



Педагогический потенциал применения нейросетей в сфере профессионального музыкального образования

В. В. ДУБРОВСКИЙ, И. В. ЕФРЕМОВА, Л. А. ПИДЖОЯН

АННОТАЦИЯ

Введение. Искусственный интеллект активно используется в разных сферах жизни, включая образование. В последнее время его начали применять и в обучении музыке. Это направление вызывает интерес, так как помогает улучшить процесс обучения и сделать его более доступным. Необходимо убедиться, что эти методы действительно помогают ученикам и делают процесс обучения более эффективным. *Цель настоящего исследования:* провести систематический обзор научных работ, в которых рассматривается педагогический потенциал искусственного интеллекта (нейросетей) в сфере профессионального музыкального образования, реализуемого на уровне высшего или среднего профессионального образования.

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели исследования был применен метод систематического обзора литературы. Данный обзор осуществлялся в соответствии с протоколом PRISMA 2020. В исследовании использовались базы данных Web of Science, Scopus, Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). Конечный объем выборки составил 31 публикацию ($n = 31$).

Результаты. Установлен рост исследовательского интереса к данной проблематике с 2022 года. Выявлена наибольшая активность китайских ученых. Обнаружены диспропорции между теоретическими (19,4%) и эмпирическими (80,6%) работами. Установлены 6 ролей использования нейросетей в музыкальном образовании: интеллектуальное обучение (48,6%), автоматизированные системы оценки (20%), смешанное обучение (17,1%), персонализация обучения (8,5%), вспомогательные технологии (2,9%), технологии виртуальной реальности (2,9%). Наиболее продуктивно переносится в сферу искусственного интеллекта методика обучения музыке (61,3%), контроль (54,8%), педагогическое общение с функцией обратной связи (35,5%), оценка (25,8%), содержание образования (19,4%), образовательная среда (16,1%). В качестве эффектов использования нейросетей в музыкальном образовании отмечается повышение уровня качества образования (87%), успеваемости (71%), качества музыкального исполнения в целом (38,7%) либо отдельных исполнительских навыков, например, таких как музыкальная выразительность (19,3%), художественной грамотности (6,4%), вовлеченности в образовательный процесс, мотивации учения студентов (45,2%).

Выводы. Анализ практик использования нейросетей в музыкальном образовании показывает глубокий разрыв между технологическими решениями и осмыслением педагогического потенциала данных практик. Перспективы дальнейшего исследования этой темы могут способствовать формированию цифровой дидактики музыкального образования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

искусственный интеллект, нейронная сеть, глубокое обучение, машинное обучение, музыкальное образование, высшее образование, среднее профессиональное образование

Для цитирования: Дубровский В. В., Ефремова И. В., Пиджоян Л. А. Педагогический потенциал применения нейросетей в сфере профессионального музыкального образования // Перспективы науки и образования. 2025. № 4. С. 551–566. <https://doi.org/10.32744/pse.2025.4.36>

Поступила: 26.02.2024 | Одобрена: 17.04.2025 | Опубликовано: 31.08.2025



Лицензия «С указанием авторства — С сохранением условий». Позволяет перерабатывать, исправлять и развивать произведения при условии указания авторства и лицензирования производных работ на аналогичных условиях.



The pedagogical potential of using neural networks in the field of professional music education

V. V. DUBROVSKY, I. V. EFREMOVA, L. A. PIDZHOYAN

ABSTRACT

Introduction. Artificial intelligence is actively used in various spheres of life, including education. Recently, it has begun to be used in music education. This area is of interest, as it helps to improve the learning process and make it more accessible. It is necessary to ensure that these methods really help students and make the learning process more effective. *The aim of this study:* to conduct a systematic review of scientific papers that examine the pedagogical potential of artificial intelligence (neural networks) in the field of professional music education, implemented at the level of higher or secondary vocational education.

Materials and methods. To achieve the stated objective of the study, a systematic literature review method was used. This review was carried out in accordance with the PRISMA 2020 protocol. The study used the Web of Science (WoS), Scopus, and Russian Science Citation Index (RSCI) databases. The final sample size was 31 publications ($n = 31$).

Results. An increase in research interest in this issue has been established since 2022. The greatest activity of Chinese scientists has been revealed. Disproportions have been found between theoretical (19.4%) and empirical (80.6%) works. Six roles of using neural networks in music education have been identified: intelligent learning (48.6%), automated assessment systems (20%), blended learning (17.1%), personalized learning (8.5%), assistive technologies (2.9%), and virtual reality technologies (2.9%). The methods of teaching music (61.3%), control (54.8%), pedagogical communication with feedback (35.5%), assessment (25.8%), educational content (19.4%), and educational environment (16.1%) are most productively transferred to the field of artificial intelligence. The effects of using neural networks in music education include an increase in the quality of education (87%), academic performance (71%), the quality of musical performance in general (38.7%) or individual performance skills, such as musical expressiveness (19.3%), artistic literacy (6.4%), involvement in the educational process, and motivation for students to learn (45.2%).

Conclusions. Analysis of the practices of using neural networks in music education shows a deep gap between technological solutions and understanding of the pedagogical potential of these practices. Prospects for further research on this topic can contribute to the formation of digital didactics of music education.

KEYWORDS

artificial intelligence, neural network, deep learning, machine learning, music education, higher education, secondary vocational education

For Citation: Dubrovsky, V. V., Efremova, I. V., & Pidzhoyan, L. A. (2025). The pedagogical potential of using neural networks in the field of professional music education. *Perspektivy nauki i obrazovaniya = Perspectives of Science and Education*, (4), 551–566. <https://doi.org/10.32744/pse.2025.4.36>

Received: 26 February 2025 | Approved: 17 April 2025 | Published: 31 August 2025



This is an open access article distributed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike International License (CC-BY-SA 4.0) that allows others to share the work with an acknowledgement of the work's authorship and initial publication in this journal

ВВЕДЕНИЕ

Искусственный интеллект и его применение в жизни людей – это важная тема, которая вызывает много вопросов, особенно в связи с развитием цифровых технологий, включая образование. На уровне международного сообщества сейчас активизируются инициативы, регламентирующие использование искусственного интеллекта в человеческой деятельности. Закон, который регулирует использование искусственного интеллекта, был принят европейским парламентом 13 марта 2024 года и одобрен Советом ЕС 21 мая 2024 года [1]. Цель закона – установить единые правила для применения искусственного интеллекта. Первая часть требований начала действовать 2 февраля 2025 года. 17 мая 2024 года была принята Рамочная конвенция Совета Европы об искусственном интеллекте, правах человека, демократии и верховенстве права. Этот документ устанавливает основные принципы регулирования искусственного интеллекта, выходящие за рамки технических аспектов. В нем закреплены права человека на всех этапах создания и использования систем искусственного интеллекта [2].

Сегодня специалисты стремятся использовать новейшие научные и технические разработки в обучении, но при этом важно доказать, что такие технологии действительно полезны и эффективны. Если этого не сделать, их внедрение может показаться необоснованным. В 2022 году ЮНЕСКО разработано руководство для лиц, ответственных за формирование образовательной политики «Технологии искусственного интеллекта в образовании» [3]. В данном документе рассматриваются новые подходы, оценка рисков и преимуществ использования искусственного интеллекта для улучшения качества образования и его доступности. В документе описаны три подхода к разработке политики: независимый, комплексный и тематический. Даны конкретные рекомендации и примеры для планирования мероприятий в области искусственного интеллекта и образования, основываясь на рекомендациях Пекинского консенсуса по искусственному интеллекту и образованию (2019) [4].

Действительно, искусственный интеллект не только меняет подходы к обучению, но и расширяет возможности для всех участников образовательного процесса. Он помогает учитывать индивидуальные потребности обучающихся и оказывать соответствующую поддержку на всех этапах обучения. Применение нейросетей способствует сделать образовательный процесс более интересным для учащихся, повышает уровень наглядности, обратной связи при дистанционном формате. Это позволяет использовать наиболее эффективные методы для подготовки высококвалифицированных специалистов.

Казалось бы, искусственный интеллект и его возможности в сфере образования достаточно высоки, однако анализ публикационной активности в данном направлении показывает размытость и нечеткость видения конкретных стратегий применения нейросетей в сфере образования, в том числе и высшего.

Достаточно большой пласт исследований касаются общих вопросов применения нейросетей в высшем образовании: этика и регламентация использования искусственного интеллекта в высшем образовании (М.В. Субботина [5]), персонализация и индивидуализация обучения (З.С. Курбанова, Н.П. Исмаилова [6]), часто интерпретируемые как адаптивное обучение (Т.М. Шамсутдинова [7], С. Беденлиер с соавт. [8]), компонент содержания образования (О.Н. Филатова, М.Н. Булаева, А.В. Гущин [9]), инструменты контроля и диагностики (О. Завацки-Рихтер с соавт. [10]) и др.

Очевидно, что реальные практики применения нейросетей в высшем образовании демонстрируются в разрезе преподавания конкретных дисциплин. Этот вывод настоятельно сформирован в обзорах научной литературы, посвященной использованию искусственного интеллекта в сфере высшего образования, А.В. Платова, Ю.И. Гавриловой [11], Х.К. Чу с соавт. [12].

Так, настоящее исследование посвящено теме применения нейросетей в музыкальном образовании. Данное исследование выстроено в жанре систематического обзора научной литературы по данной теме. Работы в данном жанре помогают понять, как развиваются исследования, позволяют быстро узнать о новых трендах и тенденциях. Вместе с тем, ситуация в сфере применения искусственного интеллекта в образовании характеризуется ярко выраженной полярностью: либо работы тяготеют к описанию решения узких задач (например, исследование О.А. Козловой, А.А. Протасовой, в котором описан опыт применения нейронных сетей в дистанци-

онных образовательных технологиях для идентификации обучающихся [13]), либо обладают достаточно высокой степенью обобщенности (например, статья М. Фокс, Г. Вайдьянатан, Дж. Л. Бриз, посвященная изучению влияния искусственного интеллекта на музыкантов [14]).

Основная проблема, которая стоит перед авторами, исследующими тему применения нейросетей в образовании, связана с выявлением педагогического потенциала нейросетей. Под педагогическим потенциалом нейросетей понимается совокупность характеристик конкретного искусственного интеллекта, позволяющая ему полноценно участвовать в педагогическом процессе на уровне ресурса, формирующего хотя бы один из элементов педагогической системы (цель, задачи, принципы, содержание, методы, приемы, средства, технологии, диагностика, включающая контроль и пр.), или участника образовательной деятельности.

С учетом данных обстоятельств была определена цель настоящего исследования: провести систематический обзор научных работ, в которых рассматривается педагогический потенциал искусственного интеллекта (нейросетей) в сфере профессионального музыкального образования, реализуемого на уровне высшего или среднего профессионального образования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для достижения поставленной цели исследования был применен метод систематического обзора литературы. Данный обзор осуществлялся в соответствии с протоколом PRISMA 2020. Произведенный систематический обзор литературы осуществлялся последовательно и включал в себя 4 этапа: 1) определение ключевых задач исследования; 2) определение уравнений поиска; 3) разработка критериев включения и исключения; 4) качественный отбор материалов исследования. В исследовании использовались базы данных Web of Science, Scopus, Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

1) Ключевые задачи исследования:

1. Выявить специфические характеристики исследований применения нейросетей в профессиональном музыкальном образовании.
2. Определить, какие роли нейросети наиболее востребованы в образовательных экосистемах профессионального музыкального образования.
3. Проанализировать, какие элементы педагогической системы преобразуются за счет нейросетей.
4. Установить, как авторы оценивают влияние нейросетей на продуктивность и результативность образовательного процесса.

2) Уравнения поиска в двух версиях.

1. На русском языке для базы данных РИНЦ:

ТЕМА: («Искусственный интеллект» ИЛИ «Нейронная сеть» ИЛИ «ИИ» ИЛИ «Глубокое обучение» ИЛИ «Машинное обучение» ИЛИ «Интеллектуальное обучение») И ТЕМА («Музыка» ИЛИ «Музыкальное образование» ИЛИ «Музыканты») И ТЕМА: («Высшее образование» ИЛИ «Среднее профессиональное образование» ИЛИ «Университет» ИЛИ «Колледж» ИЛИ «Консерватория»).

2. На английском языке для баз данных Web of Science, Scopus, РИНЦ:

TOPIC: («Artificial Intelligence» OR «Neural Network» OR «AI» OR «Deep Learning» OR «Machine Learning» OR «Intelligent Learning») AND TOPIC: («Music» OR «Music Education» OR «Musicians») AND TOPIC: («Higher Education» OR «Secondary Vocational Education» OR «University» OR «College» OR «Conservatory»).

3) Критерии включения и исключения.

Критерии включения: статьи, монографии и труды конференций; период публикации 2018-2024; педагогическая тематика.

Критерии исключения: обзоры, рецензии, публикации, находящиеся в стадии отзыва; период публикации ранее 2018 года; небольшой объем (до 5 стр.) и / или небольшое количество источников из списка литературы (до 10 источников); не связано с применением нейросетей в образовательных целях; не связано с использованием нейросетей в профессиональном образовании; не связано с применением нейросетей для обучения музыке.

После применения уравнений поиска, критериев включения и исключения была получена выборка из $n = 98$ публикаций.

4) Качественный отбор материалов исследования.

На данном этапе авторами настоящего исследования был произведен отбор публикаций из первоначальной выборки. В частности, устранялись работы, не соответствующие критериям, содержащие только мнение авторов без подкрепления эмпирическими данными либо напротив имеющих исключительно технический характер содержания. В результате проведенного контент-анализа выборку составили $n = 31$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Специфические характеристики исследований применения нейросетей в профессиональном музыкальном образовании структурированы по таким параметрам, как год публикации, география авторов, уровень образования, дизайн исследования и объем выборки.

На рисунке 1 представлено распределение по годам публикаций по тематике применения нейросетей в профессиональном музыкальном образовании. Отмечается рост исследовательского интереса к данной проблематике с 2022 года.

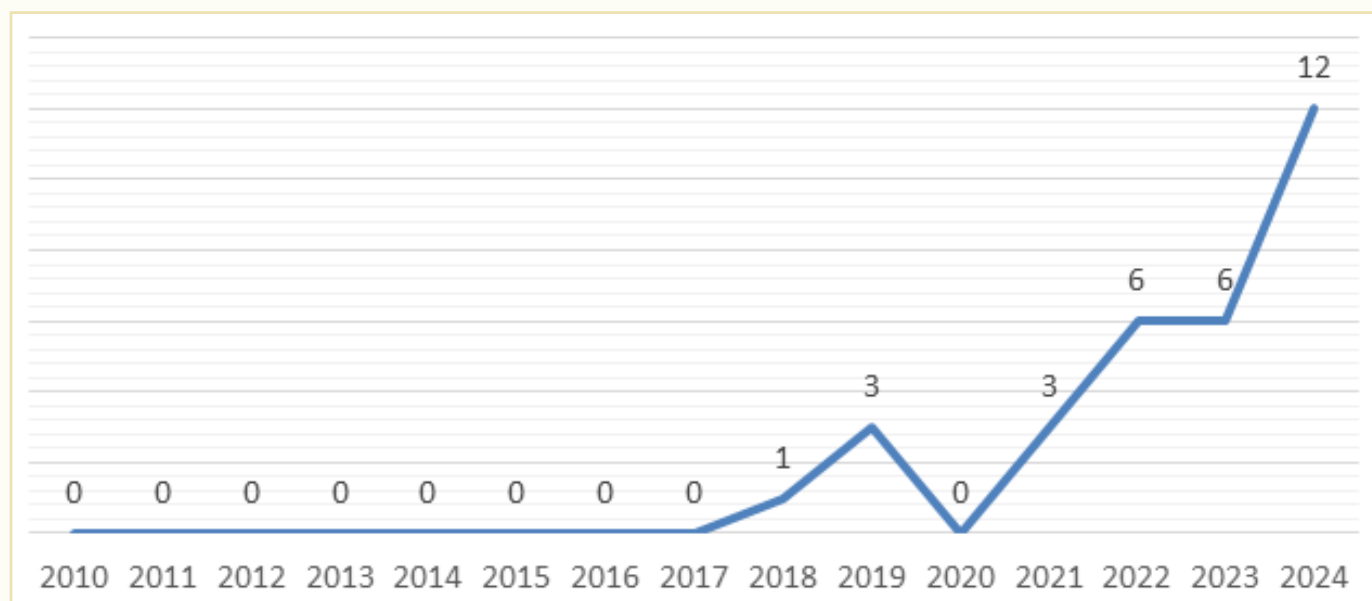


Рисунок 1 Количество публикаций по тематике применения нейросетей в профессиональном музыкальном образовании (по годам)

Исследование географии авторов (рисунок 2) показывает наибольшую активность китайских ученых (20 статей). Исследователи из других стран, в том числе и из России, значительно реже проводят качественные исследования по данной тематике (1-3 публикации).

Здесь необходимо привести некоторое отвлеченное рассуждение. На данный момент китайские нейронные сети, прежде всего DeepSeek, лидируют на мировом уровне. Очевидно, это явилось результатом не только конкурентной борьбы в сфере искусственного интеллекта, но и

следствием политики китайского правительства, одним из направлений деятельности которого в сфере развития искусственного интеллекта стало его повсеместное внедрение. И музыкальное образование не явилось исключением. Безусловно, часть авторов отмечают зачаточное состояние педагогических практик использования нейросетей (В.В. Дубровский, Я.А. Горбик [15]), некоторые сомневаются в очевидной пользе данного процесса (Л.Л. Алексеева, А.А. Михайлова, Е.Ф. Командышко [16]). Однако, очевидно, что к существенному научно-техническому прорыву, в том числе в области педагогических наук, может привести ежедневное использование технологии, даже тогда, когда ее результативность не превышает результативность использования традиционных методов и практик.

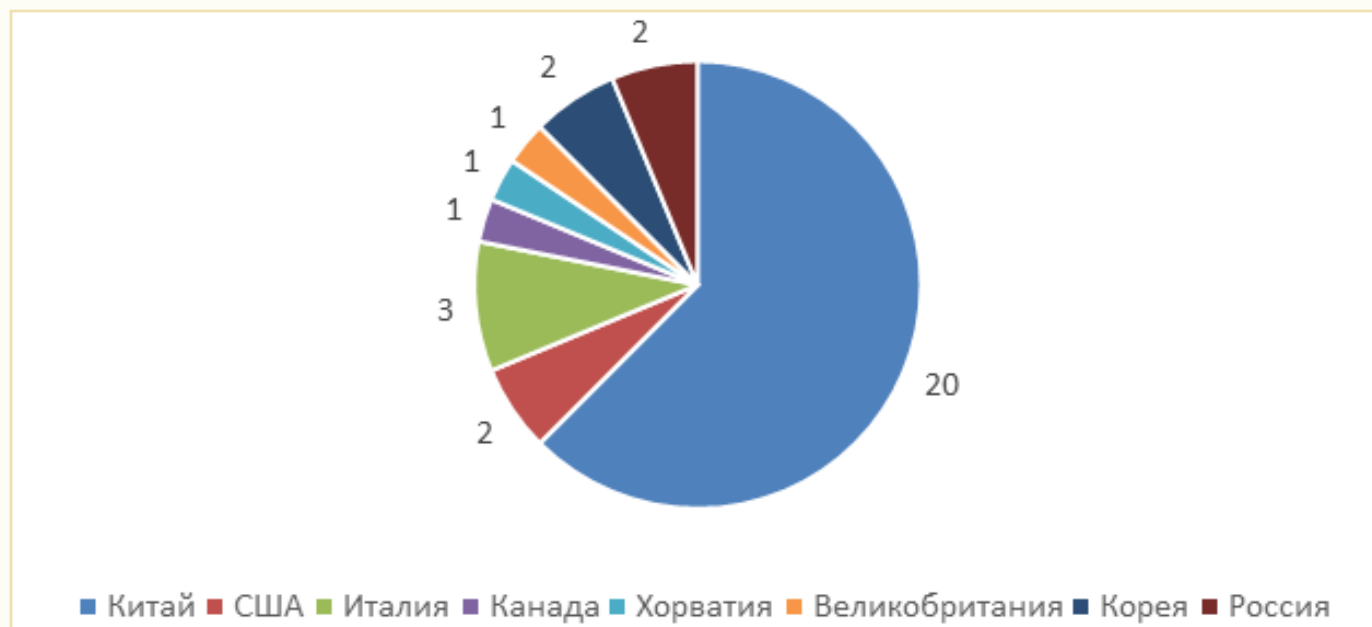


Рисунок 2 География авторов исследований по тематике применения нейросетей в профессиональном музыкальном образовании

Данный систематический обзор литературы сконцентрирован вокруг так называемого профессионального музыкального образования. Наиболее распространенными в данной выборке представлены исследования, ориентированные на уровень высшего образования, куда включены как педагогические направления, так и направления подготовки музыкантов-профессионалов (18 исследований). Порядка 10 статей масштабируют свой опыт на уровни высшего и среднего профессионального образования. В 7 работах заявлено об универсальности представленной практике, следовательно, они могут быть востребованы не только на уровнях высшего и среднего профессионального образования, но и в общем и дополнительном образовании. 5 публикаций имеют выход исключительно на базы консерваторий. 1 работа несмотря на очевидные признаки профессионального музыкального образования ориентирована на неформальное образование (самообразование).

В разрезе определения дизайна исследования обнаруживаются существенные диспропорции между теоретическими (6 статей) и эмпирическими (25 статей) работами.

Тематика теоретических работ достаточно разнообразна. Присутствуют достаточно локальные работы, посвященные анализу возможностей искусственного интеллекта в профессиональном музыкальном образовании. Например, К. Цянь исследует возможности персонализации процесса обучения музыке за счет нейросетей и развитие цифровых учебных материалов [17]. А.-М. Бернс, К. Траубе осмысливают возможности онлайн-платформы обучения игры на гитаре Novaxe [18]. Г. Ван дает теоретическое обоснование транскриптору скрипичной музыки для персонализированного обучения [19].

К числу работ с высоким уровнем теоретического обобщения проблем цифровой дидактики в сфере высшего музыкального образования относится исследование Д.Д. Дай, в котором ученый дает теоретическое обоснование феномену интеллектуального музыкального класса, состояще-

го из мобильных сетей 5G, компьютерного оборудования, облачных сервисов и образовательных продуктов, разработанных на основе технологии искусственного интеллекта [20]. Л. Чжан представил обоснованную систему оценки качества продуктов для онлайн-обучения музыки на основе нейросетей [21]. Л.Л. Алексеева, А.А. Михайлова, Е.Ф. Командышко рассматривают потенциальные возможности и риски использования искусственного интеллекта в музыкальном образовании сквозь призму дидактики [16].

Из числа эмпирических работ большинство (21 статья) имеют квазиэкспериментальный дизайн, построены на выборке только экспериментальных групп. 5 работ имеют экспериментальный дизайн. Некоторые работы построены по принципу проверки дидактической эффективности разработанного инструмента на основе нейросети. В частности, Л. Ван проверяет эффективность использования в режиме смешанного обучения адаптивную модель распознавания музыкальных эмоций [22], М. Конечкий – адаптивную систему обучения игре на барабанах [23], С. Джи, М. Тонг – адаптивную систему обучения игре на фортепиано [24]. Другие работы нацелены на выявление эффективных практик машинного обучения. В.В. Дубровский, Я.А. Горбик провели полевое исследование практик использования искусственного интеллекта музыкальными педагогами [15], а В. Чжоу, Ю. Ким исследуют педагогические условия эффективного использования ChatGPT-4 в образовательном процессе для освоения теории музыки [25].

Суммарно объем всех выборок составил 2822 испытуемых, хотя, как правило, доминируют работы с небольшим объемом выборок (20-50 испытуемых).

Роли нейросетей в образовательных экосистемах профессионального музыкального образования

Систематический обзор литературы выявил, что в данном кластере исследований выделяются 6 ролей использования нейросетей в музыкальном образовании: интеллектуальное обучение (48,6%), автоматизированные системы оценки (20%), смешанное обучение (17,1%), персонализация обучения (8,5%), вспомогательные технологии (2,9%), технологии виртуальной реальности (2,9%). Более подробная информация содержится в таблице 1. Часто в исследовательских проектах нейросети играют несколько ролей, например, для построения модели интеллектуального обучения необходимо использовать и функции автоматизированной системы оценки, и персонализации обучения. в этом случае роль определялась по титульной функции. Тогда, когда сданные функции равноправны в предлагаемой модели, мы идентифицировали роли нейросети по двум и более ролям.

Таблица 1

Роли нейросетей в образовательных экосистемах профессионального музыкального образования (N=31)

Роль нейросети в музыкальном образовании		Удельный вес (%)
Авторы	Цель / содержание практики	
1. Интеллектуальное обучение		48,6%
1.1. Интеллектуальные адаптивные алгоритмы для поддержки процесса обучения музыке		31,6%
М. Агарвал, Р. Грир [26]	Интеграция технологий глубокого обучения и LLM для совершенствования игры на флейте	
М.Д. Вентура [27]	Интеллектуальный адаптивный алгоритм для поддержки процесса обучения гармонизации басовых линий	
М. Конечки [23]	Интеллектуальный адаптивный алгоритм обучения игре на барабанах	
А.-М. Бернс, К. Траубе [18]	Интеллектуальный адаптивный алгоритм обучения игре на гитаре Novaxe (OLP)	
Х. Ван [28]	Интеллектуальный адаптивный алгоритм обучения вокалу	
Г. Ван [19]	Транскрибатор скрипичной музыки	
С. Хиральдо, Г. Уодделл, И. Ноу-Плана, Р. Рамирес [29]	Транскрибатор виолончельной музыки	
Н. Ли [30]	Интеллектуальный адаптивный алгоритм обучения сольфеджио	
В. Чжоу, Ю. Ким [25]	Использование ChatGPT-4 для обучения теории музыки	

Ч. Цзи, М. Тонг [24]	Интеллектуальный адаптивный алгоритм обучения игре на фортепиано на основе двунаправленной рекуррентной нейронной сети	
С. Ли [31]	Интеллектуальный адаптивный алгоритм обучения китайской традиционной музыкальной культуры	
1.2. Модели, в основе которых лежит способность искусственного интеллекта работать с музыкальными эмоциями		8,5%
Л. Ван [22], В. Чжан [32]	Модель, включающая технологии распознавания музыкальных эмоций, гибридного обучения SPOC, для обучения музыкальной выразительности студентов	
Ю. Чэнь, Ю. Сунь [33]	Модель обучения музыкальной выразительности, созданная на основе модели Transformer	
1.3. Модели интеллектуальных образовательных пространств		8,5%
Дж. Вэй, М. Каруппи, А. Пратик [34]	Сетевая образовательная платформа Music Major на основе технологий искусственного интеллекта позволяет создавать оптимизированные среды и профессиональные музыкальные классы	
Ю. Яо, Х. Ань [35]	Платформа для обучения музыке на основе сверточной нейронной сети позволяет создать общее образовательное пространство	
Х. Дай [36]	Сетевая образовательная платформа, позволяющая организовать работу виртуального класса фортепиано	
2. Автоматизированные системы оценки		20%
Х. Хоу [37]	На основе данных, полученных через системы видеонаблюдения, оценивается эмоциональный отклик студентов на действия преподавателей по вокалу. Данные оценки позволяют корректировать систему преподавания вокала.	
Дж. Берроуз, В. Кумар, Д.А. Киншук [38], С. Чжан, Д. Ян [39], К.И. Чэнь, Ю.С. Линь [40], Н. Цзян [41], Х. Чу [42]	Автоматизированная система оценки исполнительского мастерства на основе соотнесения исполнения с эталонным	
Л. Чжан [43]	Система оценки качества продуктов для онлайн-обучения музыки на основе нейросетей.	
3. Смешанное обучение		17,1%
Л. Ван [22], В. Чжан [32]	Модель, включающая технологии распознавания музыкальных эмоций, гибридного обучения SPOC, для обучения музыкальной выразительности студентов, предназначенная для реализации в режиме смешанного обучения	
Д.Д. Дай [20]	Модель интеллектуального класса, состоящего из мобильных сетей 5G, компьютерного оборудования, облачных сервисов и образовательных продуктов, разработанных на основе технологии искусственного интеллекта	
Дж. Вэй, М. Каруппи, А. Пратик [34]	Сетевая образовательная платформа Music Major на основе технологий искусственного интеллекта позволяет создавать оптимизированные среды и профессиональные музыкальные классы, предполагающая реализацию в смешанном формате	
Л.Л. Алексеева, А.А. Михайлова, Е.Ф. Командышко [16]	Предполагают, что в режиме смешанного обучения нейросети могут дополнить музыкальное образование за счет возможностей управления процессами создания, исполнения, обработки сочинений	
В.В. Дубровский, Я.А. Горбик [15]	Наиболее перспективными направлениями использования искусственного интеллекта в музыкальном образовании в режиме смешанного обучения являются обучение нотной грамоте и оценка музыкальных навыков	
4. Персонализация обучения		8,5%
Л. Джан [43]	Платформа EFDfO позволяет управлять индивидуальным образовательным маршрутом студента на основе оценки исполнения студентом музыкальной композиции	
Ц. Цянь [17]	Персонализация обучения музыке на уровне декомпозиции цифровых учебных материалов	
Ю. Чень, Ю. Сунь [33]	Модель обучения музыкальной выразительности предполагает реализацию в режиме смешанного обучения	
5. Вспомогательные технологии		2,9%
М.Д. Вентура [44]	Использование нейросети для адаптивного обучения музыке студентов-дислексиков	
6. Технологии виртуальной реальности		2,9%
В. Чень [45]	Платформа, управляемая нейросетью, в которой интегрированы технологии виртуальной реальности Unity3d, 3DMAX, для имитации публичного концертного выступления студента-музыканта	

Итак, наиболее востребованы практики интеллектуального обучения (48,6%). Как правило, модели интеллектуального обучения, созданные на основе нейросетей, выполняют различные функции: обучение игре на инструментах, оценка музыкальных навыков, построение индивидуальных образовательных маршрутов, генерация музыки, совершенствование конкретных музыкальных навыков, аккомпанирование и пр. В структуре выявленного корпуса статей, описывающих системы интеллектуального обучения музыке, отчетливо выделяются три направления.

Первое направление – это интеллектуальные адаптивные алгоритмы для поддержки процесса обучения музыке (31,6%). По сути, данные системы представляют собой самоучители либо по вокалу (Х. Ван [28]), либо транскрибаторы игры на каком-либо музыкальном инструменте: флейта (М. Агарвал, Р. Грир [26]), бас (М.Д. Вентура [27]), барабаны (М. Конечки [23]), гитара (А.-М. Бернс, К. Траубе [18]), скрипка (Г. Ван [19]), виолончель (С. Хиральдо, Г. Уодделл, И. Ноу-Плана, Р. Рамирес [29]), фортепиано (Ч. Цзи, М. Тонг [24]). На этом фоне выделяются работы, в которых описывается опыт использования ChatGPT-4 для обучения теории музыки (В. Чжоу, Ю. Ким [25]), адаптивный алгоритм для обучения сольфеджио (Н. Ли [30]), китайской традиционной музыкальной культуры (С. Ли [31]).

Второе направление – это модели, в основе которых лежит способность искусственного интеллекта работать с музыкальными эмоциями (8,5%). Как правило, все эти модели предлагается использовать в режиме смешанного обучения. Как правило, данные модели включают в себя адаптивный кодер музыкальных функций и имеют многозадачную структуру обучения, основанную на интерпретации музыкальных эмоций (Л. Ван [22], В. Чжан [32], Ю. Чэнь, Ю. Сунь [33]).

Третье направление – это оптимизированные среды и профессиональные музыкальные классы (8,5%). Как правило, они представляют собой сетевые образовательные платформы, позволяющие обучать музыке в виртуальном пространстве сообщество студентов. Здесь присутствуют как универсальные виртуальные музыкальные классы (Дж. Вэй, М. Каруппия, А. Пратик [34], Ю. Яо, Х. Ань [35]), так и в разрезе конкретного музыкального инструмента, например, фортепиано (Х. Дай [36]).

Второе тематическое направление – это автоматизированные системы оценки (20%). Как правило, большинство работ описывают очень узконаправленные системы, когда оценка исполнительского мастерства базируется на основе соотнесения с эталонным исполнением (Дж. Берроуз, В. Кумар, Д.А. Киншук [38], С. Чжан, Д. Ян [39], К.И. Чэнь, Ю.С. Линь [40], Н. Цзян [41], Х. Чу [42]). Однако в данном корпусе работ отчетливо выделяются две оригинальные статьи. Х. Хоу представляет разработку, которая на основе данных, полученных через системы видеонаблюдения, оценивает эмоциональный отклик студентов на действия преподавателей по вокалу. Данные оценки позволяют корректировать систему преподавания вокала [37]. Л. Чжан представил систему оценки качества продуктов для онлайн-обучения музыки на основе нейросетей [43].

Третье направление – это смешанное обучение (17,1%), согласно которому предполагается организация взаимодополняемого образовательного пространства в реальной и виртуальной среде. Большинство работ содержат смежные с другими ролями функции нейросети в музыкальном образовании. На их фоне отчетливо выделяется работа Д.Д. Дай, который рассматривает модель интеллектуального класса, состоящего из мобильных сетей 5G, компьютерного оборудования, облачных сервисов и образовательных продуктов, разработанных на основе технологии искусственного интеллекта [20].

Четвертое направление – это персонализация обучения (8,5%). Как правило, в рамках данного направления на основе оценки исполнительского уровня студента искусственный интеллект разрабатывает индивидуальный образовательный маршрут. Цифровые платформы дают возможность следить за успехами студентов, показывая, где есть ошибки, например, в ритме или настройке Л. Джан [43]. Это помогает студентам самим исправлять свои ошибки без постоянного контроля со стороны преподавателя. Также такие платформы облегчают работу преподавателей, снижая их нагрузку (Ц. Цянь [17]). Такие платформы могут предлагать конкретные задания для самостоятельной работы студента (Ю. Чень, Ю. Сунь [33]).

Пятое направление – это использование нейросетей для облегчения обучения музыки студентов с ограниченными возможностями здоровья (2,9%). Технологии распознавания жестов и отслеживание взгляда позволяют таким студентам активно участвовать в обучении.

Программное обеспечение САМА (Computer Added Musical Analysis) помогает снизить усталость и стресс, которые могут возникать у начинающих музыкантов. Эти инструменты делают процесс обучения более комфортным и эффективным (М.Д. Вентура [44]).

Искусственный интеллект в сочетании с виртуальной (VR) и дополненной реальностью (AR) открывает новые возможности для обучения. Это шестое направление (2,9%). Эти технологии позволяют создавать реалистичные сценарии, такие как воссоздание исторических событий, интерактивные уроки игры на музыкальных инструментах и виртуальные учебные пространства. Например, приложение MuseLab Conductor позволяет учащимся управлять виртуальным оркестром с помощью движений рук (В. Чень [45]).

Элементы педагогической системы, которые преобразуются за счет нейросетей

На рисунке 3 представлены данные, отражающие решение этой задачи. Наиболее продуктивно переносится в сферу искусственного интеллекта методика обучения музыке (вокалу либо игре на конкретном музыкальном инструменте) (61,3%). Как правило, достигается это за счет визуальных анализаторов движений и интерпретации полученных данных нейросетью. Также очень высокие показатели у таких компонентов педагогической системы, как контроль (54,8%), оценка (25,8%). Достаточно популярным компонентом, который может регулироваться при участии искусственного интеллекта – это педагогическое общение с функцией обратной связи (35,5%). Также в фокусе внимания содержание образования (19,4%), индивидуализация обучения (9,7%), образовательная среда (16,1%). Некоторыми учеными переосмысливаются принципы обучения в связи с использованием искусственного интеллекта в сфере музыкального образования (12,9%).

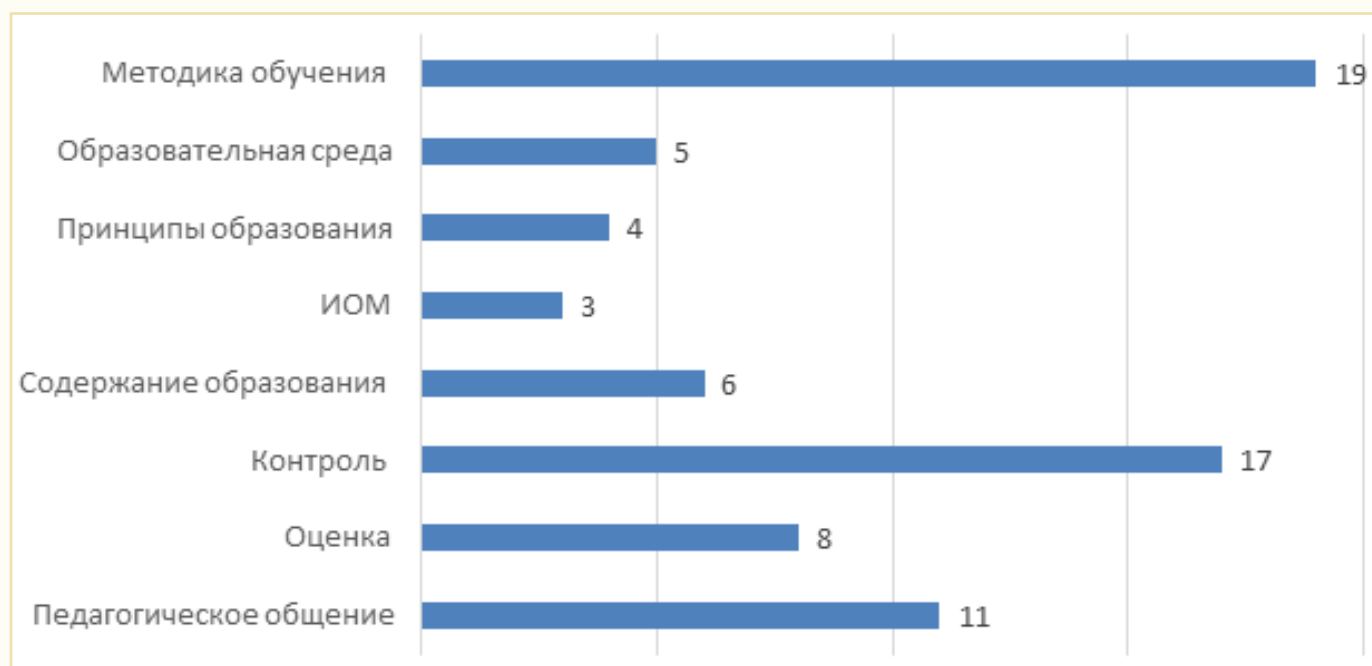


Рисунок 3 Элементы педагогической системы, которые преобразуются за счет нейросетей

Оценка влияния нейросетей на продуктивность и результативность образовательного процесса

Подавляющее большинство авторов отмечают повышение уровня качества образования студентов (87%), успеваемости (71%), качества музыкального исполнения в целом (38,7%) либо отдельных исполнительских навыков, например, таких как музыкальная выразительность (19,3%), художественной грамотности (6,4%), вовлеченности в образовательный процесс, мотивации (45,2%). Х. Хоу отмечает, что использование искусственного интеллекта в музыкальном образовании способно улучшить саму дидактическую систему [37], а Л. Чжан ориентирует на улучшение качества образовательных продуктов, созданных на основе технологии искусствен-

ного интеллекта [43]. Л.Л. Алексеева, А.А. Михайлова, Е.Ф. Командышко напротив высказывают точку зрения, согласно которой «в настоящее время наиболее уязвим процесс и результат восприятия музыки, созданной ИИ; вызывает сомнение также развитие у молодого поколения самостоятельного творческого воображения и музыкального мышления, вне использования готовых шаблонов. Представляется необходимым широкое обсуждение вопроса об ограничении применения в системе отечественного музыкального образования технологий ИИ, связанного с очевидно негативным эффектом, искажением, замещением действительно человеческого» [16, с. 119].

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В 2023 году Ц. Цянь опубликовал обзор по теме использования технологии искусственного интеллекта в сфере высшего музыкального образования [17]. Мы разделяем точку зрения автора, согласно которой в сфере высшего музыкального образования нейросети применяются наиболее часто в 4 областях: персонализации музыкального высшего образования, развитию систем обратной связи, поддержке интерактивного обучения и совершенствованию цифрового содержания музыкального образования. Однако нами были определены еще 3 роли нейросетей: смешанное обучение, вспомогательные технологии, технологии виртуальной реальности.

Также мы солидарны с выводом автора, что активное внимание к этой теме возникло после 2020 года, что связано с изменениями в образовании из-за пандемии. Кроме того, автор справедливо отмечает, что в Китае таких исследований больше, чем в других регионах, благодаря поддержке со стороны Министерства образования Китая. Вместе с тем, данный обзор ограничен географически: в выборку вошли только китайские авторы.

Мы согласны с идеей Ц. Цянь, что нейросети изменили традиционные методы обучения, предлагая новые возможности, такие как персонализированное обучение и цифровые ресурсы. Однако в этой области исследования находятся на начальном этапе, и необходимы дополнительные работы для повышения педагогического потенциала искусственного интеллекта.

В 2024 году опубликованы 2 обзора по данной теме. Х.Ф.М. Санчес-Хара, С.Г. Гутьеррес, Х.К. Роднесс, Б.С. Сиройид провели систематический обзор литературы, в которой описывается практика применения генеративных нейросетей в музыкальном образовании. Авторы не ограничивали исследование конкретным уровнем образования [46]. Исследователи установили 8 областей применения нейросетей в музыкальном образовании: «виртуальная и дополненная реальность, персонализация обучения, интеллектуальные системы обучения, помощники по композиции, контекстное обучение, системы оценки, интерактивные системы развития слуха и теории музыки, инструменты для музыкального сотрудничества и исполнения» [46]. Мы частично согласны с данным выводом коллег.

В обзоре, сделанном С. Пэн, К. Ратнавелу, исследуется критический взгляд на использование искусственного интеллекта на всех уровнях музыкального образования, включая неформальное и информальное образование [47]. Полученные результаты согласуются с результатами, выявленными этими учеными: нейросети являются полезным инструментом в обучении музыке, они способствуют совершенствованию музыкальных навыков, знаний в области теории и истории музыки, повышению музыкальной грамотности студентов. Мы согласны с мнением С. Пэн, К. Ратнавелу, что несмотря на потенциал искусственного интеллекта, пока недостаточно изучены вопросы, связанные с разработкой учебных программ и стратегий его внедрения [47].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Произведенный систематический обзор литературы по теме использования искусственного интеллекта в профессиональном музыкальном образовании осуществлялся в соответствии с протоколом PRISMA 2020. В исследовании использовались базы данных Web of Science, Scopus, Российский индекс научного цитирования. Конечный объем выборки составил 31 публикацию ($n = 31$). В результате выявлены специфические характеристики исследований применения нейросетей в профессиональном музыкальном образовании. Рост исследовательского интереса к

данной проблематике отмечается с 2022 года, хотя первые работы зафиксированы еще в 2018 году. Выявлена наибольшая активность китайских ученых. Обнаружены диспропорции между теоретическими (19,4%) и эмпирическими (80,6%) работами. Из числа эмпирических работ 84% имеют квазиэкспериментальный дизайн, 16% – экспериментальный дизайн. Установлены 6 ролей использования нейросетей в музыкальном образовании: интеллектуальное обучение (48,6%), автоматизированные системы оценки (20%), смешанное обучение (17,1%), персонализация обучения (8,5%), вспомогательные технологии (2,9%), технологии виртуальной реальности (2,9%). Наиболее продуктивно переносится в сферу искусственного интеллекта методика обучения музыке (61,3%), контроль (54,8%), педагогическое общение с функцией обратной связи (35,5%), оценка (25,8%), содержание образования (19,4%), образовательная среда (16,1%). В качестве эффектов использования нейросетей в музыкальном образовании отмечается повышение уровня качества образования (87%), успеваемости (71%), качества музыкального исполнения в целом (38,7%) либо отдельных исполнительских навыков, например, таких как музыкальная выразительность (19,3%), художественной грамотности (6,4%), вовлеченности в образовательный процесс, мотивации учения студентов (45,2%).

ФИНАНСИРОВАНИЕ

«Исследование выполнено в рамках поддержанного ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина» гранта №3/23.

ЛИТЕРАТУРА

1. Council of Europe Framework Convention on Artificial Intelligence and Human Rights, Democracy and the Rule of Law Vilnius, 5.IX.2024 // Council of Europe Treaty Series. 2024. No. 225. <https://rm.coe.int/1680afae3c>
2. Regulation (Eu) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 // Official Journal of the European Union. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401689
3. AI and education. Guidance for policy-makers. UNESCO. 2021. <https://doi.org/10.54675/PCSP7350>
4. Beijing Consensus on artificial intelligence and education. Outcome document of the International Conference on Artificial Intelligence and Education 'Planning education in the AI era: Lead the leap' 16 – 18 May 2019 Beijing, People's Republic of China. UNESCO, 2019. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/201908/W020190828311234688933.pdf
5. Субботина М.В. Искусственный интеллект и высшее образование – враги или союзники // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Социология. 2024. Т. 24. № 1. С. 176-183.
6. Курбанова З.С., Исмаилова Н.П. Нейросети в контексте цифровизации образования и науки // Мир науки, культуры, образования. 2023. № 3 (100). С. 309-311.
7. Шамсутдинова Т.М. Проблемы и перспективы применения нейронных сетей в сфере образования // Открытое образование. 2022. Т. 26. № 6. С. 4-10.
8. Bedenlier S., Bond M., Buntins K., Zawacki-Richter O., Kerres M. Facilitating student engagement through educational technology in higher education: A systematic review in the field of arts and humanities // Australasian Journal of Educational Technology. 2020. 36(4). 126-150. <https://doi.org/10.14742/ajet.5477>
9. Филатова О.Н., Булаева М.Н., Гушин А.В. Применение нейросетей в профессиональном образовании // Проблемы современного педагогического образования. 2022. № 77-3. С. 243-245.
10. Zawacki-Richter O., Mann V.I., Bond M., Gouverneur F. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education-where are the educators? // International Journal of Educational Technology in Higher Education. 2019. 16(1). Article 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
11. Платов А.В., Гаврилина Ю.И. Искусственный интеллект в образовании: эволюция и барьеры // Научный результат. Педагогика и психология образования. 2024. Т. 10. № 1. С. 26-43. <http://doi.org/10.18413/2313-8971-2024-10-1-0-3>.
12. Chu H.C., Hwang G.H., Tu Y.F., Yang K.H. Roles and research trends of artificial intelligence in higher education: A systematic review of the top 50 most-cited articles // Australasian Journal of Educational Technology. 2022. 38(3). P. 22-42. <https://doi.org/10.14742/ajet.7526>
13. Козлова О.А., Протасова А.А. Использование нейронных сетей в дистанционных образовательных технологиях для идентификации обучающихся // Открытое образование. 2021. Т. 25. № 3. С. 26-35.
14. Fox M., Vaidyanathan G., Breese J.L. The impact of artificial intelligence on musicians // Issues in Information Systems. 2024. Vol 25, Iss 3. Pp. 267-276. https://doi.org/10.48009/3_iis_2024_121
15. Дубровский В.В., Горбик Я.А. Изучение возможностей применения искусственного интеллекта в обучении музыке // Высшее образование сегодня. 2024. № 4. С. 74-79.
16. Алексеева Л.Л., Михайлова А.А., Командышко Е.Ф. Искусственный интеллект и музыкальное

- образование // Вестник Московского государственного университета культуры и искусств. 2024. № 4 (120). С. 112–120. <http://doi.org/10.24412/1997-0803-2024-4120-112-120>
17. Qian C. Research on Human-centered Design in College Music Education to Improve Student Experience of Artificial Intelligencebased Information System // *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*. 2023. Vol. 18. P. 76-93. <https://doi.org/10.3991/ijim.v18i18.50545>
18. Burns A.-M., Traube C. Reports from the field: Learning to play the guitar with the novaxe online learning platform. // *The Oxford Handbook of Social Media and Music Learning*; Waldron, J.L., Horsley, S., Veblen, K.K., Eds.; Oxford University Press: Oxford, UK. 2020. P. 245-263.
19. Wang G. The investigation of artificial intelligence-based applications in music education // *Proceedings of the 2023 International Conference on Machine Learning and Automation*. 2023. <https://10.54254/2755-2721/36/20230448>
20. Dai D.D. Artificial Intelligence Technology Assisted Music Teaching Design // *Scientific Programming*. 2021. Vol. 9. P. 1-10. <https://doi.org/10.1155/2021/9141339>
21. Zhang L. Analysis for Online Music Education Under Internet and Big Data Environment // *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies*. 2023. Vol. 18(2). P. 1-12. <https://doi.org/10.4018/IJWLTT.331398>
22. Wan L. Research on Diversified Teaching Strategies for Music Courses in Colleges and Universities under the Background of Artificial Intelligence. // *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*. 2024. Vol. 9(1). P. 1-17. <https://doi.org/10.2478/amns-2024-0212>
23. Konecki M. Adaptive Drum Kit Learning System: Impact on Students' Learning Outcomes. // *International Journal of Information and Education Technology*. 2023. Vol. 13, No. 10. P. 1534-1540. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2023.13.10.1959>
24. Ji C., Tong M. Research on Innovative Models of Piano Education Driven by Artificial Intelligence // *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*. 2024. Vol. 9(1). <https://doi.org/10.2478/amns-2024-1641>
25. Zhou W., Kim Y. Innovative music education: An empirical assessment of ChatGPT-4's impact on student learning experiences // *Education and Information Technologies*. 2024. 1-27. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12705-z>
26. Agarwal M., Greer R. Spectrogram-Based Deep Learning for Flute Audition Assessment and Intelligent Feedback // *Proceedings of the 2023 IEEE International Symposium on Multimedia (ISM), Laguna Hills, CA, USA, 11-13 December*. 2023. P. 238-242. <https://doi.org/10.1109/ISM59092.2023.00045>
27. Ventura M.D. A Self-adaptive Learning Music Composition Algorithm as Virtual Tutor. // *Artificial Intelligence Applications and Innovations, 18th IFIP WG 12.5 International Conference, AIAI 2022, Hersonissos, Crete, Greece, June 17–20, 2022, Proceedings, Part I*. 2022. Vol. 646. P. 16-26. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08333-4_2
28. Wang X. Design of vocal music teaching system platform for music majors based on artificial intelligence. // *Wireless Communications and Mobile Computing*. 2022. 1. 5503834. <https://doi.org/10.1155/2022/5503834>
29. Giraldo S., Waddell G., Nou-Plana I., Ramirez R. Automatic Assessment of Tone Quality in Violin Music Performance // *Frontiers in Psychology*. 2019. Vol. 10. Art. 334 <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00334>
30. Li N. Generative Adversarial Network for Musical Notation Recognition during Music Teaching // *Scientific Programming*. 2022. P. 1-9. <https://doi.org/10.1155/2022/8724688>
31. Li X. Research on the Path of Integrating Traditional Culture into Music Teaching in Colleges and Universities in the Era of Artificial Intelligence // *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*. 2024. Vol. 9(1). <https://doi.org/10.2478/amns-2024-0868>
32. Zhang W. Exploring the Diverse Practices of Artificial Intelligence in Blended Music Teaching in Colleges and University // *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*. 2024. 9(1). <https://doi.org/10.2478/amns-2024-1501>
33. Chen Y., Sun Y. The Usage of Artificial Intelligence Technology in Music Education System under Deep Learning // *IEEE Access*. 2024. Vol. 1. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3459791>
34. Wei J., Karupiah M., Prathik A. College music education and teaching based on AI techniques. // *Computers and Electrical Engineering*. 2022. 100. 107851. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2022.107851>
35. Yao Y., An X. Digital Technology-Driven Music Teaching Model Innovation and Students' Artistic Literacy Enhancement // *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*. 2024. 9(1). P. 1-24.
36. Dai X. The Path of Cultivating Music Appreciation Ability in Piano Education in Colleges and Universities in the Internet Era // *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*. 2024. Vol. 9(1). <https://doi.org/10.2478/amns-2024-0553>
37. Hou H. Analysis and Innovation of Vocal Music Teaching Quality in Colleges and Universities Based on Artificial Intelligence // *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*. 2024. Vol. 9. P. 1-16. <https://doi.org/10.2478/amns-2024-1843>
38. Burrows J., Kumar V., Kinshuk D.A. Assessing a music student's progress // *In Proceedings of the IEEE 18th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Mumbai, India, 9-13 July 2018*. 2018. P. 202-206. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2018.00055>
39. Zhang X., Yang D. Research on Music Assisted Teaching System Based on Artificial Intelligence Technology // *Journal of Physics: Conference Series*. 2021. 1852(2), 022032. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1852/2/022032>
40. Chen K.Y., Lin Y.C. Automatic assessment of tone quality in violin music performance // *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*. 2019. Vol. 25(5). P. 1050-1061.
41. Jiang N. Construction and analysis of vocal music evaluation system based on BP-RBF-SVM integrated neural network // *Journal of Physics: Conference Series*. 2021. Ser. 1941 012045. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1941/1/012045>
42. Chu X. Construction of artificial intelligence music teaching application model using deep learning // *Mobile Information Systems*. 2022. Vol. 5. P. 3707512. <https://doi.org/10.1155/2022/3707512>

43. Zhang L. Fusion Artificial Intelligence Technology in Music Education Teaching // *Journal of Electrical Systems*. 2024. Vol. 19(4). P. 178-195. <https://doi.org/10.52783/jes.631>
44. Ventura M.D. Exploring the Impact of Artificial Intelligence in Music Education to Enhance the Dyslexic Student's Skills. // *Learning Technology for Education Challenges*; Uden, L., Liberona, D., Sanchez, G., Rodriguez-Gonzalez, S., Eds.; Springer: Cham, Switzerland. 2019. Vol. 1011. P. 14-22.
45. Chen W. Research on the Design of Intelligent Music Teaching System Based on Virtual Reality Technology // *Computational Intelligence and Neuroscience*. 2022. Vol. 2. P. 1-9 <https://doi.org/10.1155/2022/7832306>.
46. Sanchez-Jara J.F.M., Gutierrez S.G., Rodriguez J.C., Syroyid B.S. Artificial Intelligence-Assisted Music Education: A Critical Synthesis of Challenges and Opportunities // *Education Sciences*. 2024. Vol. 14. P. 1171. <https://doi.org/10.3390/educsci14111171>
47. Peng S., Ratnavelu K. Artificial Intelligence-Assisted Music Learning: A Systematic Review of the Risks and Crises of Higher Music Education // *Journal of International Crisis and Risk Communication Research*. 2024. Vol. 7, No. 2. P. 466-476.

REFERENCES

1. Council of Europe Framework Convention on Artificial Intelligence and Human Rights, Democracy and the Rule of Law Vilnius, 5.IX.2024. *Council of Europe Treaty Series*, 2024, no. 225. <https://rm.coe.int/1680afae3c>
2. Regulation (Eu) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 // *Official Journal of the European Union*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401689
3. AI and education. Guidance for policy-makers. UNESCO. 2021. <https://doi.org/10.54675/PCSP7350>
4. Beijing Consensus on artificial intelligence and education. Outcome document of the International Conference on Artificial Intelligence and Education 'Planning education in the AI era: Lead the leap' 16 – 18 May 2019 Beijing, People's Republic of China. UNESCO, 2019. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/201908/W020190828311234688933.pdf
5. Subbotina M.V. Artificial intelligence and higher education – enemies or allies. *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Sociology*, 2024, vol. 24, no. 1, pp. 176-183.
6. Kurbanova Z.S., Ismailova N.P. Neural networks in the context of digitalization of education and science. *World of science, culture, education*, 2023, no. 3 (100), pp. 309-311
7. Shamsutdinova T.M. Problems and prospects of using neural networks in the field of education. *Open education*, 2022, vol. 26, no. 6, pp. 4-10.
8. Bedenlier S., Bond M., Buntins K., Zawacki-Richter O., Kerres M. Facilitating student engagement through educational technology in higher education: A systematic review in the field of arts and humanities. *Australasian Journal of Educational Technology*, 2020, vol. 36(4), pp. 126-150. <https://doi.org/10.14742/ajet.5477>
9. Filatova O.N., Bulaeva M.N., Gushchin A.V. Application of neural networks in professional education. *Problems of modern pedagogical education*, 2022, no. 77-3, vol. 243-245.
10. Zawacki-Richter O., Mann V.I., Bond M., Gouverneur F. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education-where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 2019, vol. 16(1), art. 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
11. Platov A.V., Gavrilina Yu.I. Artificial intelligence in education: evolution and barriers. *Scientific result. Pedagogy and psychology of education*, 2024, vol. 10, no. 1, pp. 26-43. <http://doi.org/10.18413/2313-8971-2024-10-1-0-3>.
12. Chu H.C., Hwang G.H., Tu Y.F., Yang K.H. Roles and research trends of artificial intelligence in higher education: A systematic review of the top 50 most-cited articles. *Australasian Journal of Educational Technology*, 2022, vol. 38(3), pp. 22-42. <https://doi.org/10.14742/ajet.7526>
13. Kozlova O.A., Protasova A.A. Using Neural Networks in Distance Educational Technologies to Identify Learners. *Open Education*, 2021, vol. 25, no. 3, pp. 26-35
14. Fox M., Vaidyanathan G., Breese J.L. The impact of artificial intelligence on musicians. *Issues in Information Systems*, 2024, vol. 25, no. 3, pp. 267-276. https://doi.org/10.48009/3_iis_2024_121
15. Dubrovsky V.V., Gorbik Ya.A. Studying the Possibilities of Using Artificial Intelligence in Teaching Music. *Higher Education Today*, 2024, no. 4, pp. 74-79.
16. Alekseeva L.L., Mikhailova A.A., Komandysheko E.F. Artificial Intelligence and Music Education. *Bulletin of the Moscow State University of Culture and Arts*, 2024, no. 4 (120), pp. 112-120. <http://doi.org/10.24412/1997-0803-2024-4120-112-120>
17. Qian C. Research on Human-centered Design in College Music Education to Improve Student Experience of Artificial Intelligencebased Information System. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 2023, vol. 18, pp. 76-93. <https://doi.org/10.3991/ijim.v18i18.50545>
18. Burns A.-M., Traube C. Reports from the field: Learning to play the guitar with the novax online learning platform. *The Oxford Handbook of Social Media and Music Learning*; Waldron, J.L., Horsley, S., Veblen, K.K., Eds.; Oxford University Press: Oxford, UK. 2020, pp. 245-263.
19. Wang G. The investigation of artificial intelligence-based applications in music education. *Proceedings of the 2023 International Conference on Machine Learning and Automation*, 2023. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/36/20230448>
20. Dai D.D. Artificial Intelligence Technology Assisted Music Teaching Design. *Scientific Programming*, 2021, vol. 9, pp. 1-10. <https://doi.org/10.1155/2021/9141339>
21. Zhang L. Analysis for Online Music Education Under Internet and Big Data Environment. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies*, 2023, vol. 18(2), pp. 1-12. <https://doi.org/10.4018/IJWLTT.331398>

22. Wan L. Research on Diversified Teaching Strategies for Music Courses in Colleges and Universities under the Background of Artificial Intelligence. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 2024, vol. 9(1), pp. 1-17. <https://doi.org/10.2478/amns-2024-0212>
23. Konecki M. Adaptive Drum Kit Learning System: Impact on Students' Learning Outcomes. *International Journal of Information and Education Technology*, 2023, vol. 13, no. 10, pp. 1534-1540. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2023.13.10.1959>
24. Ji C., Tong M. Research on Innovative Models of Piano Education Driven by Artificial Intelligence. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 2024, vol. 9(1). <https://doi.org/10.2478/amns-2024-1641>
25. Zhou W., Kim Y. Innovative music education: An empirical assessment of ChatGPT-4's impact on student learning experiences. *Education and Information Technologies*, 2024, vol. 1-27. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12705-z>
26. Agarwal M., Greer R. Spectrogram-Based Deep Learning for Flute Audition Assessment and Intelligent Feedback. *Proceedings of the 2023 IEEE International Symposium on Multimedia (ISM)*, Laguna Hills, CA, USA, 11-13 December, 2023, pp. 238-242. <https://doi.org/10.1109/ISM59092.2023.00045>
27. Ventura M.D. A Self-adaptive Learning Music Composition Algorithm as Virtual Tutor. *Artificial Intelligence Applications and Innovations, 18th IFIP WG 12.5 International Conference, AIAI 2022, Hersonissos, Crete, Greece, June 17-20, 2022, Proceedings, Part I*. 2022, vol. 646, pp. 16-26. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08333-4_2
28. Wang X. Design of vocal music teaching system platform for music majors based on artificial intelligence. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2022, 1. 5503834. <https://doi.org/10.1155/2022/5503834>
29. Giraldo S., Waddell G., Nou-Plana I., Ramirez R. Automatic Assessment of Tone Quality in Violin Music Performance. *Frontiers in Psychology*, 2019, vol. 10, art. 334. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00334>
30. Li N. Generative Adversarial Network for Musical Notation Recognition during Music Teaching. *Scientific Programming*, 2022, pp. 1-9. <https://doi.org/10.1155/2022/8724688>
31. Li X. Research on the Path of Integrating Traditional Culture into Music Teaching in Colleges and Universities in the Era of Artificial Intelligence. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 2024, vol. 9(1). <https://doi.org/10.2478/amns-2024-0868>
32. Zhang W. Exploring the Diverse Practices of Artificial Intelligence in Blended Music Teaching in Colleges and University. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 2024, vol. 9(1). <https://doi.org/10.2478/amns-2024-1501>
33. Chen Y., Sun Y. The Usage of Artificial Intelligence Technology in Music Education System under Deep Learning. *IEEE Access*, 2024, vol. 1. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3459791>
34. Wei J., Karuppiah M., Prathik A. College music education and teaching based on AI techniques. *Computers and Electrical Engineering*, 2022, vol. 100, pp. 107851. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2022.107851>
35. Yao Y., An X. Digital Technology-Driven Music Teaching Model Innovation and Students' Artistic Literacy Enhancement. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 2024, vol. 9(1), pp. 1-24.
36. Dai X. The Path of Cultivating Music Appreciation Ability in Piano Education in Colleges and Universities in the Internet Era. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 2024, vol. 9(1). <https://doi.org/10.2478/amns-2024-0553>
37. Hou H. Analysis and Innovation of Vocal Music Teaching Quality in Colleges and Universities Based on Artificial Intelligence. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 2024, vol. 9, pp. 1-16. <https://doi.org/10.2478/amns-2024-1843>
38. Burrows J., Kumar V., Kinshuk D.A. Assessing a music student's progress. *Proceedings of the IEEE 18th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, Mumbai, India, 9-13 July 2018, 2018, pp. 202-206. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2018.00055>
39. Zhang X., Yang D. Research on Music Assisted Teaching System Based on Artificial Intelligence Technology. *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, vol. 1852(2), pp. 022032. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1852/2/022032>
40. Chen K.Y., Lin Y.C. Automatic assessment of tone quality in violin music performance. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 2019, vol. 25(5), pp. 1050-1061.
41. Jiang N. Construction and analysis of vocal music evaluation system based on BP-RBF-SVM integrated neural network. *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, ser. 1941, 012045. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1941/1/012045>
42. Chu X. Construction of artificial intelligence music teaching application model using deep learning. *Mobile Information Systems*, 2022, vol. 5, pp. 3707512. <https://doi.org/10.1155/2022/3707512>
43. Zhang L. Fusion Artificial Intelligence Technology in Music Education Teaching. *Journal of Electrical Systems*, 2024, vol. 19(4), pp. 178-195. <https://doi.org/10.52783/jes.631>
44. Ventura M.D. Exploring the Impact of Artificial Intelligence in Music Education to Enhance the Dyslexic Student's Skills. *Learning Technology for Education Challenges*; Uden, L., Liberona, D., Sanchez, G., Rodriguez-Gonzalez, S., Eds.; Springer: Cham, Switzerland, 2019, vol. 1011, pp. 14-22.
45. Chen W. Research on the Design of Intelligent Music Teaching System Based on Virtual Reality Technology. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, vol. 2, pp. 1-9. <https://doi.org/10.1155/2022/7832306>
46. Sanchez-Jara J.F.M., Gutierrez S.G., Rodriguez J.C., Syroyid B.S. Artificial Intelligence-Assisted Music Education: A Critical Synthesis of Challenges and Opportunities. *Education Sciences*, 2024, vol. 14, pp. 1171. <https://doi.org/10.3390/educsci14111171>
47. Peng S., Ratnavelu K. Artificial Intelligence-Assisted Music Learning: A Systematic Review of the Risks and Crises of Higher Music Education. *Journal of International Crisis and Risk Communication Research*, 2024, vol. 7, no. 2, pp. 466-476.

Авторы**Дубровский Владимир Викторович**

(Российская Федерация, г. Елец)

Старший преподаватель кафедры музыкального образования

ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»

E-mail: dubrvl@rambler.ru

ORCID ID: 0000-0001-7670-3691

Ефремова Ирина Викторовна

(Российская Федерация, г. Елец)

Доцент кафедры музыкального образования

ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»

E-mail: efremova751975@mail.ru

ORCID ID: 0000-0001-8929-1059

Пиджоян Лариса Анатольевна

(Российская Федерация, г. Елец)

Доцент кафедры музыкального образования

ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»

E-mail: pidjoyan08@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-4083-6641

Authors**Vladimir V. Dubrovsky**

(Russian Federation, Yelets)

Senior Lecturer, Department of Music Education

Bunin Yelets State University

E-mail: dubrvl@rambler.ru

ORCID ID: 0000-0001-7670-3691

Irina V. Efremova

(Russian Federation, Yelets)

Associate Professor, Department of Music Education

Bunin Yelets State University

E-mail: efremova751975@mail.ru

ORCID ID: 0000-0001-8929-1059

Larisa A. Pidjoyan

(Russian Federation, Yelets)

Associate Professor of the Department of Music Education

Bunin Yelets State University

E-mail: pidjoyan08@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-4083-6641

Вклад авторов**Ефремова И. В.:** концептуализация, проведение исследования, создание черновика рукописи**Пиджоян Л. А.:** концептуализация, проведение исследования, создание рукописи и ее редактирование**Дубровский В. В.:** проведение исследования, формальный анализ**Author's contribution****Vladimir V. Dubrovsky:** Conceptualization, Investigation, Writing - Original Draft**Irina V. Efremova:** Conceptualization, Investigation, Writing - Review & Editing**Larisa A. Pidjoyan:** Investigation, Formal analysis

© Ефремова И. В., Пиджоян Л. А., Дубровский В. В., 2025

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

© Vladimir V. Dubrovsky, Irina V. Efremova, Larisa A. Pidjoyan, 2025

The author's declared no conflicts of interest