

Міністерство освіти і науки України  
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника  
Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки  
(повна назва кафедри)

Солонуха Роман Іванович  
Solonuha Roman

УДК 004:42

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»  
(шифр та назва спеціальності)

Кваліфікаційна робота  
на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр  
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

Інтелектуальна система підбору музичного контенту на основі  
мови програмування JavaScript

Intelligent system for selecting music content based on the  
JavaScript programming language

Науковий керівник:  
к.т.н., доцент Грига В. М.

Рецензент:  
к.ф-м.н., проф., завідувач  
кафедри фізики і хімії твердого  
тіла  
Никируй Л.І.

Івано-Франківськ  
2023



## АНОТАЦІЯ

В бакалаврській роботі розроблено інтелектуальну систему підбору музичного контенту на основі мови програмування JavaScript.

Система це інструмент, який допомагає користувачам відкривати нову музику та насолоджуватися улюбленими піснями. Завдяки поєднанню алгоритмів штучного інтелекту та високоякісних баз даних Spotify, створено середовище, що вміє аналізувати та рекомендувати музику, враховуючи особисті вподобання користувача.

Система пропонує безліч можливостей для зручного та захоплюючого музичного досвіду. Користувачі можуть створювати власні плейлисти, налаштовувати радіостанції, ділитися своїми улюбленими музикальними доріжками з друзями та отримувати персоналізовані рекомендації засновані на їхніх музичних уподобаннях.

					123.KI-41.3	Арк.
						2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ABSTRACT

In the bachelor's thesis, an intelligent system for selecting musical content based on the JavaScript programming language was developed.

The system is a tool that helps users discover new music and enjoy their favorite songs. Thanks to the combination of artificial intelligence algorithms and Spotify's high-quality databases, an environment capable of analyzing and recommending music based on the user's personal preferences has been created.

The system offers many possibilities for a convenient and exciting musical experience. Users can create their own playlists, customize radio stations, share their favorite music tracks with friends and receive personalized recommendations based on their music preferences.

					123.KI-41.3	Арк.
						3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
<b>1 ОГЛЯД МУЗИЧНИХ СЕРВІСІ ТА АНАЛІЗ ЇХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ.....</b>	<b>7</b>
1.1 Класифікація музичних жанрів та їх застосування.....	7
1.2 Огляд та аналіз відомих музичних сервісів.....	8
1.2.1 Музичний сервіс Last.Fm.....	8
1.2.2 Музичний сервіс Spotify.....	10
1.2.3 Музичний сервіс Apple.Music.....	14
1.2.4 Музичний сервіс Deezer.....	16
1.2.5 Поточкові сервіси.....	18
1.2.6 Поставлення завдання.....	20
<b>2 ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСОБІВ РОЗРОБКИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ МУЗИЧНОГО КОНТЕНТУ.....</b>	<b>21</b>
2.1 Опис структури інтелектуальної системи підбору музичного контенту.....	21
2.2 Вибір мови програмування Python.....	22
2.3 Вибір алгоритму рекомендацій.....	23
2.4 Вибір фреймворку AngularJS.....	28
2.5 Вибір середовища розробки бази даних Mongo DB.....	31
<b>3 РЕАЛІЗАЦІЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДБОРУ МУЗИЧНОГО КОНТЕНТУ.....</b>	<b>33</b>
3.1 Розроблення функціональних вимог до системи.....	33
3.2 Розроблення основних модулів інтелектуальної системи.....	34
3.3 Розроблення ER-діаграми інтелектуальної системи.....	37
3.4 Розроблення графічного інтерфейсу користувача.....	39
3.5 Розроблення структури бази даних.....	46
3.6 Тестування інтелектуальної системи підбору музичного контенту.....	49
<b>ВИСНОВОК.....</b>	<b>51</b>
<b>ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>52</b>

									123.КІ-41.3	Арк.
										4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

## ВСТУП

Нейронні мережі добре навчилися працювати з зображеннями, відео та текстами – вони розпізнають обличчя, емоції, показують правдоподібні дипфейки, здійснюють онлайн-переклад, генерують людську мову. Але є сфера, в якій вони глобально безсилі – це музика.

Музична індустрія розвивається швидше, ніж будь-коли. Щороку популярність нових платформ і медіа зростає, створюючи імена, які всі знають, і змінюючи спосіб взаємодії аудиторії з артистами. Водночас нові технології передають творчі інструменти в руки людей, які раніше не мали до них доступу.

Переважна більшість провайдерів потокового передавання має неймовірний вибір музики, альбомів і списків відтворення. Кожен користувач потенційно може слухати всі ці пісні одночасно в Інтернеті, незалежно від того, де він знаходиться або яким пристроєм користується. Потокова передача працює на технічному рівні шляхом передачі (або, точніше, потокової передачі) даних із сервера одному гравцеві. Необроблений файл пісні можна знайти на сервері. Оскільки необроблені файли великі й деталізовані, їх потрібно стиснути перед надсиланням через Інтернет. Коли потік досягає вашого пристрою, він використовуватиме додаток або плагін для декодування стиснених даних.

Більшість потоків є результатом явного, свідомого вибору слухачів, а активні, незалежні способи дослідження є нормою. Користувачі вибирають більшість своїх треків і часто використовують інструменти для самостійного дослідження, такі як пошукові системи та дискографії виконавців.

Результати цього опитування сприяють глибшому розумінню новітніх алгоритмічних культур, у яких слухачі відмовлятимуться від алгоритмів або використовуватимуть їх на випадковій основі, не відмовляючись від контролю над своїм музичним досвідом, залежно від своїх талантів і умов. Алгоритми на сьогоднішній день не ідеальні, їх можна модифікувати та оновлювати новими коефіцієнтами та даними.

									Арк.
									5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Вибір музики за жанром і/або виконавцем був по суті єдиним вибором ще кілька десятиліть тому. Отже, виберіть артиста або фестиваль (зазвичай за жанром). Отже, подивіться на наші полиці з компакт-дисками, упорядковані за жанрами, і виберіть альбом виконавця, який вам подобається. Завдяки наявності спеціальних або попередньо підібраних списків відтворення та персоналізованих пропозицій на цифрових музичних платформах це значно змінилося.

Отже, метою роботи є, створити систему музичних рекомендацій, вийти за межі класифікації жанрів і розробити кількісні методи, щоб перетворити думки на практичний інструмент пропозиції. Метою також є розробка власного алгоритму фільтрування за співпрацею та вмістом:

Використовується моделювання поведінки користувачів, щоб передбачити, що статистично сподобається певному користувачеві в певному середовищі. Тут враховуються «інші особи, які придбали X», а також загальна популярність.

Інший варіант — отримати дані безпосередньо з музичного елемента. Це може включати таку інформацію, як дата випуску пісні, визначений жанр або лейбл. З іншого боку, ми можемо витягнути з аудіо більш-менш абстрактні музичні елементи. Це включає очевидні критерії, такі як тональність або темп, а також дуже абстрактні математичні функції, такі як MFCC.

					123.KI-41.3	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 ОГЛЯД МУЗИЧНИХ СЕРВІСІ ТА АНАЛІЗ ЇХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ

## 1.1 Класифікація музичних жанрів та їх застосування.

Музичний жанр - багатоаспектне поняття, що характеризує класифікацію музичної творчості за жанрами і видами, виходячи з їх походження, умов виконання, сприйняття та інших ознак (змісту, структури, засобів виразності, складу виконавців тощо).

Поняття музичного жанру існує в різних колах сприйняття:

- широкий - сценічний жанр, симфонічний жанр, камерний жанр та ін;
- вузькі - велика опера, комічна опера, лірична опера, музична драма та ін.; симфонія, камерна симфонія, сюїта; увертюра; симфонічна поема; соната, квартет та ін.; арія, аріозо, каватина, романс, пісня тощо.

Основні жанри сучасної музики:

ПОП-музика (від слова «популярний»). Цей стиль відноситься до сучасного напрямку музики. Жанр характеризується простотою, цікавою інструментальною партією та відчуттям ритму, тоді як вокалу приділяється не велика увага. Основною і чи не єдиною формою музичних творів є пісня.

Диско. Останнім часом це найпопулярніший піджанр танцювальної поп-музики. Характеризується великою кількістю провідних ефектів, ритм-секцій ударних і басу, а також вторинного, фонового звучання струнних і духових інструментів.

Транс. Відноситься до одного з жанрів електронної музики і відрізняється високим емоційним впливом на слухача. Такий ефект досягається за рахунок використання сумних, «космічних» мелодій.

Хаус. Так називається танцювальна, повністю електронна музика. Основним і єдиним інструментом є синтезатор. Відмінною рисою цього жанру є наявність зациклених музичних фраз і сольних мелодій. Ефекти широко використовуються.

									123.КІ-41.3	Арк.
										7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						



Техно. Футуристична музика притаманна опису великого міста. До рис техно відносяться фантастичні мелодії, похмуре металеве звучання, «холодний», позбавлений емоційності вокал.

Фанк. Один із жанрів танцю, який характеризується чітко вираженою перкусією над усіма іншими інструментами, низькою мелодійністю, «неохайним» ритмом.

Нова хвиля. Жанр популярної музики, який трансформувався з панк-року і використовує ті самі музичні засоби. Яскравими представниками є Skofka, ТМП, Kalush та інші.

Рок. Музичний жанр, що визначається ритмічними відчуттями, пов'язаними з певним рухом. Багато типів музики плутають з роком, тому що певні якості рок-пісень (електромузичні інструменти, креативність і самостійність тощо) є другорядними. Панки, хіпі, металісти, емо, готи та інші субкультури пов'язані з цим музичним підходом.

Хіп-хоп. Цей напрямок музики складається з кількох жанрів: від «легких» стилів (поп-реп), до агресивних (хардкор, хоррор). Лірика також може мати різний зміст – від легкого і невимушеного (спогади про дитинство, юність тощо) до складних соціальних проблем.

## 1.2 Огляд та аналіз відомих музичних сервісів

### 1.2.1 Музичний сервіс Last.Fm

Last.fm — це музичний сервіс, який було запущено у Великій Британії, ще у 2002 році та містить у своїй базі одну з найбільших кількостей оригінальних музичних композицій. Використовуючи метод музичних пропозицій/рекомендацій «Audioscrobbler», служба генерує повний профіль музичних смаків кожного користувача, фіксуючи специфіку пісень, які користувач слухає, чи то через інтернет-радіостанцію, ПК користувача чи одну з багатьох портативних музичних програм. [5].

									Арк.
									8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Ця інформація передається (прокручується) до бази даних Last.fm або через



Рисунок 1.1 Інтерфейс додатку Last.FM

музичний програвач (який може включати, серед іншого, Spotify, Hifi, Tidal, MusicBee та Anghami), або через плагін, розміщений у музичному програвачі користувача, в залежності від способу передачі. Інформація згодом відображається на особистій сторінці користувача та збирається для створення сторінок підтримки для конкретних музикантів і виконавців.

Річард Джонс (один з засновників платформи Last.Fm) випустив Audioscrobbler 14 років тому, винайшовши концепцію відстеження музики, яку люди прослуховують, щоб формувати музичні рекомендації.

Як це працює. Після прослуховування пісні також додається назва та виконавець до облікового запису користувача. Таким чином, навантаження створило статистику про смак у музиці. Використовуючи цю інформацію, користувач може знайти невідомих виконавців, які відповідають його уподобанням, або інших користувачів, які мають подібні музичні смаки. Передача інформації називається load.fm «скробблінг увімкнено» або «скробблінг».

Спеціальним можливостю такого сервісу є створення індивідуальних можливостей загального хіт-параду («чартів»). Для цього Last.fm використовує

									Арк.
									9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

таку техніку, як «скроблінг». Скроблінг — це метод збору та передачі інформації на музичний сервер, який прослуховує користувача. Це може бути інформація про жанр, виконавця, рік випуску та альбом. Користувачу не потрібно бути підключеним до Інтернету, програма спочатку зберігає дані, а потім аналізує і підбирає відповідні рекомендації.

Теги, які можуть використовувати користувачі, використовуються для навігації та групування пісень. Завдяки багатьом інструментам, які збирають скроблер, Last.fm створив систему рекомендацій на основі спільних алгоритмів фільтрації. Залежно від історії користувача, йому пропонувалося прослуховувати музичні треки, популярні серед користувачів зі схожими вподобаннями, переглядати сторінки профілів цих користувачів («сусідів», як їх називали), пропонувалися концерти, які могли б зацікавити користувача. На жаль, після редагування сайту у 2014 році більшість цього функціоналу було втрачено. Особливістю даного сервісу є можливість створення індивідуальних і загальних хітів («чартів») [6].

### 1.2.2 Музичний сервіс Spotify

Spotify доступний у більшості європейських країн, переважно в Північній і Південній Америці, Австралії, Новій Зеландії та деяких частинах Азії та віднедавно в Україні. Він доступний для більшості сучасних пристроїв, включаючи Windows, MacOS, Linux, а також для смартфонів і планшетів iOS і Android. Музику можна прослуховувати або знаходити за допомогою різних налаштувань, таких як виконавець, альбом, жанр, список відтворення або звукозаписна компанія. Користувачі можуть створювати, редагувати та ділитися списками відтворення, ділитися піснями в соціальних мережах і створювати списки відтворення з іншими користувачами. Spotify надає доступ до понад 30 мільйонів пісень. Станом на червень 2022 року він має понад 100 мільйонів активних користувачів на місяць, а станом на березень 2022 року — понад 50 мільйонів підписників.

									Арк.
									10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

На відміну від фізичних або завантажуваних копій, які платять виконавцям фіксовану ціну за продану пісню чи альбом, Spotify сплачує гонорари на основі кількості прослуханих слухачів, як частку від загальної кількості пісень, транслиованих на сервісі. Вони розподіляють близько 70% загального доходу правовласників, які потім платять виконавцям за індивідуальними договорами.

На відміну від Last.fm, сервіс дозволяє повноцінно слухати музику, має більше можливостей і більш гнучкий програвач. Користувачі також можуть створювати списки відтворення та подкасти.

Загалом – Spotify, це повноцінна музична бібліотека, але в більш зручному форматі. Spotify також має реферальну систему. Ви можете переглянути рекомендації виконавців, альбомів і пісень. Як і Last.fm, він використовує методи спільної фільтрації.



Рисунок 1.2 Додаток Spotify для операційної системи Android

										Арк.
										11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Додаток (рис. 1.2) розбиває пісні на зручні жанри, тому ви легко знайдете

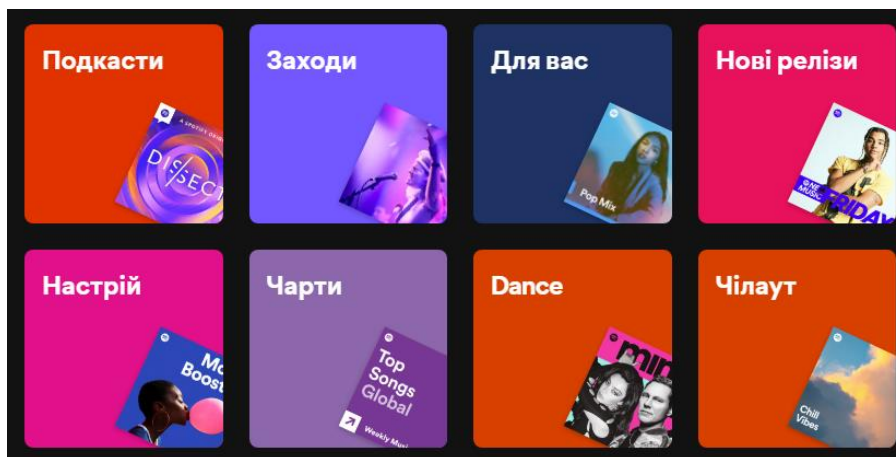


Рисунок 1.3 Список рекомендаційних жанрів на платформі Spotify

те, що вам потрібно. Наприклад, радіо в різних жанрах - поп, хіп-хоп, кантрі, музика 90-х, реп і так далі. Ви обираєте потрібний жанр і переглядаєте станції, слухаєте та обираєте ту, яка вам найбільше подобається. Те ж саме можна зробити з музикою в меню «Огляд». Вам пропонують музику для бігу, відпочинку, розслаблення, роботи, вечірок і танців, зосередження та інших життєвих занять. Вибравши потрібний напрямок, ви можете переглянути безліч добірок з музикою, прослухати все це, вибрати улюблені треки (рис. 1.3) [5].

У Spotify існує платформа для розробників, у якій вільно надають доступ до API. Spotify Web API, базуються на принципах REST, надають інформацію JSON про музичних виконавців, альбоми та пісні, яка витягується безпосередньо з каталогу даних Spotify.

Доступ до пов'язаних із користувачем даних, таких як списки відтворення та музика, збережена в бібліотеці «Ваша музика» користувача, також надається через веб-API для служби. Цей тип доступу надається користувачу за допомогою вільного доступу, для якого потрібно всього на всього ввійти на платформу.

Базова адреса веб-API – <https://api.spotify.com>. API відкриває кілька кінцевих точок, кожна з яких має свій окремий маршрут. Щоб отримати доступ до приватних даних за допомогою веб-API, таких як профілі користувачів і списки відтворення, програма повинна спочатку отримати дозвіл користувача на





переглянути доступні кінцеві точки Web API, або скористайтесь бічною панеллю ліворуч, щоб переглянути доступні кінцеві точки Web API. Усі виклики Web API починаються з <https://api.spotify.com/v1>.

### 1.2.3 Музичний сервіс Apple.Music

На початку 2000-х Apple започаткувала онлайн-музику та використовувала iTunes, щоб допомогти всій музичній індустрії перейти до цифрової епохи. Друга революція в Купертіно, з іншого боку, залишилася практично непоміченою: Apple представила свій потоковий сервіс у 2015 році, коли Spotify вже перевищив 15 мільйонів користувачів. Незважаючи на це, вони змогли сісти в поїзд, і тепер Apple Music є другим за популярністю сервісом потокового передавання музики у світі.

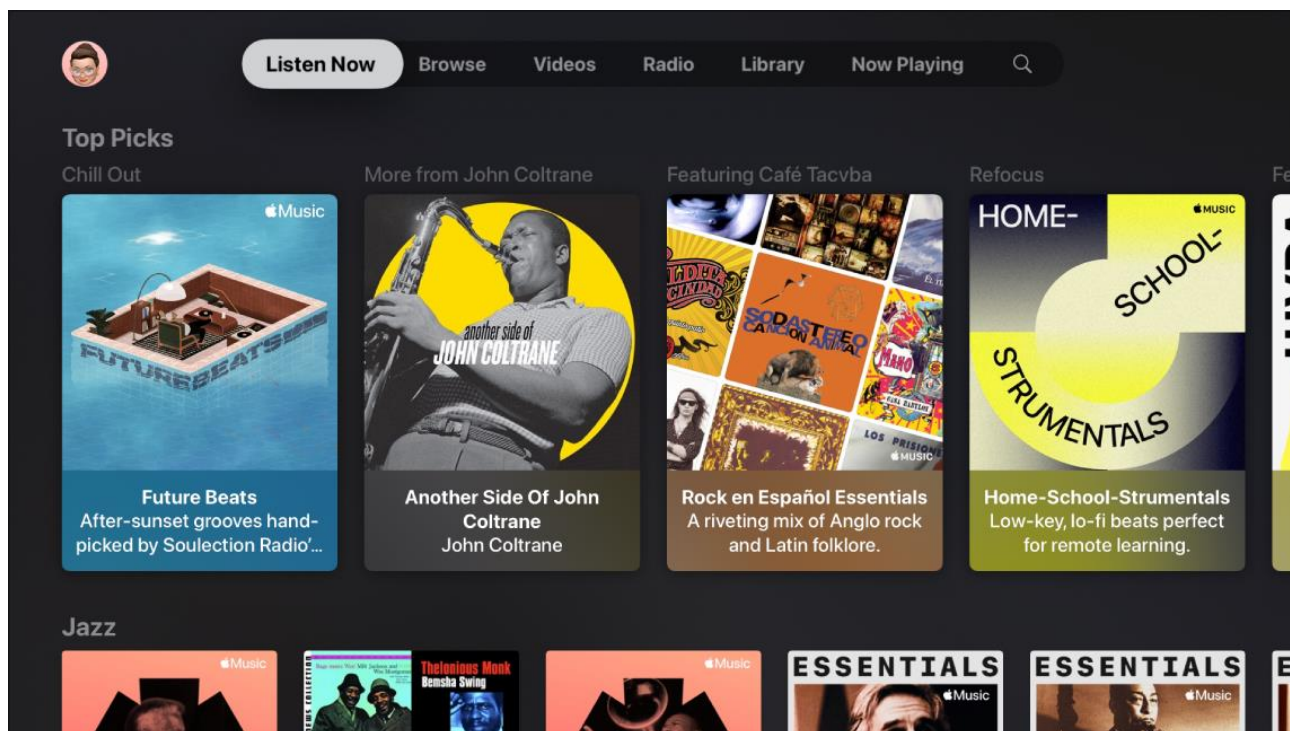


Рисунок 1.4 Інтерфейс Apple Music

Apple Music — типовий продукт Apple, оскільки він призначений для пересічного користувача, який не має часу чи бажання вивчати, як все працює,

					123.KI-41.3	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

досліджувати незрозумілих виконавців або створювати власну бібліотеку. На головних сторінках інтерфейсу (рис. 1.4) Apple Music користувач знайде найновіші хіти, популярних зірок і все, що зараз у чартах.

Крім того, Apple Music може похвалитися найширшою музичною бібліотекою з усіх сервісів (успадкована від iTunes). Користувачі сервісу також отримують високоякісне відтворення аудіо та об'ємний звук Dolby Atmos для певних треків як додаткову перевагу.

Однак якщо користувач хоче вийти із зони музичного комфорту та відкрити нових виконавців, Apple Music ускладнить це. Велика музична бібліотека, по суті, марна, якщо точно не знати, що шукати.

Якість програми не вражає. Час від часу гальмує і злітає навіть на найдорожчих представниках лінійки айфонів. Apple Music також доступна на Android, але там ситуація ще гірша. Це незвично для Apple, яка відома тим, що виробляє майже ідеальні продукти.

Формат AAC використовується в усій музиці в понад 90-мільйонній колекції треків Apple Music, яка є стисненим типом файлу з втратами даних, який пропонує значні технологічні вдосконалення порівняно зі схожим, але старішим форматом MP3. Однак, незважаючи на те, що ці файли AAC зазвичай мають пристойну якість для більшості людей, вони не вважаються файлами високої роздільної здатності або «без втрат», що означає, що вони, в принципі, не забезпечуватимуть звучання такої ж якості, як компакт-диск. У рамках своїх зусиль, щоб краще конкурувати з постачальниками музики без втрат (як описано нижче), Apple запустить Spatial Audio з Dolby Atmos і аудіо без втрат у червні 2019 року, без додаткових витрат для клієнтів. Загалом понад 90 мільйонів пісень із великої колекції Apple було відновлено для використання Atmos і доступно у форматі Apple без втрат, який, як стверджує компанія, є точною копією оригінального запису, зберігаючи якість оригіналу.

Потокове передавання без втрат займе значно більше даних і місця на жорсткому диску, ніж завантаження.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	123.KI-41.3				



## 1.2.4 Музичний сервіс Deezer

Deezer переживає певну кризу ідентичності. Коли вперше досліджували сервіс потокової передачі музики в 2015 році, було очевидно, що він розглядає себе як конкурента Spotify з метою ефективного надання великого каталогу музики широкій аудиторії.

У 2020 році Deezer об'єднався з Sony, щоб почати пропонувати своїм клієнтам потокове передавання 360 Reality Audio для свого HiFi преміум-класу, незважаючи на те, що високої роздільної здатності ще не було на платформі.

Deezer постачає пісні «CD-якості» у форматі FLAC 16 біт/44,1 кГц з 2017 року, але Spotify забезпечував лише стиснене потокове передавання музики до введення преміум-підписки HiFi у 2023 році.

Deezer тепер попередньо встановлено в таких продуктах, як розумні навушники USB-C від Mobee-new K, а HomePod і HomePod Mini від Apple також дозволяють голосове керування Deezer. Музику з Deezer тепер можна завантажувати для прослуховування в режимі офлайн на Apple Watch.

Раніше компанія Deezer зазначала, що розглядає можливість додавання потокового передавання у високій роздільній здатності до свого репертуару, але тепер компанія вирішила використовувати натомість 360 Reality Audio, який можна порівняти з Dolby Atmos, але розроблений спеціально для потокового передавання музики. Спочатку Deezer був єдиним сервісом потокового передавання музики, який надавав 360 Reality Audio, але з того часу Tidal, Amazon Music HD і nugs.net додали цю функцію (сервіс потокового передавання, присвячений живим концертам). Якщо повернутись до Deezer, музика, доступна у цьому форматі, включена в членство служби HiFi. Додаток 360 by Deezer потрібен для прослуховування їх усіх, але він також надає доступ до всієї музики, що не є 360, у звичайній програмі Deezer, тож вам не доведеться переходити між двома програмами.

16

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

123.KI-41.3





користувачам публікувати окремі треки або цілі списки відтворення як фотографії на будь-якій соціальній платформі.

Наразі TIDAL пропонує дві програми, одну для мобільних пристроїв і одну для настільних комп'ютерів, обидві з яких мають інтерфейс користувача, еквівалентний інтерфейсам інших служб. На головному екрані відображається банер із відомими матеріалами, деякі з яких унікальні для платформи. Медіафайли, які нещодавно відтворювалися, представлені під банером, а потім рекомендації щодо нових пісень і альбомів. Вибрані та виділені рекомендації списків відтворення продовжаться ще кілька разів після цього.

Можна перейти на вкладку дослідження, торкнувшись далеко від головного екрана. Ця сторінка містить інформацію про популярних виконавців, різні жанри, а також пропозиції на основі вашого вибору. Для особливих випадків або заходів, таких як організація вечірки або відвідування тренажерного залу, ви можете вибрати з персоналізованих списків відтворення «Настрій і діяльність».

Після вибору музики для відтворення відображається дисплей відтворення. Є деякі основні елементи керування та доступні налаштування, такі як перемішування та цикл тощо. Інші підключені пристрої, такі як JBL Link Bar, також можуть транслюватися за допомогою функції JBL Cast. Коли ви торкаєтесь трьох кружечків у нижньому правому куті екрана, з'являється меню, схоже на меню Spotify, яке дає змогу додати пісню до списку відтворення чи колекції, поділитися нею з друзями, запустити «Track Radio, дивіться кредити та виконуйте інші операції.

Записи HiFi — це файли FLAC без втрат якості CD, що означає, що дані не втрачаються під час передачі аудіо на ваші вуха. Це означає, що ви отримуєте аудіофайли 44,1 кГц/16 біт, а це дуже багато інформації для обробки нашим мозком. Замість ваших дешевих резервних навушників ви захочете оснастити свої вуха хорошими навушниками, щоб отримати від цього максимум користі. 19

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

## 1.2.6 Поставлення завдання

Метою кваліфікаційної роботи є розробка інтелектуальної системи підбору музичного контенту на основі мови програмування JavaScript з веб-сайтом потокової платформи, розробленої з застосуванням вільного у використанні фреймворка AngularJS.

Для реалізації даної мети завдання слід виконати:

- Інсталювати та налаштувати необхідних аплікацій, утіліт, доповнень і компіляторів, такі як: JavaScript, AngularJS, MongoDB і Python.
- Створити проект у компіляторі VS.
- Застосувати отримані навички володіння AngularJS;
- Підключити безкоштовний API Spotify;
- Створити ряд структурованих блок-схем та діаграм;
- Діаграма ER;
- Розробити зручний для пересічного користувача дизайн веб-сайту;
- Створити корисні і гнучкі функції для користувачів;
- Розробити графічно-структуровану частину сайту;
- Провести тестування продуктивності та взаємодії з User.

Для провідної реалізації даного сервісу слід створити декілька компонентів, які будуть злегкістю взаємодіяти між собою::

- Callback
- Index
- Album
- Artist
- Browse
- Browsecategory
- Home
- Playlist
- Playquene
- Recommendation
- Searchresult
- User
- Usertracks

										Арк.
										20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

## 2 ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСОБІВ РОЗРОБКИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ МУЗИЧНОГО КОНТЕНТУ

### 2.1 Опис структури інтелектуальної системи підбору музичного контенту

Інтелектуальна система підбору музичного контенту містить у собі містить у собі складну структуру, яка включає у себе різні компоненти та модулі для детального збору, цілісної обробки та кінцевого аналізу музичної інформації.

Такі компоненти включають у себе інтерфейс зручний для пересічного користувача, модулі детального збору, обробки та аналізу існуючи даних, на яких формується інтелектуальний підбір.

Розділити по-пунктно можна таким чином:

- Користувацький інтерфейс.
- Інтерфейс розробника.
- Модуль збору даних.
- Модуль обробки даних.
- Модуль аналізу даних.
- Модуль кінцевих рекомендацій користувач.
- Модуль персоналізації користувач.
- База даних.
- Модуль управління та регулювання.

Ці компоненти працюють разом, обмінюючись даними та виконуючи специфічні завдання поставлені на пряму користувачем, щоб забезпечити тим ж користувачам якісні та персоналізовані рекомендації музичного контенту. Важливо зазначити, що структура та компоненти системи можуть варіюватись залежно від конкретної реалізації та масштабу проекту чи запиту розробника та потреби споживача.

									123.KI-41.3	Арк.
										21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

## 2.2 Вибір мови програмування Python

Python — це мова доволі проста програмування високого рівня з динамічною семантикою, яка інтерпретується та об'єктно-орієнтована. Її високорівневі вбудовані структури даних разом із динамічним типом і динамічним зв'язуванням роблять мову ідеальною для швидкої розробки додатків, а також для використання як мови сценаріїв або з'єднувальної мови для зв'язування існуючих компонентів. Базовий синтаксис Python, який легко освоїти, надає пріоритет читабельності, що знижує витрати на обслуговування програмного забезпечення. Python забезпечує гнучкість програми та повторне використання коду завдяки підтримці модулів і пакетів. Інтерпретатор Python і стандартну бібліотеку можна безкоштовно завантажити та розповсюдити у вихідному чи двійковому вигляді для всіх основних платформ.

Python популярний серед програмістів через підвищену продуктивність, яку він пропонує. Цикл редагування-тестування-налагодження є надзвичайно швидким, оскільки немає фази компіляції. Сценарії Python легко налагоджувати: помилка або неправильне введення ніколи не призведе до помилки сегментації. Натомість, коли інтерпретатор знаходить помилку, він створює виняток. Інтерпретатор створює трасування стека, якщо програмі не вдається виявити помилку. Перевірка локальних і глобальних змінних, виконання довільних виразів, встановлення точок зупину, покрокове проходження коду по одному рядку тощо – усе це можливо за допомогою налагоджувача вихідного коду. Налагоджувач розроблено на Python, демонструючи інтроспективні можливості Python. З іншого боку, додавання кількох інструкцій друку до вихідного коду часто є найшвидшим способом налагодження програми: швидкий цикл редагування-тестування-налагодження робить цю базову техніку досить успішною.

Завдяки більш загальним типам даних Python застосовується для більш широкого кола завдань, ніж Awk і навіть Perl, тоді як багато речей у Python так само легко зробити.

									Арк.
									22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Python дозволяє розбивати програми на модулі, які згодом можна повторно використовувати в інших програмах. Python поставляється з широкою бібліотекою загальних модулів, які можна використовувати як основу для нових програм або як навчальні приклади. Стандартні модулі надають утиліти для роботи з файлами, системними викликами, мережевими підключеннями і навіть інтерфейсами графічної бібліотеки.

Python — це інтерпретована мова, яка дозволяє заощадити багато часу, не компілюючи код. Інтерпретатор можна використовувати в інтерактивному режимі, щоб грати з функціями мови, створювати шаблони програм і тестувати функції в розробці знизу вгору. Він також добре працює, як настільний компілятор. Python дозволяє розробляти програми, які є невеликими та читабельними.

Існує багато відмінностей між Python та іншими мовами, перелічимо основні з них:

- Управління пам'яттю - повністю автоматичне - не потрібно турбуватися про розподіл або звільнення пам'яті. Загрози «небезпечної ланки» немає. Java — єдина мова, яка пропонує таку концепцію.
- Типи пов'язані з об'єктами, а не зі змінними. Це означає, що змінній можна присвоїти значення будь-якого типу, і що (наприклад) масив може містити об'єкти різних типів. Традиційні мови такої можливості не дають.
- Операції зазвичай виконуються на більш високому рівні абстракції. Це частково результат того, як написана мова, а частково результат розширеної стандартної бібліотеки коду, яка постачається з Python.

### 2.3 Вибір алгоритму рекомендацій

При розробці систем рекомендацій розробники зазвичай стикаються з низкою проблем: розріджені дані, холодний старт, бульбашки фільтрів, синонімія,

шахрайство, різноманітність, білі ворони.

									Арк.
									22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					



Для вирішення цих проблем використовуються такі підходи, як спільна, контентна та гібридна (поєднання спільної та контентної) фільтрації.

Спільна фільтрація — один із методів прогнозування в системах рекомендацій, який використовує відомі переваги (оцінки) групи користувачів для прогнозування невідомих переваг (оцінок) іншого користувача. Основна ідея спільної фільтрації: схожі користувачі зазвичай обслуговуються подібними об'єктами. Цей алгоритм створює таблицю користувачів, згрупованих за подібністю, і передбачає результати для інших користувачів. Наприклад, у користувача є кілька профілів музичного порталу. Усі профілі можна розділити на групи за їхніми смаками (один любить джаз, інший - рок). Відповідно до цієї інформації в середині кожної групи можна вибрати найпопулярніші хіти, які користувачі слухають найбільше. Тому кожному учаснику певної групи будуть рекомендовані популярні пісні, які він ще не слухав.

**Переваги:** швидка робота алгоритмів (K - based та ін.) - мала кількість ітерацій; легко реалізувати.

**Недоліки:** холодний старт; новим або нетиповим користувачам (білі ворони) нема чого рекомендувати; розріджені матриці оцінок (іноді неможливо зробити прогноз); шахрайство.

Фільтрація контенту базується на моделі об'єкта, оцінки якого будуть прогнозовані. Для кожного об'єкта буде побудована математична модель з використанням конкретних характеристик продукту (параметрів моделі). Рекомендації базуватимуться на порівнянні характеристик поточного продукту та фактичних характеристик користувача (інформація, що міститься в профілі користувача). Для прикладу візьмемо сайт з онлайн-музикою. Припустимо, у нас є користувач, який слухав музичні твори таких композиторів: І. С. Бах, Г. Ф. Гендель, А. Вівальді, Д. Скарлатті та Д. Букстехуде. Існує гіпотеза, що цей користувач любить барокову музику, тому логічно створити рекомендації для певних токат, прелюдій, концертів і сюїт.

Фільтрування вмісту створює профілі користувачів і об'єктів:

									Арк.
									23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

— Профілі користувачів можуть містити демографічну інформацію або відповіді на певний набір запитань.

— Профілі об'єктів можуть містити назви жанрів, імена акторів, імена виконавців тощо. Або інша інформація в залежності від типу об'єкта.

— Цей підхід використовується в проекті Music Genome: музичний аналітик оцінює кожен пісню за сотнями різних музичних характеристик, за якими можна визначити музичні вподобання користувача.

**Переваги:** більш точний результат; немає проблем із холодним стартом, оскільки рекомендації ґрунтуються на об'єктній моделі, а не на попередніх оцінках користувачів.

**Недоліки:** "expensive" створення моделі (її побудова досить складна), малошвидкісні алгоритми (багато обчислень); втрата точності при зменшенні параметрів моделі.

Гібридний тип алгоритму поєднує в собі підходи до фільтрації на основі вмісту та співпраці. Цей підхід найбільш популярний при розробці рекомендаційних систем для комерційних сайтів, оскільки створений для подолання проблем спільної фільтрації, а також для підвищення якості прогнозних оцінок конкретної моделі.

**Переваги:** висока швидкість; найкращі результати.

**Недоліки:** дуже дорога розробка системи рекомендацій, оскільки реалізація даного типу алгоритмів є дуже складною; важко підтримувати, оскільки навіть незначні зміни в роботі призводять до змін алгоритму.

Одним із нових алгоритмів, який майже не має спільних проблем для підходів на основі сусідства, став гібридний алгоритм SVD (метод сингулярної декомпозиції), який був створений для покращення результатів звичайних алгоритмів.

Обидва розглянуті вище методи базуються на рекомендаційній системі методів спільної фільтрації [4]. Спільна фільтрація — це процес пошуку рекомендацій для конкретного користувача на основі інформації про багатьох користувачів. У випадках, коли спільна фільтрація використовує знання про

									Арк.
									24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				123.KI-41.3	

інших користувачів, знання про групу використовуються для створення рекомендацій на основі схожості користувачів. По суті, рекомендації базуються на співпраці багатьох користувачів (співпраця) для відокремлення тих користувачів, які мають схожі смаки чи поведінку (фільтрування). Методи спільної фільтрації можна розділити на:

1. Методи пошуку схожості користувача (на основі користувача)
2. Методи знаходження подібності елементів (Item-based)

Метою обох методів є групування подібних об'єктів у групи на основі матриці оцінок.

Схожість користувачів розраховується за такою загальною формулою:

$$N(u_0) = \{u \mid \text{sim}(u_0, u) > \theta\},$$

де  $u_0, u$  — користувач,  $\text{sim}$  — функція подібності оцінок користувача (наприклад, евклідова відстань або коефіцієнт відповідності Пірсона),  $\theta$  — поріг, який визначає, чи вважати дані користувача подібними. Після вибору подібних користувачів елемент  $r$ , який уже був оцінений, вибирається для користувача  $u_0$  аналогічного користувача  $u$ , і розраховується передбачення оцінки користувача  $u_0$  елемента  $r$ .

У найпростішому випадку схожість користувачів характеризується деякими метриками на основі загальних оцінок. Це може бути навіть евклідова відстань, хоча частіше використовується коефіцієнт кореляції Пірсона. Використання кореляції дозволяє уникнути проблеми, коли користувач завжди ставить завищене або занижене значення. З іншого боку, якщо користувач отримує лише високий або низький бал, дисперсія таких даних дорівнюватиме 0 і кореляція буде неточною. Крім того, коли наші дані двійкові, має сенс використовувати міри Жаккара або Танімото. Як бачимо, вибір оптимальної метрики є досить нетривіальним завданням.

Якщо ви хочете застосувати спільну фільтрацію для визначення подібності об'єктів, а не користувачів, вам просто потрібно повторити всі ті самі кроки, але

										Арк.
										25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	123.КІ-41.3					

обчислити ступінь подібності на основі спільних оцінок користувачів для певного об'єкта.

До переваг методів спільної фільтрації можна віднести:

- простота виконання.
- простота збору даних.
- відсутність потреби в будь-якій інформації про порівнювані об'єкти, крім оцінок користувачів.
- До недоліків можна віднести:
  - складність вибору метрики.
  - труднощі у розв'язанні задач, пов'язаних з даними та метриками (нульова дисперсія, зсув математичного сподівання тощо).
  - при пошуку подібності не враховується інформація про порівнювані об'єкти

Важливо зауважити, що останній недолік є найбільш критичним, коли справа доходить до порівняння музичних композицій. Оскільки алгоритм не враховує жанри, інструменти, вокал тощо, а лише оцінки користувачів, користувачі, які мають різні смаки або люблять переважно сучасні хіти, негативно вплинуть на адекватність оцінок схожості, в чому можна переконатися після використання сервісів Last .fm або Spotify.

Кластеризація даних — це завдання групування генеральної сукупності або набору точок даних у кілька груп таким чином, щоб точки даних у тих самих групах були більш порівнюваними з іншими точками даних у тій самій групі, ніж з точками даних в інших групах . Говорячи простою мовою, мета полягає в тому, щоб розділити групи зі схожими характеристиками та віднести їх до різних кластерів.

Давайте візьмемо приклад, щоб краще зрозуміти, що я кажу. Розглянемо наступний сценарій: ви є власником пункту оренди і хочете краще зрозуміти вподобання своїх клієнтів, щоб розвивати свою компанію. Чи можливо для вас вивчити особливості кожного клієнта та розробити бізнес-план, який буде адаптований до кожного окремого клієнта? Без сумніву, ні. З іншого боку, ви

									123.KI-41.3	Арк.
										26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

можете розділити всіх своїх клієнтів на групи по 10, наприклад, залежно від їхньої купівельної поведінки, а потім застосувати інший підхід для кожної з цих 10 груп клієнтів. Кластеризація - це термін, який використовується для опису цього процесу.

Кластеризацію можна класифікувати на два типи підгруп відповідно до їх загального застосування:

- При жорсткій кластеризації кожна точка даних або повністю міститься всередині кластера, або ні. Наприклад, у наведеному вище прикладі кожен клієнт віднесено до однієї з десяти згаданих категорій.

- М'яка кластеризація: у м'якій кластеризації замість того, щоб призначати кожному точку даних окремому кластеру, ймовірність того, що ця точка даних буде в цих кластерах, призначається цій точці. Клієнтам у роздрібному магазині надається ймовірність того, що вони знаходяться в одному або кількох із десяти кластерів, описаних вище, на основі, наприклад, сценарію, описаного вище.

Стратегія ітеративної кластеризації, у якій кожен послідовний раунд повторень прагне виявити локальний максимум, описується так:

Алгоритм ієрархічної кластеризації, як випливає з назви, є методом створення ієрархії груп даних. Ця процедура починається з виділення всіх точок даних в окремий створений ними кластер. Потім два кластери, які знаходяться найближче один до одного, змішуються в один більший кластер. Зрештою, цей метод зупиняється, коли залишається лише один кластер для пошуку [10].

## 2.4 Вибір фреймворку AngularJS

AngularJS — це фреймворк JavaScript із відкритим кодом. Він призначений для створення односторінкових додатків. Його мета — полегшити тестування та розробку, розширюючи веб-програми на основі шаблону MVC.

									Арк.
									27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				123.KI-41.3	

Фреймворк працює з HTML, який має додаткові користувацькі властивості, надані директивами, і з'єднує вхідні або вихідні дані області сторінки з моделлю, яка є змінною JavaScript. Значення цих змінних вводяться вручну або отримуються зі статичних або динамічних даних JSON.

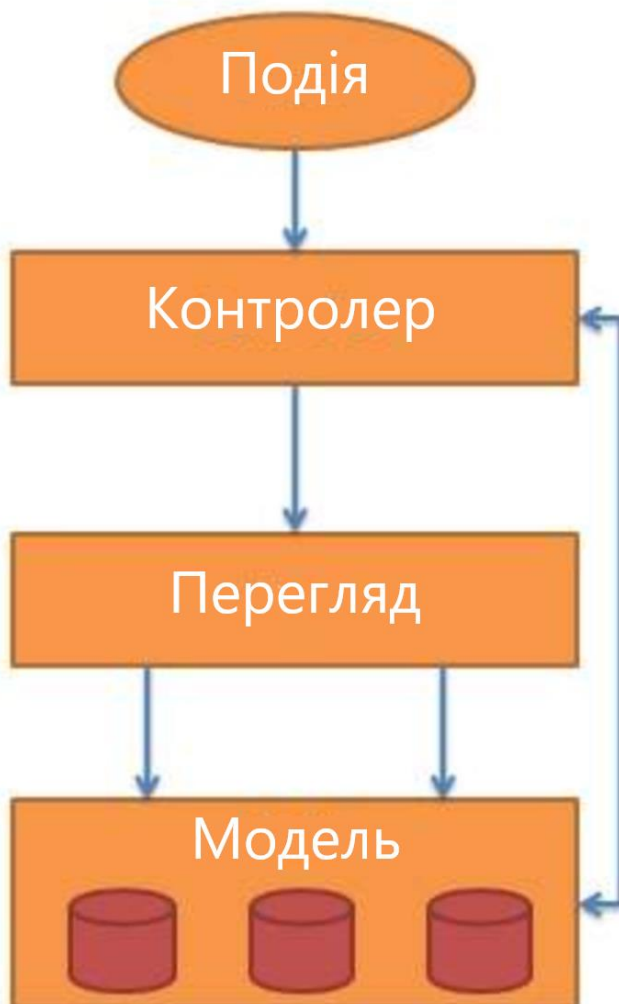


Рисунок 2.1 Angular MVC

Відповідно до AngularJS, декларативне програмування ідеально підходить для побудови користувацьких інтерфейсів і визначення компонентів програмного забезпечення, тоді як імперативне програмування найкраще підходить для пояснення бізнес-логіки. Традиційний HTML адаптовано та розширено, щоб запропонувати двостороннє зв'язування даних для динамічного вмісту, дозволяючи автоматизовану синхронізацію моделі та відображення. Як наслідок, AngularJS зменшує важливість маніпуляцій з DOM, одночасно підвищуючи можливість тестування.

## Цілі розробки

Розділення маніпуляцій DOM і логіки програми, що полегшує тестування коду.

Ставлення до тестування як необхідного аспекту процесу розробки. Складність тестування прямо пропорційна структурі коду.

Розділення клієнтської та серверної сторін, що дозволяє паралельно розробляти.

Проведення розробника через увесь процес розробки програми, від розробки інтерфейсу користувача до розробки бізнес-логіки та тестування.

За шаблоном дизайну MVC слідує Angular, який підкреслює слабкий зв'язок між представленням, даними та функціональністю компонентів. Angular використовує реалізацію залежностей для переміщення традиційних серверних служб на сторону клієнта, таких як залежні від виду контролери. В результаті навантаження на сервер зменшується, а веб-додаток стає легшим.

Model View Controller, або MVC, як його частіше називають, — це шаблон розробки веб-додатків. Три частини, які складають шаблон контролера представлення моделі, такі:

- Модель є найнижчим рівнем шаблону, і вона відповідає за підтримку даних.
- Перегляд відповідає за показ користувачеві всіх або частини даних.
- Контролер — це частина програмного забезпечення, яка регулює взаємодію моделі та представлення один з одним.

MVC широко використовується, оскільки він відокремлює логіку програми від рівня інтерфейсу користувача, дозволяючи розділити відповідальність. Контролер приймає всі запити додатків, а потім працює з моделлю, щоб підготувати будь-які дані, необхідні для перегляду. Потім представлення генерує остаточну презентабельну відповідь, використовуючи дані, надані контролером. Концепцію MVC можна представити візуально наступним чином (рис. 2.1).

									Арк.
									29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Angular надає не лише інструменти, але й принципи дизайну для створення проекту, яким легко керувати. Безладдя класів і методів, які ускладнюють зміну та набагато ускладнюють тестування вашої програми Angular, можна уникнути, якщо ви створите свою програму належним чином. Код добре організований, і ви можете легко зрозуміти, що відбувається в будь-який момент.

Це схоже на JS, але краще. Angular побудовано на TypeScript, який, у свою чергу, побудований на ES6, яка є мовою на основі ES6. Немає необхідності вивчати абсолютно нову мову програмування, і ви отримаєте такі переваги, як статичний тип, інтерфейси, класи, простори імен, декоратори та інші функції.

У цій ситуації не потрібно заново винаходити велосипед. Angular вже поставляється з безліччю інструментів для розробки програм. Компоненти HTML можна змусити працювати динамічно завдяки директивам. FormControl дозволяє вам застосовувати форми, а також забезпечувати різноманітні критерії перевірки. Надсилати асинхронні HTTP-запити різних типів до багатьох місць призначення дуже просто. Маршрутизація може бути налаштована відносно легко. В Angular є багато інших функцій!

Компоненти не з'єднані разом. Angular доклав зусиль, щоб усунути тісний зв'язок, який існує між різними компонентами програми. Інжекція схожа на NodeJS тим, що вона спрощує заміну компонентів.

## 2.5 Вибір середовища розробки бази даних Mongo DB

MongoDB — це сховище даних NoSQL, яке надзвичайно зручно для зберігання інформації, яка не може бути належним чином структурована в реляційних базах даних.

MongoDB — це система управління базами даних з відкритим вихідним кодом, яка не потребує опису схеми таблиць і написана на C++. Спеціалізація бази даних відійшла від універсального підходу, і завдяки мінімізації транзакційних методів стало можливим усунути різноманітні вузькі місця продуктивності, що також сприяло кращому горизонтальному масштабуванню.

									Арк.
									30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					



Документи в MongoDB зберігаються в JSON або BSON, цю модель легше кодувати та керувати нею, а внутрішнє групування відповідних даних забезпечує додаткові переваги продуктивності. MongoDB, на думку розробників, має подолати прірву між найпростішими СУБД NoSQL, які зберігають дані у формі ключ-значення (прості та легко масштабовані, але з мінімальною функціональністю, наприклад Memcached), і великими реляційними СУБД (з структурні діаграми та потужні запити).

Що в MongoDB:

- гнучка мова для формування запитів
- динамічні запити
- індексація колекції
- профілювання запитів
- протоколювання операцій запису
- відмовостійкість і масштабованість
- асинхронна реплікація та шардинг
- MapReduce
- повнотекстовий пошук з підтримкою морфології

					123.KI-41.3	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 3 РЕАЛІЗАЦІЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДБОРУ МУЗИЧНОГО КОНТЕНТУ

### 3.1 Розроблення функціональних вимог до системи

Інетелектуальна система розроблена, як музичний потоковий сервіс з розвиненою системою рекомендацій. Функціональні вимоги включають можливість прослуховування та пошуку музики, перегляд супутньої інформації. Більш докладні функціональні вимоги можна знайти нижче:

- користувач повинен мати можливість пошуку музики за назвою альбому, автора, назви пісні;
- користувач повинен мати можливість вибору та прослуховування аудіо;
- користувач може переглядати власні плейлисти та рекомендації на головній сторінці;
- користувач може шукати схожі музичні треки;
- користувач може створювати персоналізовані автоматичні листи на основі результатів пошуку;
- користувач може створювати власні списки відтворення, додавати аудіо в обране;
- користувач може оплатити підписку, щоб стати преміум-користувачем;
- преміум користувач може регулювати якість звуку;
- преміум користувач може використовувати еквалайзер;
- користувач преміум-класу може кешувати аудіо на своєму пристрої;
- рекламодавець може розмістити рекламний банер;
- рекламодавець може розмістити аудіорекламу;
- рекламодавець може видалити аудіоголошення;
- рекламодавець може видалити банер;
- менеджер вмісту може додавати виконавця, альбом, трек і

					123.KI-41.3	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інформацію про них;

— контент-менеджер може редагувати інформацію про виконавця, альбом і т.д.;

— менеджер вмісту може видаляти записи за запитом власника авторських прав.

Основні нефункціональні вимоги:

— потокове аудіо повинно бути не менше 128 кбіт/с при частоті дискретизації 44100 Гц за умови, що пропускна здатність мережі це дозволяє;

— точність мережевої класифікації для 10 жанрів має бути не менше 80%;

— система повинна мати можливість працювати з якомога меншою кількістю

— формати даних WAV, MP3, FLAC, ALAC, AAC, OGG, APE;

— індексація одного запису має відбуватися не більше півсекунди;

— система повинна обробляти аудіо з частотою дискретизації 22050 Гц;

— формування та видача пошукового запиту має займати не більше секунди;

— аудіореклама має відтворюватися між доріжками не частіше одного разу та не довше 10 секунд.

### 3.2 Розроблення основних модулів інтелектуальної системи

Веб-сайти, комп'ютерне програмне забезпечення та мобільні програми потребують входу. Це тип механізму безпеки, який запобігає несанкціонованому доступу до конфіденційної інформації. Користувачеві заборонено доступ, якщо вхід не вдається (тобто комбінація імені користувача та пароля не збігається з обліковим записом користувача). Після кількох невдалих спроб входу багато систем не дозволяють користувачам навіть спробувати ввійти.

					123.КІ-41.3	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно з попереднім параграфом, вхід є важливою частиною будь-якої веб-служби. Користувач міг зареєструватися в сервісі. Сервіс дозволяє зареєструватися через Facebook, Apple, Google або створити власний обліковий запис на сервісі. Після того, як користувач успішно зареєструвався, можна виконати процес входу, це можна зробити за допомогою тих самих процесів, що й для реєстрації. Після входу користувач стає зареєстрованим користувачем.

Зареєстрований користувач може використовувати всі процеси, які надає сервіс. Є можливість зробити точку виходу. Він перенаправляє на сторінку привітання, і користувач може знову увійти до служби.

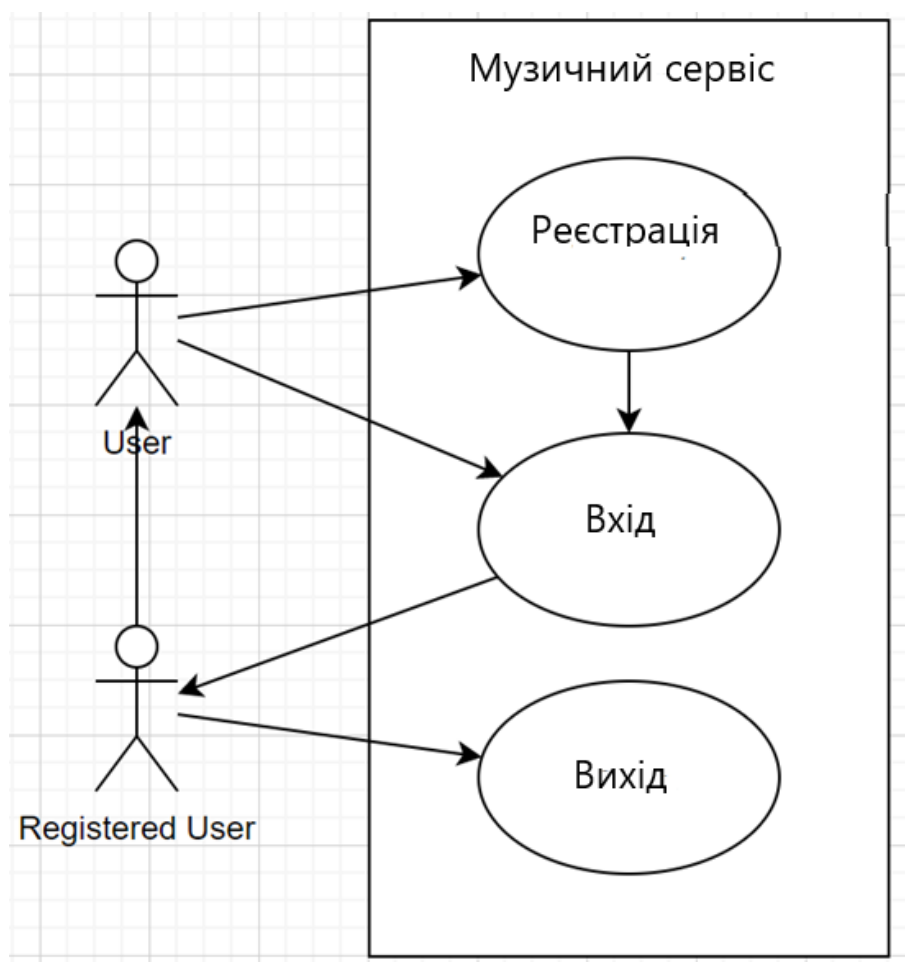


Рисунок 3.1 Реєстрація і вхід користувача

Користувач міг шукати будь-який із доступних треків або списків відтворення. Першим обов'язковим пунктом є введення пошукового запиту в поле введення та натискання кнопки «Enter». Музичний сервіс робить виноска

до API-сервісу, які формують результати, які містять дані списків відтворення та треків. Результат показується користувачеві після його повернення (рис. 4.2).

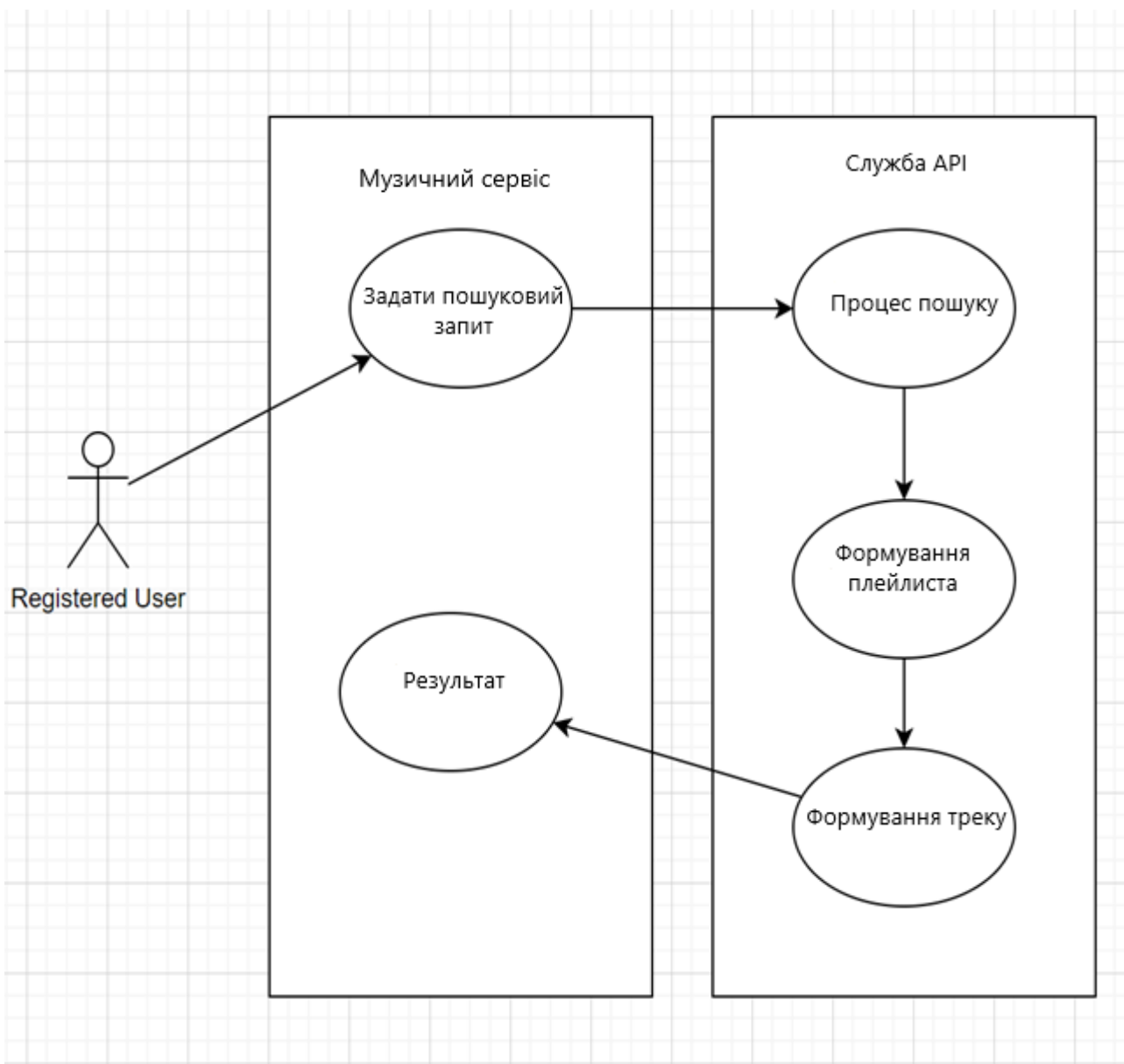


Рисунок 3.2 Пошуковий запит користувача

Користувач може перевірити рекомендовані дані службою, на ці дані не впливає історія користувача. Він перевіряє історію всіх користувачів і, якщо трек стає популярнішим за інші, його можна додати до списку відтворення.

Користувач може натиснути кнопку «Огляд», Музичний сервіс робить виклик API для формування списків відтворення з треками. Після цього

музичний сервіс створює візуальне представлення для користувача, і можна відтворити один із запропонованих користувачем списків відтворення.

Списки відтворення мають спосіб підключити вас до певних почуттів, тому ви хочете знати, яке почуття ви прагнете. Список відтворення, який ви складаєте для розслабленого сімейного барбекю, буде відрізнятися від того, який ви робите для подорожі, яку ви збираєтеся з друзями, а також від того, який ви складаєте для людини, яка вам подобається.

Користувачеві доступні параметри списку відтворення. Є можливість створити новий список відтворення та додати до нього треки. Користувач може завантажити всі створені списки відтворення. Служба API створює результат для всіх списків відтворення. Користувач може вибрати один зі списків відтворення, після чого всі пов'язані треки відображаються користувачу.

Можна вибрати будь-який із відображених треків, після чого всі пов'язані дані повертаються, і починається відтворення. Користувачеві дозволено відкривати будь-яку іншу музику.

Користувач може відкрити вкладку рекомендацій, натиснувши кнопку «Рекомендації». Він створює списки рекомендованих треків. Він враховує дані користувачів:

- Популярні жанри, пісня року.
- Коефіцієнти пісні.

### 3.3 Розроблення ER-діаграми інтелектуальної системи

Щоб розробити чітку і зрозуміло ER-діаграму (рис. 3.3), слід розібрати її зміст детальніше. Модель збору даних, надсилає запит моделі обробки даних, яка в свою чергу після обробки надсилає дані на аналіз. Після чого набір даних відображається у перегляді користувач і надсилає запити шаблону, який у свою чергу після вибору користувачем того чи іншого віконця чи клікабельного об'єкта інтерфейсу надсилає запит у перегляд, після чого повертається до

									Арк.
									35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

моделей поведінки, збір, обробка та аналіз, які відправляють оброблені дані у перегляд користувача і так по колу, коли відбувається взаємодія з системою.

Модель збору даних: цей модуль відповідає за збір музичної інформації з різних джерел. Він може сканувати музичні бібліотеки, потокові сервіси, радіостанції тощо, збираючи дані про різні пісні, виконавців, жанри та інші атрибути музичного контенту.

Модель обробки даних: цей модуль виконує обробку зібраних даних для подальшого аналізу. Він може використовувати алгоритми обробки сигналів, машинного навчання або інші методи для витягування корисних ознак з музичного контенту, таких як темп, настрій, тембр тощо.

Модель аналізу та рекомендацій: цей модуль аналізує оброблені дані та використовує їх для створення рекомендацій музичного контенту. Він може використовувати алгоритми рекомендацій, які базуються на попередніх виборах користувача, подібності між піснями або інших факторах, щоб підібрати і рекомендувати музику, яка може сподобатися користувачеві.

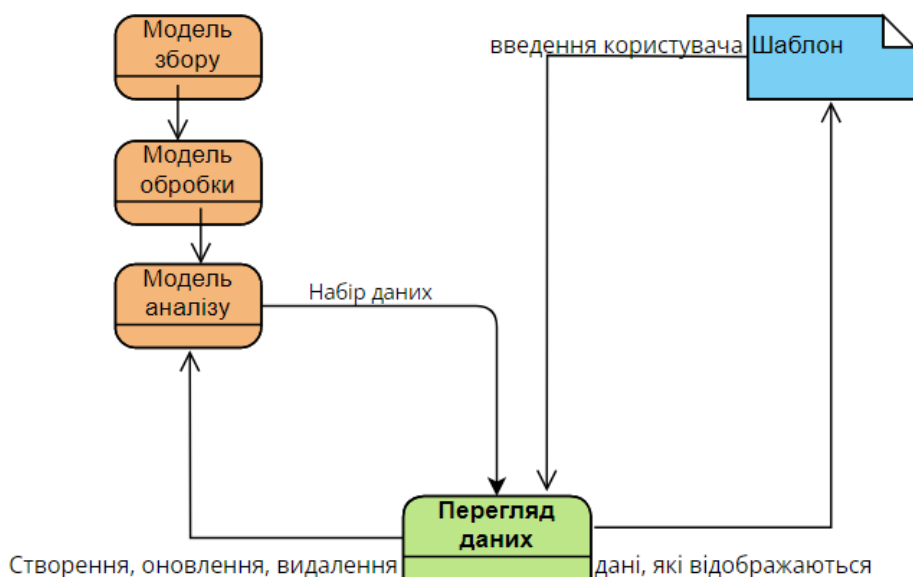


Рисунок 3.3 ER-діаграма моделей інтелектуальної системи

### 3.4 Розроблення графічного інтерфейсу користувача

Сервіс відкривається на локальному хості (про це в наступному розділі детальніше).

На першій сторінці (рис. 3.4) програми необхідний процес входу. Розроблено однотонний дизайн з зелений клікабельним об'єктом під назвою «Вхід». Користувач може натиснути кнопку «Вхід», щоб розпочати процес авторизації в програмі музичного сервісу. Дизайн це мінімальні можливості «background» на HTML та вставлені зображення, які знаходяться в дерективі проекту.

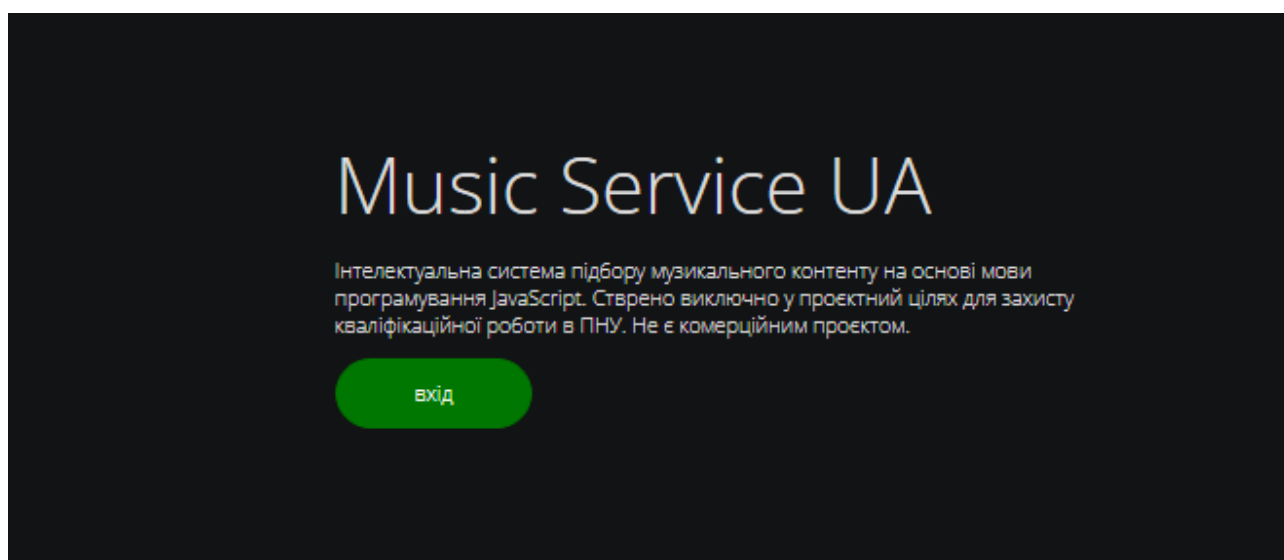


Рисунок 3.4. Сторінка входу

Потім користувач може увійти (рис. 5.2). Сторінка відкрита, що дає багато можливостей для здійснення процесу входу. Користувач може використовувати процес входу через служби Facebook, Google, Apple, якщо користувач не хоче створювати унікальний обліковий запис для музичного сервісу (цю можливість надає API Spotify, дизайн відповідно теж запозичений на пряму). Також можна увійти за допомогою власного облікового запису, ввівши правильні поля електронної пошти та пароля.

									Арк.
									37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					



Якщо користувач хоче створити новий обліковий запис, це можливо, натиснувши кнопку «Зареєструватися». Цей сервіс представляє весь процес входу.

Після успішного входу нова форма закривається, і вона автоматично перенаправляє зі «Сторінки привітання» на сторінку з музичним контентом.

The screenshot shows the Spotify login interface. At the top, the browser address bar displays 'https://accounts.spotify.com/en/login?contin...'. The main heading reads 'To continue, log in to Spotify.' Below this are three large buttons for social login: 'CONTINUE WITH FACEBOOK' (blue), 'CONTINUE WITH APPLE' (black), and 'CONTINUE WITH GOOGLE' (white with a grey border). A horizontal line with the word 'OR' in the center separates these from the standard login fields. The 'Email address or username' field contains the placeholder text 'email'. The 'Password' field contains the placeholder text 'Password'. Below the password field is a link for 'Forgot your password?'. A 'Remember me' checkbox is checked. A large green 'LOG IN' button is positioned below the form. At the bottom, the text 'Don't have an account?' is followed by a 'SIGN UP FOR SPOTIFY' button and a small icon with 'Privacy · Terms' text.

Рисунок 3.5. Вхід і реєстрація

Після успішного входу відкривається сторінка (рис. 5.3). Відкривається безліч списків відтворення для різних жанрів і настроїв. Після вибору списку вибору відкриваються списки треків, які можна вибрати для прослуховування.

Кілька жанрів, які можна вибрати:

										123.KI-41.3	Арк.
											38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

- Поп
- Хіп-хоп
- Інді
- Чіл
- Танцювальна/Електро
- Романтична

Наступні плейлисти можна охарактеризувати як точки настрою.

Після вибору кнопки «Огляд» сторінка буде повторно відображена. Вибір редактора не залежить від конкретних пісень користувача. Вони створені загальною популярністю пісень. Якщо будь-яка пісня стане більш популярною, ніж раніше, її можна додати до вибору редактора.

Добірка редактора формується за різними категоріями. Наприклад, ви можете побачити наступне:

- Easy
- Інді
- Broken Heart
- All out 70s
- Hot Hits Ukraine
- Young & free
- Autumn Acoustic

					123.KI-41.3	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



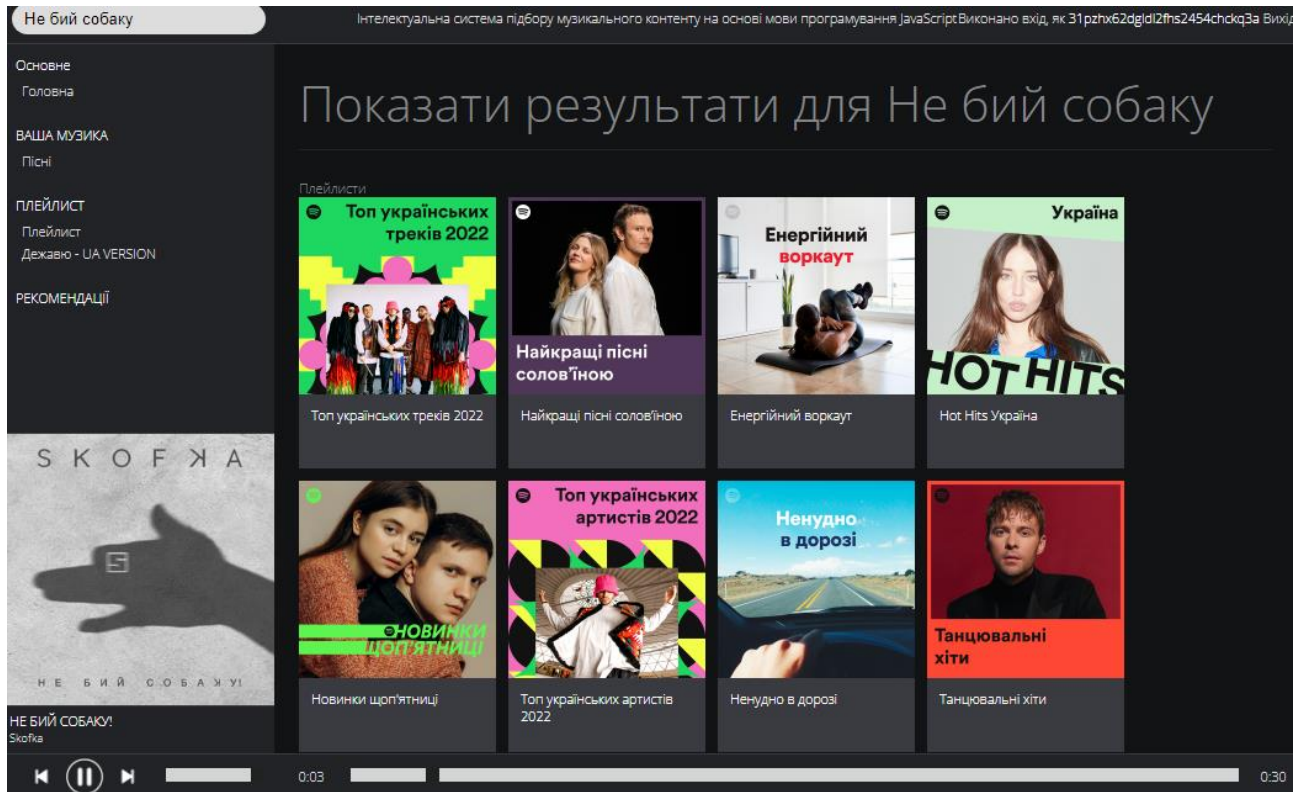


Рисунок 3.7. Сторінка плейлиста

Користувач міг вибрати будь-який трек, натиснувши на нього. Після цього процесу пісня завантажується, а потім починає відтворюватися. Також показано зображення пісні. Користувач міг вибрати будь-яку іншу пісню, не чекаючи кінця пісні.

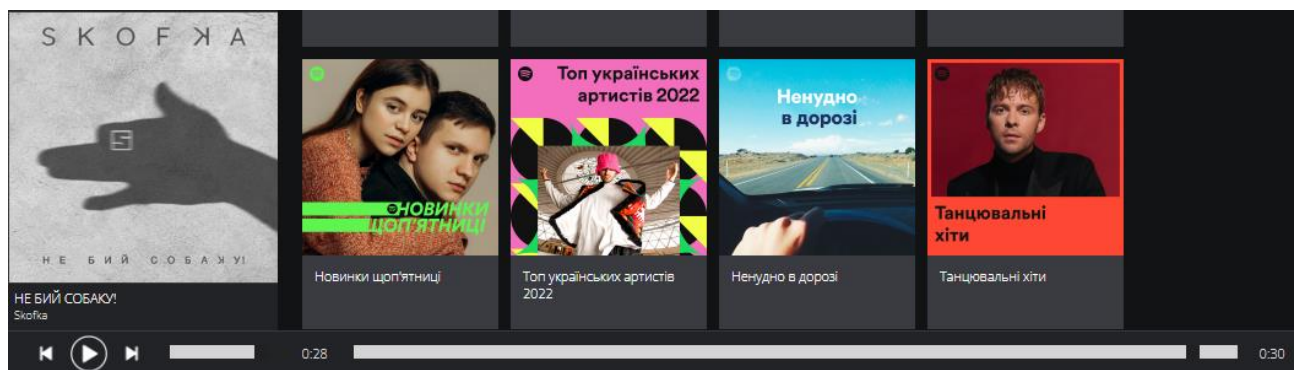


Рисунок 3.8. Програвання пісні

Користувач міг створити власний плейлист. Пісні можна додавати до цього списку відтворення. Усі плейлисти відображаються під опцією «Плейлист» в

									Арк.
									41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

меню (Рис. 3.9).

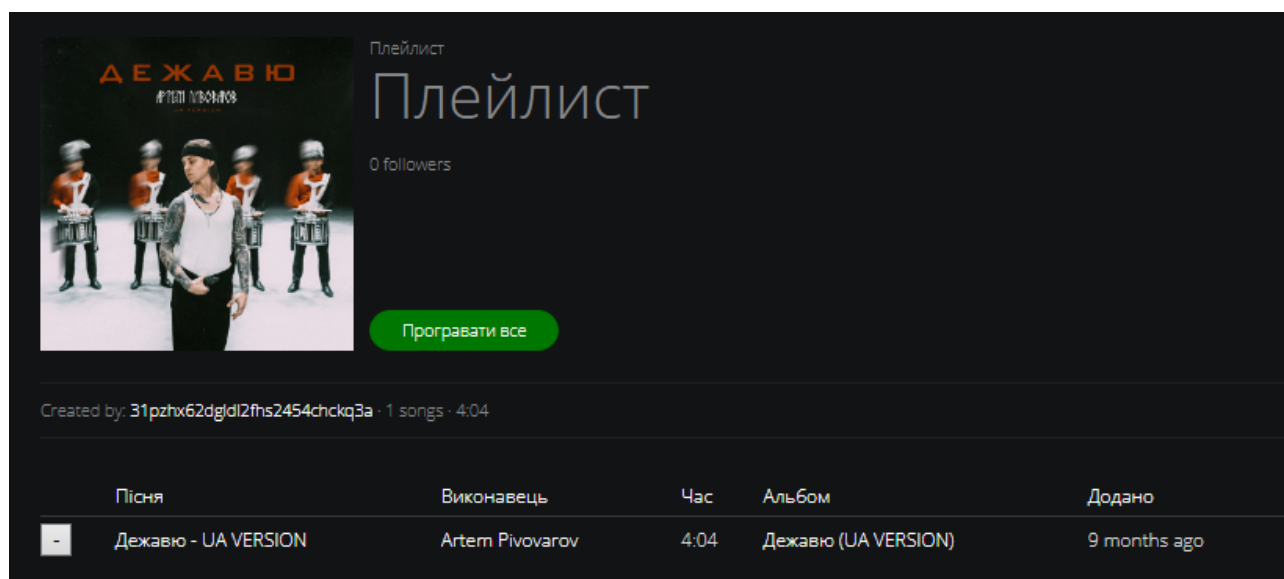


Рисунок 3.9. Персональний плейлист

При натисканні на назву списку відтворення треки завантажуються на сторінку.

Користувач може програвати в будь-який з них та може скористатися можливістю відкрити сторінку рекомендацій. Він формується на основі даних користувачів і представляє 10 пісень, рекомендованих користувачеві (рис. 3.10).

## Ваші рекомендації

Пісня					
	Пісня	Виконавець	Альбом	Час	Популярність
<input type="checkbox"/>	Do You Feel the Same?	Hercules & Love Affair	The Feast Of The Broken Heart	4:42	
<input type="checkbox"/>	Bitch Back (feat. FLETCHER)	Olivia O'Brien	Bitch Back	2:24	
<input type="checkbox"/>	Vibes - Tigertown Remix	Tove Lo	Vibes (Tigertown Remix)	3:09	
<input type="checkbox"/>	Never Say Never - Tiesto & Moti Remix	Basement Jaxx	Never Say Never (Tiesto & Moti Remix)	6:28	
<input type="checkbox"/>	Chief Rocka	Lords Of The Underground	Here Come The Lords	4:07	
<input type="checkbox"/>	Loyal (feat. Lil Wayne & Tyga)	Chris Brown	X (Deluxe Version)	4:25	
<input type="checkbox"/>	OMG (feat. Quavo)	Camila Cabello	OMG (feat. Quavo)	3:49	
<input type="checkbox"/>	This Is America	Childish Gambino	This Is America	3:46	
<input type="checkbox"/>	Guala (feat. THIRTYRACK)	G-Eazy	Guala	5:14	
<input type="checkbox"/>	There's A Lot Going On	VIC MENSA	There's A Lot Going On	5:52	

Рисунок 3.10 Сторінка рекомендацій

Користувач міг здійснювати пошук. Усі треки та списки відтворення доступні для пошуку. Наприклад, значення рядка «Моцарт» буде заповнено в полі пошуку. Можна показати результат (Рис. 3.11).

У результаті користувач може знайти список списків відтворення, які відповідають пошуковому запиту. При виборі одного з них будуть показані всі музичні треки, пов'язані з цим списком відтворення.

Під списками відтворення користувач міг знайти окремі треки, пов'язані з пошуковим запитом.

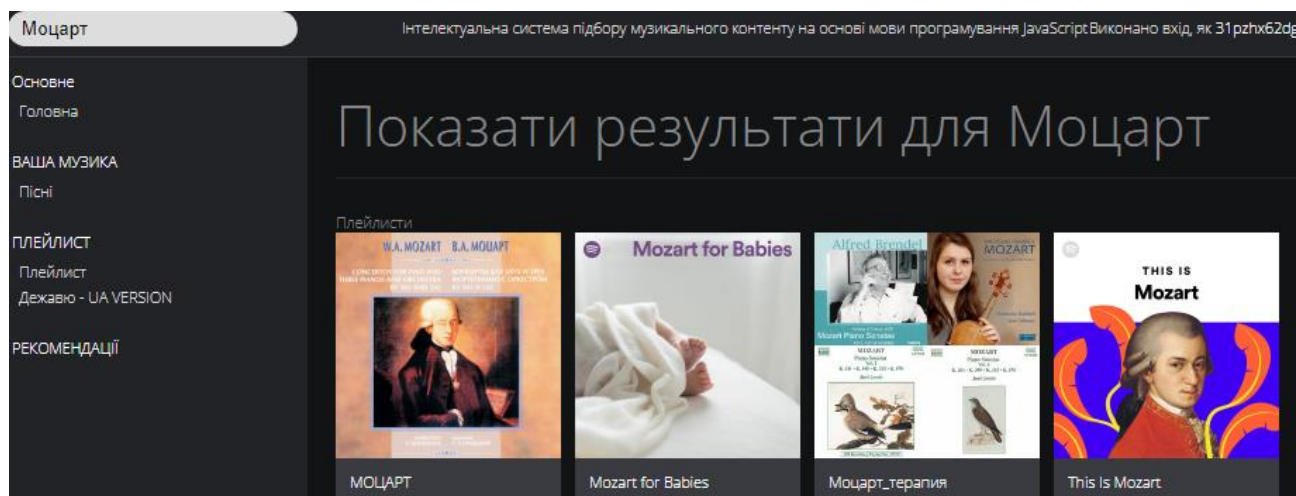


Рисунок 3.11 Пошуковий процес

### 3.5 Розроблення структури бази даних

База даних — це фізичний контейнер для зберігання колекцій інформації. Для кожної бази даних у файловій системі створюється окремий набір файлів. Як правило, один сервер MongoDB містить кілька різних баз даних.

Колекція документів MongoDB називається групою. Він має ті ж функції, що й таблиця RDBMS. В одній базі даних існує набір елементів. Колекції не обов'язково повинні дотримуватися схеми. Документи в колекції можуть мати різноманітні призначені для них поля. У більшості випадків усі документи в колекції виконують однакову або пов'язану функцію.

Документ — це набір пар ключ-значення. Документи мають динамічну схему. Динамічна схема означає, що документи в одній колекції не обов'язково мають однаковий набір полів або структуру, а загальні поля в документах колекції можуть містити різні типи даних.

MongoDB - це високопродуктивна база даних для збереження даних. Зокрема,

— Підтримка вбудованих моделей даних мінімізує трафік вводу/виводу системи бази даних.

						123.KI-41.3	Арк.
							42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			



— Індокси можуть включати ключі з вбудованих документів і масивів, що дозволяє пришвидшувати запити.

Документ у MongoDB — це структура даних, яка складається з пар полів і значень. Об'єкти JSON схожі на документи MongoDB. Як значення полів можна використовувати інші документи, масиви та масиви документів.

Спочатку потрібно встановити MongoDB сервер. Файл інсталяції знаходиться у вільному доступі і може бути завантажений з офіційного веб-сайту MongoDB. Після інсталяції відбувається запуск сервера MongoDB. За замовчуванням сервер MongoDB працює на порту 27017.

У випадку проекту кваліфікаційної роботи, використовується JavaScript, а отже слід встановити також залежність для MongoDB, таку як офіційний драйвер MongoDB для Node.js (mongodb npm package). Встановлюється утіліта за допомогою менеджера пакетів npm (рис. 3.12):

```
npm install mongodb
```

Рисунок 3.12 Команда встановлення mongodb package

Після встановлення залежності, слід підключитися до бази даних MongoDB з вашої JavaScript програми, використовуючи URL-адресу підключення та методи, надані драйвером MongoDB.

					123.KI-41.3	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Сервіс відкривається на локальному хості, це означає, що за URL-адресою:

```
const { MongoClient } = require('mongodb');

// URL підключення до бази даних MongoDB
const url = 'mongodb://localhost:27017';

// Підключення до бази даних
const client = new MongoClient(url);

// Функція для виконання операцій з базою даних
async function run() {
  try {
    // Підключення до бази даних
    await client.connect();

    // Отримання посилання на базу даних
    const db = client.db('mydatabase');

    // Ваші операції з базою даних...

  } finally {
    // Закриття підключення
    await client.close();
  }
}

run().catch(console.error);
```

Таблиця 3.1 Код запуску бази даних

mongodb://localhost:27017 можна знайти сервіс (рис. 3.13).

У MongoDB дані організовуються в колекції, які містять документи у форматі JSON.

					123.KI-41.3	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.6 Тестування інтелектуальної системи підбору музичного контенту

Щоб злегкістю реалізувати тестування системи і перевірити наявний код .js на помилки, нам слід скористатись вільним у доступі компілятором, який підтримує мови програмування, бази даних та інші вільнодоступні ресурси.

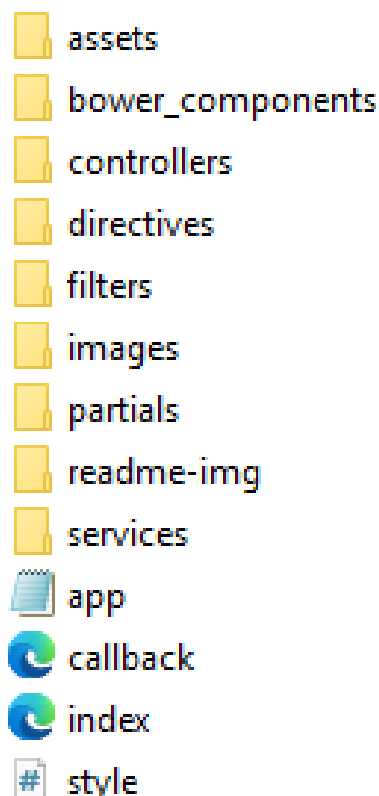


Рисунок 3.13 Основна деректорія програми

Visual Studio Code один з таких. Зайшовши в дерективу проєкту, ми бачимо у кореневій папці об'єкти, які відповідають за фронтову частину програми і призначені для локального тестування і запуску.

У основному каталозі розміщені допоміжні папки, які містять у собі частини однієї програми. Ассети, компоненти, контролери, непрямі дерективи, фільтри, зображення, партикли. Для запуску нам слід відкрити файл index, який у свою чергу є стартовим файлом, аналогом main частини на мові програмування C++.

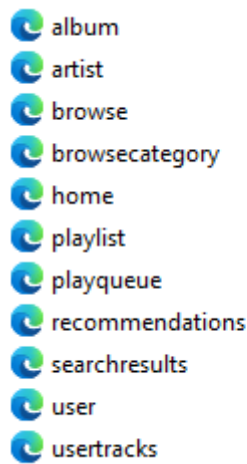


Рисунок 3.14 Деректива partials

Для спостереження за процесом тестування у VScode слід додати файли програми з дерективи partials (рис. 3.15). Вони будуть відображатись у активних вікнах, та сповіщатимуть про негаразди під час компіляції (рис. 3.16). Для ще більшої взаємодії і простоти тестування, слід додати розширення для компілятор, під назвою «Preview on Web Server», що дозволить нам економити час без лишньої взаємодії з MongoDB під час тестування. Після успішної інсталяції і надання trust статусу розширенню, у сторінці програмного коду index, слід натиснути комбінацію клавіш ctrl+shift+l.

```

1 <header>
2   <div class="cover">
3     <responsive-cover ng-model="data.images"></responsive-cover>
4   </div>
5
6   <h4 ng-show="data.album_type == 'single'">Сінгл</h4>
7   <h4 ng-show="data.album_type == 'album'">Альбом</h4>
8   <h4 ng-show="data.album_type == 'compilation'">Підбірка</h4>
9   <h1>{{data.name}}</h1>
10

```

Рисунок 3.16 Процес компіляції VSCode

Після успішної компіляції у браузері відкриється початкова сторінка (рис. 3.4) і буде вільна взаємодія. При виникненні помилок, у компілятор надходять логи у реальному часі, тобто помилки, які можна буде одразу виправляти.

## ВИСНОВОК

В процесі виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи проаналізовано, досліджено та виконано наступні завдання:

— Оглянуто і досліджено різноманітні музичні сервіси та їх функціональні можливості. Класифіковано жанри і їх значення і вплив на цифровий музичний світ. Проаналізовано конкурентноспроможні музичні та потокові сервіси.

— Вибрано засоби розробки, та детально обгрунтовані причини того чи іншого вибору для проєкту. Описано структуру інтелектуальної системи підбору музичного контенту. Описано переваги та недоліки мови програмування Python, фреймворк Angular JS та бази даних Mongo DB.

— Реалізовано інтелектуальну систему підбору музичного контенту на основі мови програмування JavaScript. Представлено реалізацію функціональних вимог до системи, основних модулів системи, ER-діаграма інтелектуальної системи, графічний інтерфейс та структура бази даних.

— Протестовано безліччю ітерацій програмний код, визначено зручний локальний підхід до тестування.

									Арк.
									48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	123.KI-41.3				



13. Web API [Електронний ресурс] Режим доступу - <https://developer.spotify.com/documentation/web-api/>
14. What are today's top recommendation engine algorithms? [Електронний ресурс] Режим доступу - <https://itnext.io/what-are-the-top-recommendation-engine-algorithms-used-nowadays-646f588ce639>
15. Система рекомендацій [Електронний ресурс] Вікіпедія – вільна енциклопедія. Режим доступу - [https://en.wikipedia.org/wiki/Recommender\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Recommender_system)
16. Practical Challeng and Application[Електронний ресурс] Режим доступу - [https://www.researchgate.net/publication/329392345\\_Music\\_Recommendations\\_Algorithms\\_Practical\\_Challenges\\_and\\_Applications](https://www.researchgate.net/publication/329392345_Music_Recommendations_Algorithms_Practical_Challenges_and_Applications)
17. Music Recommendation Algoritms[Електронний ресурс] Режим доступу - <https://hellofuture.orange.com/en/music-recommendation-algorithms-what-influence-do-they-have-on-what-users-listen-to/>
18. Angular Start data[Електронний ресурс] Режим доступу - <https://angular.io/start/start-data>
19. An Overview AngularJS [Електронний ресурс] Режим доступу - <https://medium.com/@mlbors/an-overview-of-angular-3ccd2950648e>
20. Diagrams maker [Електронний ресурс] Режим доступу - <https://app.diagrams.net/>
21. Python object programmibg // Simple Learn Programm[Електронний ресурс] Режим доступу - <https://www.python.org/doc/essays/blurb/#:~:text=Python%20is%20an%20interpreted%2C%20object,programming%20language%20with%20dynamic%20semantics.&text=Python's%20simple%2C%20easy%20to%20learn,program%20modularity%20and%20code%20reuse.>
22. Importance choosing right software your organization [Електронний ресурс] Режим доступу - <https://www.saasgenius.com/blog/importance-choosing-right-software-your-organization>

						123.KI-41.3	Арк. 50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

23. What is streaming music changed [Електронний ресурс] Режим доступу - <https://mn2s.com/news/label-services/what-is-streaming-music-changed-industry/>

					123.KI-41.3	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		