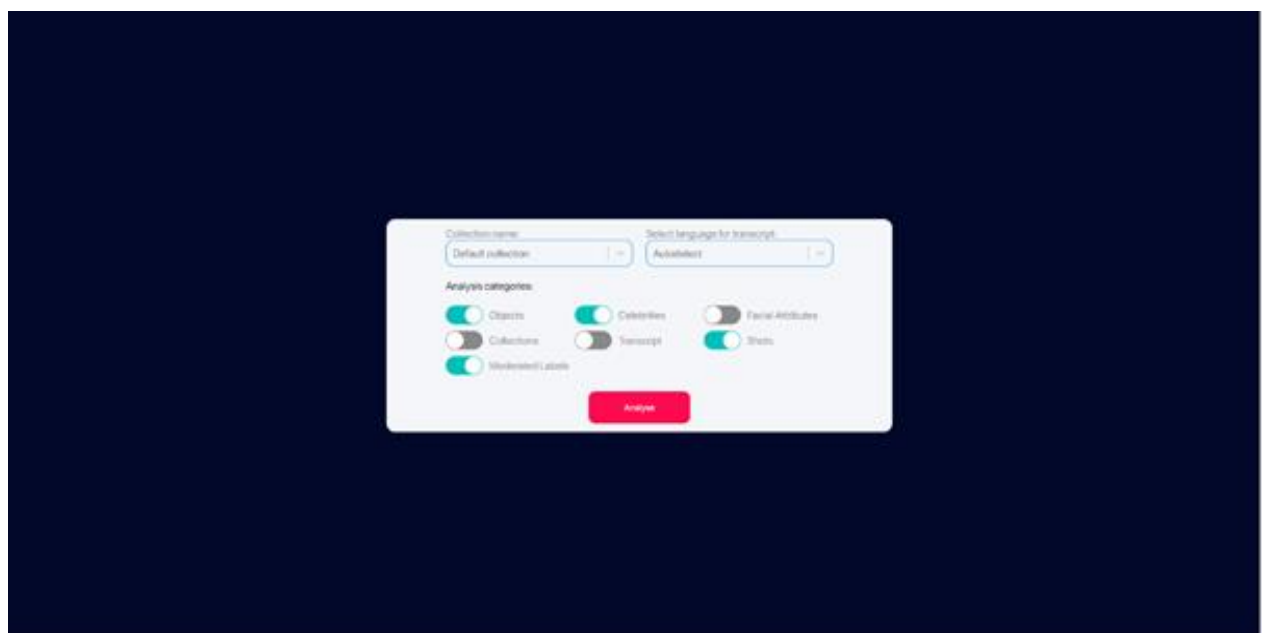


Рисунок 3.21 – Екранна форма сторінки аналізу відео

Після вибору потрібних параметрів запускається аналіз шляхом натискання кнопки «Analyze». Під час аналізу відео з'явиться відповідний статус, а у вікні статусів це буде відображено як аналіз файлу (див. рис 3.22). Відкривши вікно аналізу на сторінці файлів, користувач може спостерігати за прогресом по кожній із обраних категорій.

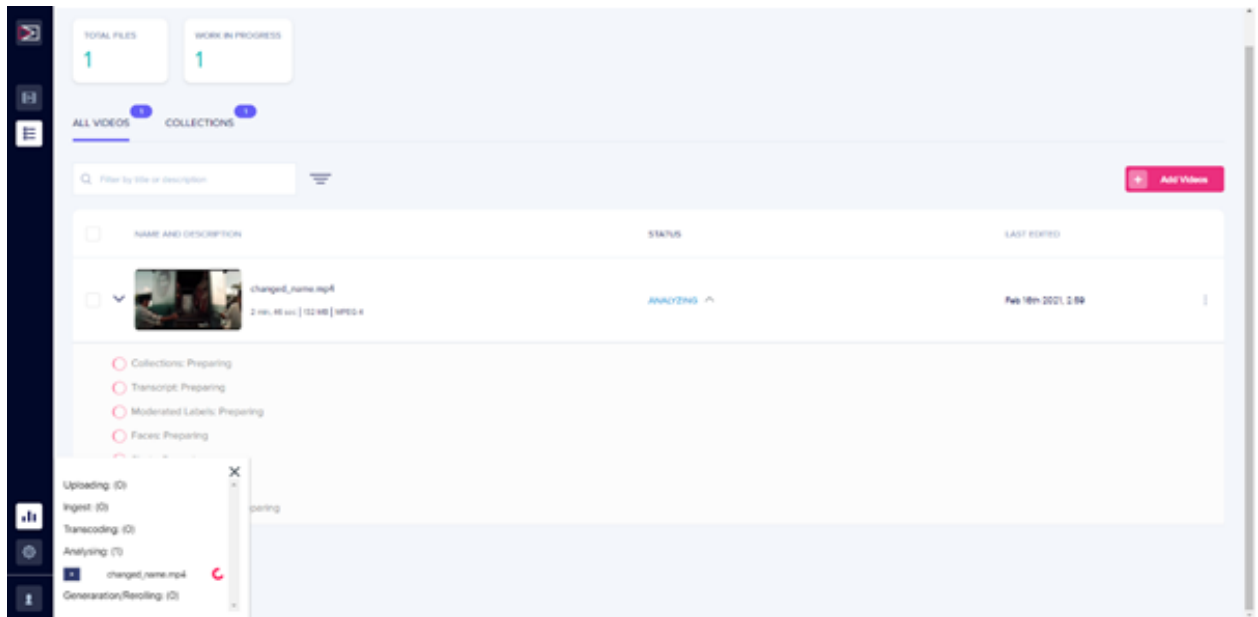


Рисунок 3.22 – Екранна форма візуалізації сторінки файлів із файлом, яке має статус аналізу

Після завершення аналізу, потрібно перейти на сторінку аналізатора (див. рис. 3.22), де будуть доступні обрані ним категорії для аналізу вже з даними. Їх потрібно обрати і натиснути кнопку «Make a clip» для генерації відеоролика (кліпу). Обрані користувачем дані відобразатимуться під відео під назвами категорій обраних даних. Також обрані дані відображаються на тайм лайні, щоб користувачу було зручно орієнтуватись в відео, та у фінальному результаті.

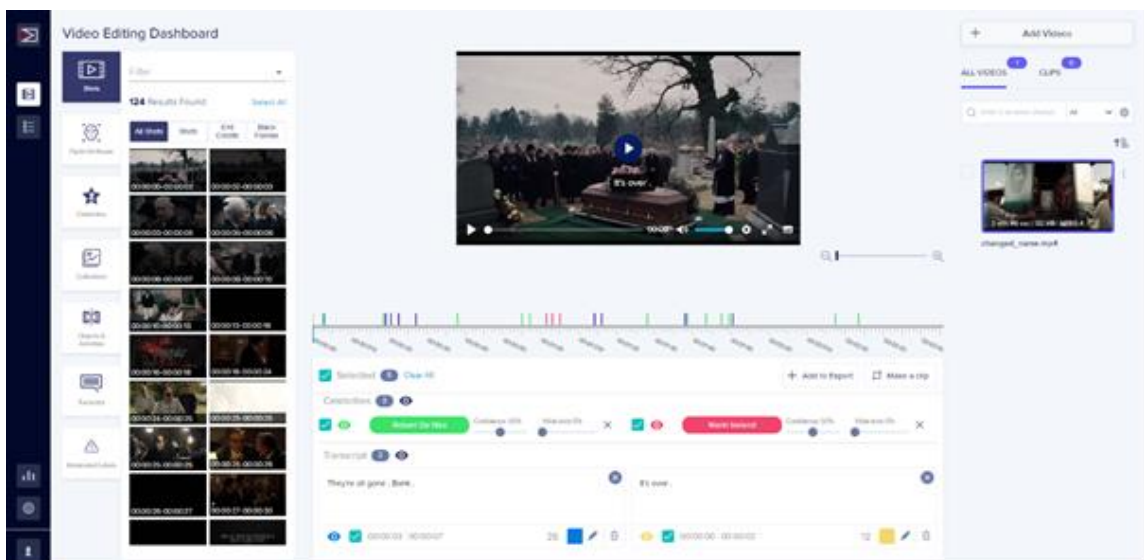


Рисунок 3.22 – Екранна форма сторінки аналізатора із присутніми даними

До генерації кліпу користувачу спочатку потрібно обрати параметри створення кліпу. Система може допомогти готовими пре сетами за умов, якщо пресет підходить користувачу. Наприклад, пресет «Celebrities» може сам обрати зірок, які найчастіше з'являються у відеоряді та створити кліп з ними. Або ж можна обрати тип «Custom» для розробки кліпу на основі обраних користувачем даних (див. рис. 3.23).

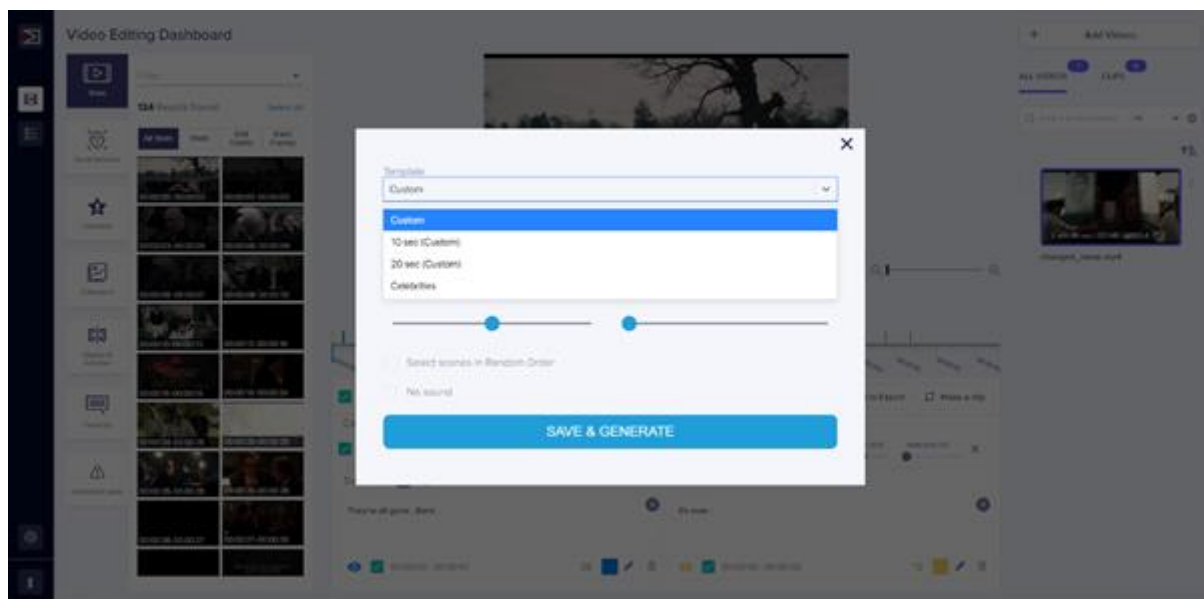


Рисунок 3.23 – Екранна форма вікна налаштувань перед створенням кліпу

Після того, як обрані всі необхідні параметри, потрібно натиснути кнопку «Save & Generate» й запуститься процес генерації відеокліпу. Як завершиться процес створення, користувач може завантажити готовий ролик або переробити його, якщо розроблений не сподобався. Для цього достатньо просто повторити процедуру генерації без аналізу.

Варто зауважити, що зазначений напрямок розробки можна удосконалювати, вводити нові функції, оптимізувати процес аналізу та підвищувати достовірність процедури виділення метаданих, що є предметом майбутніх досліджень.

3.4 Висновки до розділу

Розроблено й охарактеризовано структуру програмної системи для аналізу відео файлів та генерації відеороликів, яка відповідає сформульованим вимогам до сучасних платформ. Описано існуючі готові бібліотеки, які відповідають за реалізацію процедур алгоритму розробки відеороликів. Представлено екранні форми інтерфейсу користувача платформи для аналізу відеокадрів та синтезу відеороликів, які демонструють простоту користування та чіткі інструкції. Охарактеризовано загальний функціонал програмної системи, показано приклади виконання тієї чи іншої процедури.

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано існуючі засоби розробки відеопродуктів й зазначено їх переваги та недоліки, зокрема, складність інтерфейсу, вимоги до знань англійської мови, дороговартісне використання повної версії.

2. Проаналізовано існуючі технології та сервіси, які використовують для розробки платформ аналізу відеофайлів. Класична технологія моделювання відео продуктів включає: зйомку відео, монтаж, анімація, графічні ефекти, віртуальну реальність.

3. Розроблено алгоритм опрацювання відеофайлів, який включає процедуру виокремлення метаданих, необхідних для моделювання та генерації відеопродукту.

4. Розроблено алгоритм синтезу відеоролика, як сучасного засобу представлення інформації, зокрема, у сфері реклами, який включає процедуру створення нового відео та переробки існуючого.

5. Розроблено структуру програмної системи, яка відповідає сформованим вимогам до платформ аналізу відеофайлів та описано функції, які у результаті забезпечують функціонування платформи генерації відеороликів.

6. Розроблено інтерфейс користувача платформи для генерації відеопродуктів, описано її загальний функціонал із візуалізацією результатів на основі проведення експериментів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агєєва О. П. Сучасні технології анімації у рекламі. SCIENCE, RESEARCH, DEVELOPMENT, Paris, 2020. 48 - 49 с.
2. Бебешко М. Сучасні методи комп'ютерного моделювання та візуалізації 3d-об'єктів. Збірник наукових праць студентів, аспірантів і молодих вчених «Молода Наука-2020» Том V «Секції Інженерного інституту ЗНУ» Запоріжжя, 2020. 75 с.
3. Білашенко С.В., Шаповалова Н.Н., Рибальченко О.Г. Розпізнавання зображень за допомогою згорткових нейронних мереж з використанням бібліотеки Keras // Гірничий вісник/ 2018. Вип. 103. С. 148-154.
4. Білоцерковський В.В. Дослідження методів класифікації зображень, отриманих з використанням технології DeepFake: дипломна робота. Харків, 2020. 71 с.
5. Войтович Д. І. Програмні засоби для створення візуальних 3D ефектів мультимедійного контенту: дипломна робота. Київ, 2012. 74 с.
6. Гонцова В. В., Орлик О.В. Сучасні мультимедійні технології // Інформатика та інформаційні технології : студ. наук. конф., 20 квітня 2015 р. Одеса, ОНЕУ. С. 76-79.
7. Гукова В. Дизайн та розробка анімаційного відеоролика на просторах медіа ринку: дипломна робота. Київ, 2022. 112 с.
8. Згорткова нейронна мережа – просте пояснення CNN та її застосування: веб-сайт. URL: <https://evergreens.com.ua/ua/articles/cnn.html> (дата звернення 12.11.2023).
9. Лавер В.О. Моделювання та обробка відеозображень: навч.-метод. посіб. Ужгород : ПП «АУТДОР – ШАРК», 2021. 51 с.
10. Лисак Я.Л. Методи та засоби проектування рекламного відеоресурсу: дипломна робота. Київ, 2020. 80 с.

11. Кулик М.В. Дослідження сучасних алгоритмів побудови цифрових водяних знаків для відео-контенту: дипломна робота. Київ, 2018. 95 с.
12. Малихін О., Ліпчевська І. М18 Формування вмінь візуалізації навчальної інформації майбутніх учителів початкової школи: методи діагностики: методичний посібник. Київ: “Видавництво Людмила”, 2023. 72 с.
13. Морохова В. О., Бойко О. В., Лорві І. Ф. Рекламний менеджмент : навч. посіб. Луцьк : Вежа-Друк, 2018. 236 с.
14. 10 Найкращих генераторів відео зі штучним інтелектом: веб-сайт. URL: <https://www.imena.ua/blog/10-best-ai-video-generators/> (дата звернення 14.11.2023).
15. 12 найкращих виробників відеореклами для створення власних відеореклам, як професіонал: веб-сайт. URL: <https://wave.video/ua/blog/best-video-ad-makers/> (дата звернення 12.11.2023).
16. Найсучасніші можливості для редагування відео : веб-сайт. URL: <https://www.adobe.com/ua/products/premiere.html> (дата звернення 14.11.2023).
17. Парфіненко Ю.М. Метод обробки відеопотоку: дипломна робота. Київ, 2021. 87 с.
18. Підбірка програм для розробки відео: веб-сайт. URL: <https://edpro.ua/blog/pidbirka-program-dlja-stvorennja-videokontentu> (дата звернення 10.11.2023).
19. Попова Н. В. Основи реклами : навчальний посібник. Х. : Видавництво «ВДЕЛЕ», 2016. 145 с.
20. Пушкар О.І. Сучасні технології електронних мультимедійних видань: монографія. Харків: ВД «ІНЖЕК», 2011. 296 с.
21. Синеглазов В., Чумаченко О. Глибокі нейронні мережі для вирішення завдань розпізнавання і класифікації зображення: веб-сайт. URL: <http://itcm.comp-sc.if.ua/2017/Sineglazov.pdf> (дата звернення 11.11.2023).
22. Тихонова О. О. Дослідження та оптимізація алгоритмів створення, рендерінгу та обміну синтетичними даними з системами машинного навчання: дипломна робота. Харків, 2020. 45 с.

23. Топ-15 найкращих програм для створення відео: веб-сайт. URL: <https://eventukraine.com/techno/top-15-najkrashhih-program-dlya-stvorenniya-video/> (дата звернення 16.11.2023).

24. Топ 5 програм для відеомонтажу: веб-сайт. URL: <http://www.smilefilm.lviv.ua/smilefilm/top-5-program-dlya-videomontazy/> (дата звернення 18.11.2023).

25. Цуканов К.І. Особливості використання комп'ютерної графіки та анімації. Харків, 2020. 108 с

26. Шаблій Л. М. Методичні засади створення мультимедійних засобів навчання: дипломна робота. Київ, 2020. 80 с.

27. Шехет Г.О. Система аналізу контенту потокового відео та формування релевантної контекстної реклами: дипломна робота. Київ, 2029. 97 с.

28. Щекачихіна К. А. Алгоритми та технічні можливості сучасних засобів для створення 3D-відеоконтенту: дипломна робота. Київ, 2021. 67 с.

29. Deep Learning in Medical Image Analysis: веб-сайт. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5479722/> (дата звернення 15.11.2023).

30. Detecting and analyzing : веб-сайт. URL: <https://docs.aws.amazon.com/rekognition/latest/dg/faces.html> (дата звернення 15.11.2023).

31. Detecting objects and scenes : веб-сайт. URL: <https://docs.aws.amazon.com/rekognition/latest/dg/labels.html> (дата звернення 16.11.2023).

32. Detecting text : веб-сайт. URL: <https://docs.aws.amazon.com/rekognition/latest/dg/text-detection.html> (дата звернення 13.11.2023).

33. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville Deep Learning. MIT Press, 2016. 787p.

34. Lutz M. Learning Python, 5th Edition Fifth Edition. O'Reilly Media, 2015. 1648 p.
35. Machine Learning, ML: веб-сайт. URL: <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/machine-learning> (дата звернення 12.11.2023).
36. Moderation Content: веб-сайт. URL: <https://docs.aws.amazon.com/rekognition/latest/dg/moderation.html> (дата звернення 14.11.2023).
37. Python Documentation: веб-сайт. URL: <https://www.python.org/doc/> (дата звернення 13.11.2023).
38. Python Software Foundation. Retrieved: веб-сайт. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Python_\(programming_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Python_(programming_language)) (дата звернення 14.11.2023).
39. Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods Digital Image Processing, 4th edition Pearson/Prentice Hall, 2018. 1168 p.
40. Searching faces in a collection: веб-ресурс. URL: <https://docs.aws.amazon.com/rekognition/latest/dg/collections.html> (дата звернення 10.11.2023).
41. TypeScript: веб-ресурс. URL: <https://www.typescriptlang.org/> (дата звернення 05.11.2023).
42. Video editing software for everyone: веб-ресурс. URL: <https://www.avid.com/media-composer> (дата звернення 28.11. 2023).
43. Video.io: веб-ресурс. URL: <https://www.veed.io> (дата звернення 20.11.2023).
44. What Is Amazon Rekognition Custom Labels? веб-ресурс. URL: <https://docs.aws.amazon.com/rekognition/latest/customlabels-dg/what-is.html> (дата звернення 09.11.2023).