

## АЛГОРИТМЫ РЕКОМЕНДАЦИИ МУЗЫКИ СТРИМИНГОВЫХ СЕРВИСОВ НА ПРИМЕРЕ SPOTIFY

Назарук К.Ю.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Василькова А.Н. – ассистент кафедры ИПиЭ

**Аннотация.** Музыка составляет значительную часть человеческой культуры. С развитием технологий большинство людей стали прослушивать музыку на различных электронных устройствах, преимущественно смартфонах. Распространение получили музыкальные стриминговые сервисы, предоставляющие доступ к обширной библиотеке музыкальных композиций. Для сохранения вовлеченности пользователей и поддержания интереса к сервису используются алгоритмы рекомендаций музыки, генерирующие персонализированные плейлисты на основе ранее понравившихся треков. Анализ ритма, тембра, громкости, размера, гармонии, а также текста и тематики песен возможен благодаря применению машинного обучения и искусственного интеллекта, основанного на использовании больших данных о треках и пользователях. Такие алгоритмы выгодны как пользователям сервиса, получающим новую потенциально интересующую их музыку, так и для крупных лейблов и независимых малоизвестных артистов, получающих возможность распространить новый релиз среди пользователей посредством персонализированных генерируемых плейлистов.

**Ключевые слова:** плейлист, стриминговый сервис, персонализированный, рекомендации, система, искусственный интеллект, машинное обучение, алгоритм

**Введение.** Современные музыкальные стриминговые сервисы вместо необходимости длительно пролистывать музыкальный каталог предлагают пользователям готовые плейлисты с персонализировано подобранными треками. Это стало возможным благодаря системам рекомендации музыки, основанным на применении искусственного интеллекта и машинного обучения.

Сейчас подобные системы играют все более важную роль в отношении поиска новой музыки для пользователей. В 2020-м году около 62% потребителей отметили *Spotify* и *YouTube* (платформы, активно использующие системы рекомендации) как главные источники для поиска новой музыки [1].

И хотя алгоритмы рекомендаций играют столь важную роль, многие профессионалы продолжают воспринимать их как черные ящики. Их используют для повышения прибыли с помощью таргетированной рекламы, для улучшения взаимодействия с аудиторией или в целом для проведения успешных кампаний по выпуску нового продукта на рынок, часто не имея ни малейшего представления о принципах работы данных систем, упуская возможности по продвижению артиста или его новой песни непосредственно в музыкальных стриминговых сервисах, что позволило бы его аудитории, а также новым слушателям получить быстрый и удобный доступ к новому материалу автора без большой необходимости в дополнительных шагах по продвижению.

**Основная часть.** Система рекомендаций – это фильтрующая система, цель которой – предсказать предпочтения пользователя по отношению к предлагаемому контенту, в данном случае – к музыкальным трекам. Ее работа осуществляется с помощью алгоритмов рекомендаций, которые позволяют системе предлагать пользователю контент на основе сделанных предсказаний.

Система рекомендации не требует дополнительных действий от пользователя. От него лишь требуется установить приложение, зарегистрироваться, ставить оценки прослушиваемым песням и создавать плейлисты – просто пользоваться функциональностью

сервиса. И чем больше данных сервис получает о предпочтениях пользователя, тем более точными будут рекомендации.

В общих чертах, в основе любой рекомендательной системы искусственного интеллекта лежит модель машинного обучения, оптимизированная для ключевых бизнес-целей: удержания пользователей, увеличение времени, проведенного на платформе, использование полученных данных о пользователях в маркетинговых целях и, в конечном счете, получения дохода.

Музыкальные сервисы используют такие системы для формирования комплексных списков из отдельных песен (плейлистов) по определенным критериям для удобства пользователя и повышения удовлетворенности клиентов. Помимо прослушивания готовых плейлистов, среди пользователей становится популярным создание своих собственных, однако задача может стать непростой, учитывая избыток выбора среди треков сервиса. Системы рекомендации на основе ИИ и машинного обучения помогают в выборе, предлагая на добавление песни, основываясь на названии плейлиста, а также на песнях, уже добавленных в плейлист. Чтобы система рекомендаций работала эффективно, ей необходимо понимать контент, который она рекомендует, и пользователей, которым она его рекомендует.

Наиболее распространены следующие 2 модели систем рекомендации:

– основанная на контенте (*content-based*) – рекомендации основаны на подобию характеристик нескольких песен;

– совместной работы (*collaborative*) – рекомендации, основанные на схожести предпочтений пользователей и использовании матриц с оценками для каждого фрагмента песни [2].

Подход, основанный на содержании (*content-based*), опирается на сходство конкретных элементов. При использовании стримингового сервиса пользователь ставит оценки "нравится" или "не нравится" песням, создает плейлисты. Основная идея системы рекомендаций, основанной на контенте, заключается в извлечении ключевых слов из описания песни, которая нравится пользователю, сравнении их с ключевыми словами из других песен и, основываясь на этом, рекомендации похожих песен пользователю.

В свою очередь, система совместной работы построена на основе совпадающих предпочтений и оценок песен различными пользователями. Предполагается, что если пользователь А и пользователь В выражают схожие предпочтения, им могут быть рекомендованы похожие песни, т.е. если пользователю А нравится определенная песня, вполне вероятно, что эта песня также понравится пользователю В и наоборот. Системы совместных рекомендаций обычно считаются более точными, поскольку они основаны на непосредственном взаимодействии пользователя с системой, а не на сходстве контента.

На сегодняшний день у шведской компании *Spotify* насчитывается более 100 миллионов пользователей, что делает ее одним из лидирующих музыкальных стриминговых сервисов. Она одна из первых внедрила в свой сервис высококачественную систему рекомендаций, повлияв тем самым не только на свой бизнес, но и на всю музыкальную индустрию в целом.

Для выработки точных прогнозов *Spotify* изобрела новый алгоритм, комбинирующий сразу три модели:

- совместной работы (*collaborative*);
- обработки естественного языка для анализа текста;
- аудио модель для анализа аудио файлов.

Последние две относятся к группе моделей, основанных на контенте.

Модель обработки естественного языка используется для поиска всевозможной информации об артисте и его песнях в сети Интернет. Содержание всей собранной информации анализируется с помощью данной модели для создания вектора. Сравнение таких векторов определяет сходство двух или более треков.

Если начинающий артист загружает трек на сервис, то первые две модели бессильны: они не покажут его треки в списке рекомендованных пользователям сервиса, так как данных о треке и артисте либо слишком мало, либо они в принципе отсутствуют, поэтому трек не будет включен в коллаборативную фильтрацию. В таком случае используется аудио модель, которая анализирует песню с помощью нейронной сверточной сети и создает спектрограмму. После прохождения по сети алгоритм знает характеристики песни – ее громкость, тембр, размер, гармонию и т.д. Затем он сравнивает их с характеристиками других песен и находит похожие, создавая рекомендации [2].

**Заключение.** В настоящее время алгоритмы рекомендаций музыки широко распространены среди пользующихся популярностью музыкальных стриминговых сервисов. Для корректной работы данных алгоритмов активно применяются искусственный интеллект и машинное обучение на основе большого набора данных о пользователях со схожими интересами, а также о самих треках, которые публикуют на сервисе. К подобным данным относятся ритм, тембр, громкость, размер, гармония и прочие данные, относящиеся непосредственно к мелодии. Помимо данных о мелодии используются данные о тексте песни, о тематике и настроении. Для анализа и последующей рекомендации песен пользователям на основе понравившихся треков и артистов и используется искусственный интеллект и машинное обучение. На основе полученных данных создаются модели, которые при объединении позволяют создать всеобъемлющую систему музыкальных рекомендаций.

#### **Список литературы:**

1. *Inside Spotify's Recommender System: A Complete Guide to Spotify Recommendation Algorithms.* [Электронный ресурс] // *Music Tomorrow* – 2022. – Режим доступа: <https://www.music-tomorrow.com/blog/how-spotify-recommendation-system-works-a-complete-guide-2022>. – Дата доступа: 23.02.2023.
2. *Music recommendation system: all you need to know.* [Электронный ресурс] // *Eliftech* – 2022. – Режим доступа: <http://surl.li/gdlph>. – Дата доступа: 26.02.2023.

UDC 004.031.4:78

## **ALGORITHMS FOR MUSIC RECOMMENDATION OF STREAMING SERVICES ON THE EXAMPLE OF SPOTIFY**

*Nazaruk K.Y.*

*Belarusian State University of Informatics and Radio electronics, Minsk, Republic of Belarus*

*Vasilkova A.N. – assistant of the Department of EPE*

**Annotation.** Music forms a significant part of human culture. With the development of technology, most people now listen to music on various electronic devices, primarily smartphones. Music streaming services have become popular, providing access to a vast library of musical compositions. To maintain user engagement and interest in the service, music recommendation algorithms are used, generating personalized playlists based on previously liked tracks. Analysis of rhythm, timbre, volume, size, harmony, as well as song lyrics and themes, is made possible through the application of machine learning and artificial intelligence based on large amounts of data about tracks and users. Such algorithms benefit both the service users, who receive new potentially interesting music, and large labels and independent lesser-known artists, who have the opportunity to spread their new releases among users through personalized generated playlists.

**Keywords:** playlist, streaming service, personalized, recommendations, system, artificial intelligence, machine learning, algorithm