

**Войтко В.В.**

Вінницький національний технічний університет

**Бевз С.В.**

Вінницький національний технічний університет

**Бурбело С.М.**

Вінницький національний технічний університет

**Ставицький П.В.**

Вінницький національний технічний університет

## АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ СТВОРЕННЯ ТА ОБРОБКИ АУДІОКОНТЕНТУ

У статті розглядаються програмні засоби, що містять функціонал розпізнавання музичних композицій, а також можливість створення власних музичних послідовностей. Проведено аналіз останніх досліджень та публікацій на тему синтезу та аналізу музичних звуків. На основі таких досліджень було обрано набір функціональних можливостей, які необхідно проаналізувати задля успішної реалізації системи. Було зроблено аналіз програмних продуктів, що присутні на ринку та забезпечують функціонал розпізнавання та створення музичних композицій та послідовностей. Серед наведених додатків Shazam, Yandex Music, Google Sound Search, які містять функціонал розпізнавання музичних композицій. Крім того, було проаналізовано Music Maker Jam та FL Studio Mobile. Ці програмні продукти забезпечують функціонал створення музичних композицій з використанням різноманітних музичних інструментів та стилів. Було розглянуто кожен з обраних програмних продуктів у деталях з переглядом основних функціональних особливостей. Серед порівнюваних елементів програмних продуктів було розглянуто широту бази музичних композицій, можливість перегляду історії пошуку, простоту у використанні, можливість переходу до прослуховування треку у популярних музичних додатках, можливість створення власних музичних композицій. Крім того, у програмних продуктах, що містять функціонал синтезу музичних звуків, були розглянуті їхні додаткові можливості, такі як розпізнавання існуючих музичних композицій, широта вибору доступних музичних інструментів, можливість перетворення награної мелодії у музичну послідовність, поєднання функціоналу створення і розпізнавання музичних творів. Кожна з функцій була оцінена із урахуванням її важливості та повноти реалізації. Проведене дослідження наявних програмних засобів обробки музичних композицій дозволяє систематизувати функціонал програм по роботі зі звуковим контентом та виявити функції, актуальні як для програм синтезу звукових комбінацій, так і для програм аналізу і розпізнавання мелодій. Внаслідок проведеного порівняльного аналізу програмних засобів для синтезу та аналізу музичних звуків було обґрунтовано доцільність розробки програмних рішень, орієнтованих на успішне поєднання розглянутого функціоналу обробки музичного контенту.

**Ключові слова:** мобільний додаток, Android, аналіз музичних звуків, розпізнавання музики, синтез.

**Постановка проблеми.** Сьогодні є велика кількість мобільних додатків для розпізнавання та створення власної музики [1–5]. Зокрема, популярні ресурси Shazam, Yandex Music, Google Sound Search містять у собі лише функціонал аналізу музичних звуків [1; 3], тоді як Music Maker Jam, FL Studio Mobile дозволяють будувати та редагувати музичні послідовності [2; 5]. Кожен з існуючих на ринку додатків має свої переваги та недоліки, зумовлені напрямом використання програмного продукту. До при-

кладу, додатки FL Studio Mobile забезпечують широкий вибір функціоналу та можливостей, проте є досить складними в освоєнні і можуть вимагати багато часу для початку роботи й отримання результату [5]. Ресурси Music Maker Jam є легкими у вивченні, проте мають обмежений набір функцій [2]. Крім того, досить складно знайти додаток, який поєднував би у собі можливості як розпізнавання, так і створення музики, що зумовлює актуальність проведення досліджень у цій сфері.

Метою роботи є розширення функціоналу мобільних додатків для роботи з музичними звуками шляхом аналізу й систематизації функціональних можливостей популярних на ринку продуктів, що дозволить визначити актуальні функції сучасних мобільних застосунків для обробки музичних композицій.

Об'єктом дослідження постають процеси створення та розпізнавання музичних звуків у мобільних пристроях.

Предметом дослідження вбачаємо функціональні можливості сучасних мобільних додатків обробки музичних композицій.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Наявними є дослідження алгоритмів для розпізнавання музичних композицій, що стали основою для технології, використаної в мобільному додатку Shazam, який є одним з найперших продуктів на ринку, що забезпечує швидке розпізнавання музичних звуків [6]. Це дослідження надає базис для аналізу та розпізнавання музики.

У дослідженні [7] описано основну структуру системи синтезу та аналізу музичних звуків, що може бути реалізована як мобільний додаток з наявним серверним складником.

У роботі [8] проаналізовано підхід для розпізнавання та аналізу музичних композицій, що може бути реалізований у рамках мобільного програмного продукту.

**Постановка завдання.** Головною задачею є аналіз та систематизація функціональних можливостей популярних на ринку мобільних додатків обробки аудіоконтенту. Постає питання аналізу поточного стану проблеми, що відображається в програмних продуктах, присутніх на ринку. Важливим є узагальнення їх критеріїв та функціональних можливостей для розпізнавання музичних композицій та синтезу музичних звуків. Таке дослідження дозволить визначити основний набір функціоналу, що необхідний для якісної реалізації системи синтезу та аналізу музичних композицій.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Сучасний ринок мобільних застосунків, орієнтованих на обробку музичного контенту, характеризується широким спектром функціональних можливостей. Проаналізуємо та систематизуємо базові характеристики популярних мобільних рішень.

Shazam – це сервіс для розпізнавання музичних композицій [1], який містить у собі інформацію про більше ніж 11 000 000 треків та дозволяє ідентифікувати композицію за її фрагментом. Сервіс надає можливість розпізнавати аудіоконтент

навіть за наявності стороннього шуму і може працювати за умов низької якості вхідного матеріалу. Користувач через мікрофон свого пристрою надає інформацію про робочий фрагмент музики. Після цього Shazam аналізує вхідний матеріал та порівнює його з композиціями, наявними в базі (рис. 1). Якщо співставлення було успішним, користувач отримує інформацію про бажаний трек [6, с. 1].

Недоліком ресурсу Shazam є жорстка його орієнтація лише на прослуховування готових аудіо-записів без можливості використання механізму розпізнавання музики для створення власних композицій.

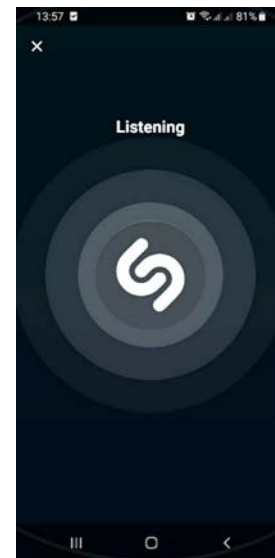


Рис. 1. Розпізнавання мелодії додатком Shazam

Music Maker Jam – додаток для створення та запису музичних композицій на базі мобільних операційних систем [2]. Сервіс надає можливість створювати музику в стилі дабстеп, хаус, хіп-хоп, рок тощо (рис. 2).

До переваг додатку Music Maker Jam можна віднести можливості легкого створення треків та їх редагування. Користувачу доступними є заготовлені набори семплів, які можна використовувати у власних композиціях. Базовий набір семплів поданий у базі музичних фрагментів, відіграних за допомогою різних інструментів: гітари, барабанів, синтезатора тощо. Крім того, існує можливість вставлення голосових уривків для посилення динаміки створюваної композиції. Користувач ресурсу Music Maker Jam має можливість використовувати сотні заготовлених стилів до створених композицій. Серед таких стилів 15 є безкоштовними. Функціоналом додатку також передбачена можливість запису вокалу користувача з подальшим накладанням отриманого

аудіоконтенту на основні музичні послідовності. Також присутня можливість додавання різного роду ефектів у реальному часі та їх запис.

Додаток Music Maker Jam орієнтований на розширення комунікативних можливостей користувачів, отже, після створення композиції автор має змогу зберегти її та поділитися з друзями, а також з глобальними користувачами. Треки можна коментувати, оцінювати та ділитися ними. Найкращі композиції потрапляють до категорії «тренди» та стають доступними для прослуховування всім користувачам. Нові композиції можна інтегрувати з SoundCloud, що дозволить поширення створеного аудіоматеріалу серед глобальної музичної громади.

Серед недоліків ресурсу Music Maker Jam можна виділити орієнтацію на базу заготовлених семплів без можливості створення власних. Крім того, відсутня можливість розпізнавання звуку та його використання в процесі створення власних композицій.

Google Sound Search – сервіс для розпізнавання музичних композицій [4], розроблений компанією Google, є складником пакету Google Play Services, що постачається з операційною системою Android. Google Sound Search тісно пов'язаний з іншими сервісами виробника, такими як асистент та пошук. Головною перевагою сервісу є можливість розпізнавати музичні композиції, що награні в мікрофон пристрою. Після успішної ідентифікації музичного фрагменту він відображається в Google пошуку, що дозволяє отримати детальну інформацію про бажану композицію. Інтерфейс сервісу Google Sound Search зображено на рис. 3.



Рис. 3. Інтерфейс Google Sound Search

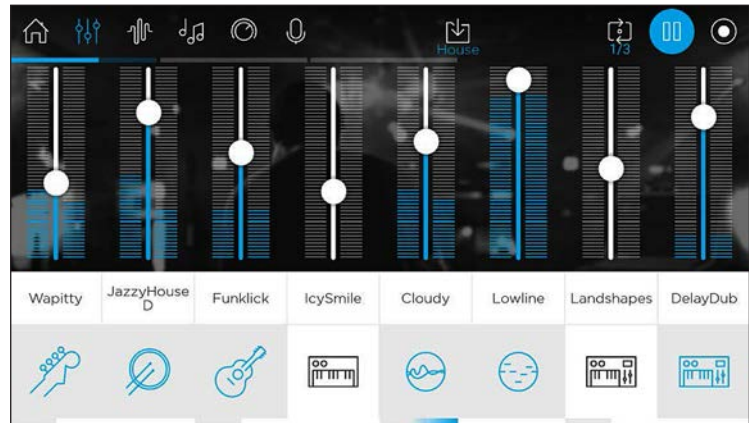


Рис. 2. Інтерфейс додатку Music Maker Jam

Як недолік можна відзначити, що описаний функціонал постачається як складник асистента, тому багато користувачів не знають про його існування. Крім того, сервіс Google Sound Search не дозволяє зберігати та відслідковувати історію музичного пошуку та попередніх розпізнавань.

FL Studio Mobile – мобільна версія відомої цифрової звукової робочої станції (DAW), яка сумісна з Android, IOS та Windows UWP (рис. 4) [5].



Рис. 4. Інтерфейс музичного додатку FL Studio Mobile

Програма FL Studio Mobile призначена для створення багатоголосих музичних проєктів. Вона акумулює в собі суквенсер, редактори музичних інструментів, дрампд тощо. Додаток пропонує широкий вибір музичних інструментів, які дозволяють створювати композиції різних жанрів.

FL Studio Mobile є досить потужним інструментом, який забезпечує великий спектр функціоналу. Проте його освоєння є досить складним для користувача, що пояснюється необхідністю знати основні принципи роботи з DAW, а також вміти аналізувати властивості цифрових музичних сигналів [5].

Порівняльний аналіз популярних додатків для розпізнавання музичних композицій, що присутні на ринку, зведено в табл. 1.

Таблиця 1

**Порівняльний аналіз програмних засобів для розпізнавання музичних композицій**

Назва додатку Функції	Shazam	Google Sound Search
Широта бази музичних композицій	0.9	0.7
Можливість перегляду історії пошуку	1	0
Простота у використанні	0.8	0.5
Можливість переходу до прослуховування у популярних музичних додатках, таких як Spotify, Google Play Music, Apple Music, Deezer тощо	0.7	0.4
Можливість створення власних музичних композицій	0	0

Таблиця 2

**Порівняльний аналіз програмних засобів для створення музичних композицій**

Назва додатку Функції	Music Maker Jam	FL Studio
Можливість розпізнавання існуючих музичних композицій	0	0
Широта вибору доступних музичних інструментів	0.3	0.8
Перетворення награної мелодії у музичну послідовність	0	0.3
Поєднання функціоналу створення і розпізнавання музичних композицій	0	1

У порівняльному аналізі функції можливості перегляду історії пошуку та можливості створення власних музичних композицій оцінювалися в двійковому форматі [7, с. 2–3], коли «0» означає відсутність функціоналу, а «1» – його наявність. Інші критерії, такі як широта бази музичних композицій, простота у використанні, можливість переходу до прослуховування в музичних додатках оцінювалися в нормалізованому вигляді за шкалою від 0 до 1, коли більше значення оцінки означає кращу якість реалізації вказаного функціоналу.

Порівняльний аналіз додатків для створення музичних композицій, що присутні на ринку, зведено в табл. 2.

У порівняльному аналізі функції можливості розпізнавання існуючих музичних композицій [8, с. 1–2] та поєднання функціоналу створення і розпізнавання музичних композицій [7, с. 2–3; 8, с. 2] оцінювалися в двійковому форматі. Інші критерії, такі як широта вибору доступних музичних інструментів та перетворення награної мелодії

у музичну послідовність оцінювалися в нормалізованому вигляді за шкалою від 0 до 1.

За результатами порівняльного аналізу популярних на ринку музичних додатків можна зробити висновок про широту функціональних можливостей сервісів та наявні переваги і недоліки їх використання.

**Висновки.** Проведений аналіз популярних мобільних додатків, призначених для аналізу та синтезу аудіоконтенту, систематизує наявний функціонал музичних сервісів та виявляє проблеми сучасних засобів обробки звукових композицій. Серед наявних програмних продуктів обробки музичного контенту досить складно сьогодні знайти комплексне рішення, яке б якісно поєднувало у собі функціонал розпізнавання і створення музичних композицій, було б простим у використанні та містило б достатній обсяг можливостей. Результати аналізу обґрунтовують актуальність розробки програмних продуктів, орієнтованих на поєднання функціоналу аналізу, розпізнавання та синтезу музичних композицій у середовищі мобільного сервісу.

**Список літератури:**

1. Shazam: веб-сайт. URL: <https://www.shazam.com>.
2. Music Maker JAM: веб-сайт. URL: <https://www.justaddmusic.net/en/index.html>.
3. Yandex.Music: веб-сайт. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=ru.yandex.music&hl=en>.
4. Identify songs playing near you: веб-сайт. URL: <https://support.google.com/googleplaymusic/answer/2913276?hl=en>.
5. FL Studio Mobile: веб-сайт. URL: <https://www.image-line.com/flstudiomobile/>.
6. An Industrial-Strength Audio Search Algorithm. *Columbia Engineering*. 2013. URL: <https://www.ee.columbia.edu/~dpwe/papers/Wang03-shazam.pdf>.



7. Використання технологій аналізу та синтезу музичних звуків для розробки музичного синтезатора. *XLVI Науково-технічна конференція факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії*. 2017. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2017/paper/view/2793/2521>.

8. Розробка модуля розпізнавання музики для мобільного додатку. *XLVII Науково-технічна конференція факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії*. 2018. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2018/paper/view/5209/4571>.

#### **Voitko V.V., Bevz S.V., Burbelo S.M., Stavtyskyi P.V. ANALYSIS OF MODERN SYSTEM OF CREATING AND PROCESSING AUDIO CONTENT**

*Software solutions which combine functionality of music recognition and creation of custom music sequences are considered. There were analyzed articles and publications regarding music analysis and synthesis. Based on gathered information there was selected set of primary functional features which needed to be analyzed, so that the system can be successfully implemented. There was done an analysis of software which exists on the market and provides the functionality of recognition and creation of the music compositions and sequences. Among described applications there are Shazam, Yandex Music, Google Sound Search which allow to recognize music. Moreover, there are Music Maker Jam and FL Studio Mobile products which allow to create custom music sequences with using of various music instruments and styles. Each of listed software products was described in detail with provided list of primary functional features. Among described features there are size of available music database, ability to view search history, usability, ability to listen to found musical track in one of common musical services, ability to create custom musical compositions. Furthermore, applications which include music creation feature were analyzed in terms of the features such as ability to recognize existing musical tracks, range of musical instrument selection, ability to transform recorded sound sequence into musical track, combination of features for music synthesis and analysis. All described features were evaluated considering their priority and implementation quality. The conducted research of the existing software for processing music tracks allows to systematize the functionality of programs for working with audio content and to identify functions that are relevant for both programs of synthesis of sound combinations, as well as for programs of analysis and recognition of melodies. As a result, after the analysis of software products for synthesis and analysis of musical sequences there was justified the necessity of the development of a new system which will combine all the functionality described above. This will allow to increase efficiency in music creation process using mobile devices.*

**Key words:** mobile application, Android, musical sounds analysis, music recognition, synthesis.