



М. В. ПЕРЕВЕРЗЕВА

*Российский государственный социальный университет, г. Москва, Россия
ORCID: 0000-0003-4992-2738, melissasea@mail.ru*

Перспективы применения искусственного интеллекта в музыкальной композиции

В статье выявляется специфика применения искусственного интеллекта (ИИ) в области музыкальной композиции. В результате теоретического анализа алгоритмов работы интеллектуальных систем определён диапазон возможностей таких систем и перспективы их дальнейшего совершенствования. Новизна исследования в сравнении с другими научными статьями по данной тематике состоит в систематизации современных программ, предназначенных для сочинения и импровизации музыки, сравнении алгоритмов действий и определении преимуществ и недостатков искусственного интеллекта как инструмента для сочинения музыки. Усовершенствование алгоритмов работы ИИ в области музыкальной композиции будет определять долгосрочную перспективу его применения и жизнеспособность создаваемых компьютером музыкальных произведений. Как ассистивные системы, компьютерные медиа не заменят человека в творчестве, но встраиваясь в сочинительский процесс, помогут ему реализовать свои художественные замыслы и смелые креативные идеи. По результатам исследования сделан вывод о перспективах использования ИИ в музыкальной композиции, которые состоят не в копировании уже имеющейся музыки разных стилей, а в поиске совершенно новых звучаний, стилей, образов и звуковых эффектов. Несомненным плюсом разработки и применения ИИ в области музыкальной композиции были и остаются множество возможностей: прикоснуться к таинствам музыкально-творческой деятельности, погрузиться в этот увлекательный процесс, творчески самовыразиться, развить и приумножить креативные способности, воплотить средствами музыки оригинальную идею, которая стала бы новым словом в познании мира и человека. Это доступно всем желающим: как профессионалам, так и любителям.

Ключевые слова: искусственный интеллект, музыка, композиция, сочинение, импровизация, алгоритм, программа, творчество.

Для цитирования / For citation: Переверзева М. В. Перспективы применения искусственного интеллекта в музыкальной композиции // Проблемы музыкальной науки / Music Scholarship. 2021. № 1. С. 8–16. DOI: 10.33779/2587-6341.2021.1.008-016.

MARINA V. PEREVERZEVA

*Russian State Social University, Moscow, Russia
ORCID: 0000-0003-4992-2738, melissasea@mail.ru*

The Prospects of Applying Artificial Intelligence in Musical Composition

The article demonstrates the specificity of Artificial Intelligence in musical composition. As a result of theoretical analysis of the work of the algorithms of intellectual systems, the range of the capabilities of such systems and the prospects for their further improvement are determined.



The novelty of the research in comparison with other scholarly articles in this field consists in systematizing present-day programs designed for composing and improvising music, comparing the algorithms of activity and determining the advantages and disadvantages of Artificial Intelligence as an instrument for composing music. The improvement of the algorithms of Artificial Intelligence in the field of musical composition will determine the long-term prospects of its use and the viability of computer-created musical works. But the most important aspect is that computer media, being essentially accessorial systems, will not replace a living human being in creativity, but, embedded in the writing process, will help him realize his artistic plans and heuristic creative ideas. According to the results of the study, the conclusion was arrived at regarding the prospects of using Artificial Intelligence in musical composition, which consists not of copying existent music of different styles, but in the search for entirely new sounds, styles, images and sound effects, as well as discovering new and limitless opportunities for composing music. The undoubted advantage of the development and use of Artificial Intelligence in musical composition has always been and still remains in the opportunity given to everyone, not only professionals, but also amateurs who want to encounter the mystery of musical and artistic activities, to immerse themselves in this fascinating process, to express themselves artistically, to develop and increase their artistic abilities, and to realize their ideas in music, which would become a new message in the knowledge of the world and humanity. This is accessible to all those who wish to partake of this process: both professionals and amateurs.

Keywords: Artificial Intelligence, music, composition, writing, improvisation, algorithm, program, artistry.

Искусственный интеллект (ИИ) сегодня находит применение в процессе цифровой обработки звука и теории познания музыки (осмысление ИИ музыкальных образов и эмоций изучает наука когнитология), сочинения и исполнения музыкальных произведений (в английском языке даже появилась аббревиатура «AIM», обозначающая «Artificial Intellect Music» – «музыку искусственного интеллекта») [8, p. 793]. Для этих целей разработано несколько компьютерных программ, обладающих ИИ для создания музыки путём имитации процессов умственно-творческой деятельности человека. Последовательность этих процессов зафиксирована в алгоритме операций искусственного интеллекта, который и позволяет программе выполнять творческие функции [2]. Преимуществом алгоритмов работы современных интеллектуальных систем является способность ИИ учиться на основе загруженной информации, которая

получила название «технологии компьютерного сопровождения» [6, p. 73].

Искусственный интеллект сегодня владеет «технологией интерактивной композиции», когда компьютер сочиняет пьесу в ответ на живое исполнение музыки человеком [1]. Компьютерные программы-плееры последнего поколения позволяют создавать партитуры интерактивным методом при частичном участии композитора или исполнителя. Алгоритмы работы мультимедийных интеллектуальных систем включают принципы организации временных и высотных объектов (звуки, компьютерная графика, анимация, видео), их количественных соотношений и интерактивных взаимодействий. Такая иерархия даёт возможность управлять временем появления объектов и их количеством. Иерархия, таким образом, лежит в основе алгоритма обработки данных, загружаемых в любые программы. При этом она всегда присутствовала во всех видах и стилях музыки, ведь в произведениях

иерархии подвергаются все средства выразительности. Технология интерактивного исполнения произведения во взаимодействии программы и музыканта была разработана для совершенствования исполнительского искусства человека. Однако наибольший интерес представляют алгоритмы и языки программирования, позволяющие ИИ полностью создавать музыку: от выбора звукового материала до полного оформления всей композиции.

Разработанная в Принстонском университете и презентованная в 2002 году программа «ЧаК» («ChucK») представляет собой текстовый кроссплатформенный язык, который позволяет в реальном времени импровизировать, сочинять, исполнять и анализировать музыку. Программа работает на платформе Стэнфордского и Принстонского «оркестров ноутбуков» с их базами данных. «ЧаК» – один из языков программирования, предназначенный для написания музыки, синтеза звука в реальном времени и организации взаимодействия различных музыкальных параметров на основе принципа интерпретации.

Созданная в 2016 году в Люксембурге программа «AIVA» («The Artificial Intelligence Virtual Artist») готовит саундтреки для любых масс-медиа в разных стилях и эмоциональных оттенках. Стили обозначены, как «современная музыка для кино», «электронная», «поп-музыка», «эмбиент» (электронная музыка, основанная на модуляциях звукового тембра и характеризуемая атмосферным, обволакивающим звучанием), «рок-музыка», «фэнтези», «джаз», «шанти» (песни британских моряков), «музыка кино XX века», «танго» и «китайская». Алгоритмы «AIVA» основаны на архитектуре глубокого самообучения ИИ. Программа «AIVA» использовалась для создания рок-композиции под названием

«На краю», а также песни «Болезненная любовь» при участии поп-певицы Тэрин Сазерн во время её работы над альбомом 2018 года «Я – искусственный интеллект». Однако изначально программа разрабатывалась для генерирования музыки классико-романтической традиции, и многие треки «AIVA», например, Симфоническая фантазия ля минор op. 21 «Генезис», сегодня входят в плей-листы слушателей, как образцы академической музыки.

Симфоническая фантазия по стилю близка музыке конца XVIII – начала XIX века. Стилиевые элементы, характерные для Гайдна, Моцарта, Бетховена, Шуберта, переплетаются друг с другом так, что их невозможно дифференцировать. Основная тема построена традиционно в форме периода, за ней следует связующий раздел, сменяемый темой побочной партии, завершает экспозицию сонатной формы, как полагается, заключительная партия. Разработка строится на материале в его «рыхлом» изложении с членениями тематизма, секвенцированием, варьированием. Однако обращает на себя внимание то, что разработка выглядит несколько хаотичной, похожей на поток материала вне логики его следования и без какой-либо направленности в развитии: неясно, какие новые качества приобретает музыкальный образ, и непонятно, к чему ведёт его разработка. Поэтому и реприза воспринимается как простое повторение, а не качественное изменение материала. Музыкальный образ как будто не развивался, время словно остановилось, а музыка не вышла за пределы созерцания некоего сочетания звуков. Симфонической фантазии не хватает не только направленности развития, осмысленности образа, но и индивидуальности и характерности самих музыкальных интонаций, а также стилиевой оригинальности, которой обладают произведения талантливых композиторов.

Благодаря данной композиции «AIVA» была признана «виртуальным композитором», чьи произведения зарегистрированы в Международном обществе авторских прав «SACEM». «AIVA» способна сочинять эмоциональные саундтреки для кинофильмов, видеоигр, рекламных роликов и любого другого типа развлекательного контента. «AIVA» изучила искусство сочинения музыки, «прочитав» большую коллекцию музыкальных партитур, написанных композиторами (Моцартом, Бетховеном, Бахом и др.), и создала математическую модель представления того, что такое музыка. Именно эта модель и используется для сочинения современной музыки.

Автоматический музыкальный генератор «Морфеус» («Morpheus») – разработка Лондонского университета имени королевы Марии, проведённая при финансовой поддержке фонда М. Кюри (Евросоюз) (2017). Данная интеллектуальная система основана на технологии оптимизации и алгоритме поиска переменных в датасете (подбора наилучшего варианта из возможных), применяемых для создания новых пьес в заданной тональности, размере и инструментовке путём преобразования исходных образцов. Создатели подчёркивают, что ИИ самостоятельно создаёт музыку с определённой структурой и окрашенную эмоциями [7]. Технология оптимизации позволяет интегрировать процессы отбора тематического материала и принципов композиции из «образцовых» пьес, чтобы сгенерировать логически выстроенную структуру с повторением и развитием тем, как в традиционной музыке. Пьесы, сочинённые генератором «Морфеус», исполнялись на концертах в Стэнфорде и Лондоне.

Программа «Попган» («Popgun», букв. «пугач»), представленная в Австралии в январе 2017 года, использует алгоритм

глубокого обучения ИИ через платформу под названием «Элис» («Alice») для сопровождения, дополнения или импровизации музыкальных композиций в реальном времени. Целью инженеров-программистов было создание программы, которая бы сотрудничала с авторами, а не заменяла человеческие способности. «Элис» работает следующим образом:

- определяет стилевые особенности музыки, которую играет музыкант;
- сопровождает музыканта, когда он играет;
- пытается импровизировать на том материале, что играет музыкант.

Используя алгоритм глубокого обучения, нейронные сети анализируют тысячи песен, различающихся по стилям и жанрам. Этот метод обучения позволяет сетям интерпретировать стиль данной музыкальной композиции и «подыгрывать» исполнителю по принципу подобия или по образцу в качестве дополнения или завершения мелодии, которую играет пользователь (музыкант, композитор, любитель).

Искусственный интеллект «Элис» способен предсказать то, что музыкант исполнит в ближайшие минуты, подыграть ему и предложить вариант музыкальной темы. Глубокое обучение навыкам прогнозирования происходило так: музыкант играл короткие мелодические фразы на фортепиано, а «Элис» незначительно меняла последовательность нот, сохраняя интонационный осто́в темы. Алгоритм предположения позволяет версии программы 2020 года создавать фортепианные пьесы в различных стилях без участия человека на основе варьированного повторения услышанных мелодий.

В настоящее время большинство версий «Попгана» включает электронную клавиатуру, с помощью которой пользователь играет сам и выбирает тип аранжи-

ровки или аккордового сопровождения. Программа сама анализирует стиль игры, определяет тональность и ритмические особенности, а также подбирает аккорды в реальном времени непосредственно во время игры пользователя. Компания-разработчик предполагает, что в будущем ИИ будет участвовать в совместном с живыми музыкантами сочинительском процессе, «подсказывать» наиболее выразительные интонационные и ритмические варианты музыкальных фраз (в соответствии с выбранным стилем). Также ИИ сможет научить людей играть на разных инструментах быстрее, чем это сегодня возможно в классе педагога школы или колледжа, не говоря уже о расширении арсенала музыкальных средств за счёт изобретения необычных звуков.

Другое направление развития ИИ в области музыкальной композиции представляет основанная на облачной системе, управляемая интеллектуальная платформа музыкальной композиции под названием «Ампер» («Amper», 2017). Данная система генерирует уникальные музыкальные пьесы на основе выбранных пользователем параметров настроения (характера звучания, эмоции), стиля и продолжительности. После выбора этих параметров пользователь может внести дополнительные изменения до завершения создания композиции. Платформа основана на данных из библиотеки музыкальных образцов.

И людям без музыкальной подготовки, и профессионалам «Ампер» предоставляет возможность быстро сочинить оригинальную музыку. Во-первых, благодаря алгоритму ИИ обучается на материале данных из большой коллекции образцов музыкальных произведений широкого жанрово-стилевого спектра. Во-вторых, алгоритм способен идентифицировать ключевые параметры каждой

музыкальной композиции и предсказать характер звучания, который пользователь предполагает создать. Авторы программы – голливудский кинокомпозитор Дрю Сильверстайн, Сэм Эстес и Майкл Хобе утверждают, что «Ампер» благодаря функции сотрудничества с живыми музыкантами развивает и усиливает их способности к сочинению музыки [4]. Кардинальное отличие программы «Ампер» от музыкальных генераторов прошлого поколения состоит в том, что результаты работы ИИ «Ампер» не требовали серьёзной переделки человеком: программа полностью создаёт песню самостоятельно, причём за несколько секунд, – подбирает звуки мелодии к тексту в соответствии с его ритмической структурой, аккордовую последовательность и инструментовку.

«Amper Music» – одновременно композитор, исполнитель и продюсер музыки искусственного интеллекта, который позволяет мгновенно создавать и озвучивать оригинальную музыку, не требуя какой-либо музыкальной подготовки. По сути, это первая технология создания музыки ИИ, представленная на мировом рынке. После официального запуска платформы «Ампер» компании «Associated Press» и «Hearst Television» начали использовать её для создания музыкального контента для своих программ и репортажей. «Ампер» позволяет создателям медиаконтента в СМИ упростить свой рабочий процесс и избежать временных и бюджетных затрат, связанных с авторской музыкой. Видится перспектива широкого использования данной платформы в средствах массовой информации (радио и телевидение), киноиндустрии, видеоиграх, рекламе, театральном искусстве. Музыка, созданная с помощью ИИ «Ампер», получает международную, бесплатную и бессрочную лицензию на её использование, избегая многочисленных



юридических и финансовых проблем, связанных с авторским правом. Кроме того, «Ампер» также является учебно-познавательной программой, выступая в роли творческого партнёра артистов, музыкантов и композиторов, которые могут сотрудничать с ИИ в процессе создания собственной музыки.

Один из самых последних и не менее крупных и перспективных научно-исследовательских проектов под названием «Потоковые машины» («Flow Machines») завершился созданием платформы «Flow Machines Composer» (2016). Она включает комплекс сложных алгоритмов и базу данных объёмом в 15000 песен, которые на сей раз анализируются с точки зрения закономерностей развития материала и даже эмоциональной окраски звучания музыки.

«Flow Machines Composer» способна самостоятельно сочинить оригинальную песню в заданном стиле, исполненную с определённым чувством. Алгоритм программы осуществляет выборку песен в соответствии с заданным стилем, аналитическая модель идентифицирует типовые черты стиля, а генератор имитирует и изменяет их на основе цепи Маркова, запуская механизм создания собственной композиции. Та же аналитическая модель вычисляет вероятность тех или иных аккордовых последовательностей и подбирает оптимальные на основе цепи Маркова. Подобное происходит и с остальными параметрами: мелодическим и ритмическим рисунком, динамикой и инструментовкой. Прогресс ИИ данной системы состоит в том, что человек может как зафиксировать понравившийся вариант любого фрагмента композиции, так и запустить новую генерацию музыки. Принцип случайной выборки, который давно нашёл применение в алеаторной, стохастической и

алгоритмической музыкальной композиции (Кейдж, Штокхаузен, Ксенакис, Булез), лёг в основу сингла «Машина отца» (2016), сгенерированного ИИ на базе мелодий группы «The Beatles».

Что лежит в основе алгоритма создания музыки? Общий принцип работы искусственной нейронной сети заключается в том, что она осваивает и анализирует огромное количество музыкальных произведений, входящих в базу данных, и создаёт нечто подобное по аналогии и в результате анализа, сравнения и отбора. В основе большинства алгоритмов «музыки искусственного интеллекта» лежат автокодировщики и генеративно-состязательные математические и программные модели, построенные по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма.

Так, автокодировщик представляет сложный набор данных в «упрощённом» виде, а затем из этой «схемы» снова воссоздаёт исходные данные. Таков алгоритм генерирования музыкальной композиции ИИ на основе анализа образцов из базы данных. По сути, человек творит подобным образом: сначала изучает и осваивает музыку в её историческом и теоретическом аспектах, анализирует средства музыкальной выразительности, а затем из отдельных элементов создаёт новое произведение. Генеративно-состязательная нейросеть работает в два этапа: сначала первая модель нейронной сети – генератор – создаёт из имеющихся данных музыкальный материал, например, последовательность звуков или длительностей, а затем вторая модель – дискриминатор – сравнивает этот материал, пытаясь отличить музыкальный образец или эталон (реальное произведение из базы данных) от созданной генератором. Возникает ситуация глубокого обучения

ИИ, когда две модели, соревнуясь друг с другом, совершенствуют генерируемый материал и обучают друг друга созданию примеров, максимально близких подлинным музыкальным произведениям.

Качество полученного материала определяется объективно путём так называемого «музыкального теста Тьюринга», предложенного английским математиком и логиком ещё в середине XX века [10]. Это опрос слушателей, которым предлагается определить, какая музыка принадлежит реальному композитору, а какая – искусственному интеллекту. Таким образом был протестирован алгоритм «DeepBach», который генерирует музыку в стиле Баха. Из полутора тысяч респондентов, включая профессионалов и любителей музыки, подавляющее большинство с трудом могли отличить баховские хоралы от созданных ИИ. Однако в целом музыка искусственного интеллекта не достигает уровня произведений искусства в первую очередь из-за своих невысоких художественно-эстетических качеств, которые оцениваются субъективно, с учётом музыкального опыта и вкуса. Музыкальный критик Саймон Рейнолдс отмечал, что «музыка субъективна, в ней есть душа, которой не будет хватать искусственному интеллекту» [6, p. 129]. Кроме того, машина не способна создать новый стиль, жанр и технику композиции – это прерогатива человека. Возможно, пока.

Существуют и чисто технические недостатки, например, отсутствие в песенных формах (казалось бы, таких простых и понятных) повторяющихся структур (мелодических фраз или ритмических фигур, припевов и т. д.) и принципа периодичности. Нелогичными кажутся последовательности интонаций, не образующих типичных формул (скачок и постепенное заполнение, волнообразное движение мелодической линии) или за-

поминающихся мотивов. Скорость генерации музыки также пока ещё невысока: анализ и комбинация элементов музыкальной композиции в некоторых программах занимают несколько часов.

В 2016 году креативная группа компании «Google DeepMind» осуществила примечательную разработку «AlphaGo». Это самообучающаяся на образцах классической музыки модель, которая создаёт новые пьесы в классическом стиле, звучащие довольно музыкально (по мнению участников пресс-конференции, устроенной компанией). Другая команда программистов «Google» усовершенствовала интеллектуальную систему «Маджента», к которой имеют свободный доступ пользователи интернета. Она способна импровизировать и генерировать новую музыку на основе входных данных, которые получает от пользователя.

Программа «FlowComposer», совершенствуемая в данный момент в Парижской лаборатории компании «Sony», возглавляемой Франсуа Паше, позволяет создать эстрадные песни в стиле того или иного композитора или исполнителя. В 2018 году Паше в сотрудничестве с композитором Б. Карре создали трек, написанный ИИ в стиле группы «The Beatles». Этот трек продемонстрировали публике, которая была убеждена, что данная песня, созданная «битлами», по какой-то причине не звучала в период существования группы. Удачей разработчиков стал алгоритм действия ИИ на основе марковских цепей. Они описывают систему с точки зрения её состояний в прошлом, в текущий момент и вероятностей изменения состояний в будущем на основе анализа состояний в прошлом.

В области применения ИИ в музыкальном искусстве проделана значительная работа, результатом которой стало расширение возможностей и композиторов,



и исполнителей, и слушателей. Используя сложные вычисления, выполняемые компьютерами, можно создать иллюзию звука, летящего через космос – такую идею в своё время, задолго до развития современных компьютерных технологий, высказывал американский композитор начала XX века Эдгар Варез; композиторы начала XXI пользуются компьютерными программами для тестирования или озвучивания «воображаемой музыки» [9].

Использование ИИ в области музыкальной композиции выходит за рамки рекомендаций для пользователей и открывает перспективы развития сферы широкодоступного, демократичного и персонифицированного музыкального творчества как профессионалов, так и любителей. В разработке платформ с ИИ, призванных помочь автоматизировать процесс сочинения музыки, наблюдается тенденция целенаправленного развития алгоритма сотрудничества ИИ с естественным интеллектом и в связи с этим расширения возможностей человека в области музыкальной композиции [5].

Большой проблемой для ИИ было и остаётся понимание творческих и художественных решений, которые, порой, вызывают споры и трудности даже у специалистов в области культуры и искусства. Искусственный интеллект лишён вдохновения, являющегося необходимой составляющей подлинного искусства, и по-прежнему не способен воплотить оригинальную художественную концепцию [3]. Однако он определённо изменит процесс музыкально-творческой деятельности человека в будущем.

Программы по сочинению музыки становятся всё сложнее и изощрённее, поэтому композиторы всё больше доверяют ИИ созданию музыкальных произведений. Думается, перспектива использования ИИ в музыкальной композиции заключается всё же не в копировании уже имеющейся музыки разных стилей, а в поиске совершенно новых звучаний, стилей, образов и звуковых эффектов, а также открытию новых и безграничных возможностей для сочинения музыки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудряшёв А. Ф., Елхова О. И. Процесс творчества с искусственным интеллектом // Вестник Башкирского университета. 2016. № 4. С. 1124–1129.
2. Пушкарёв А. В. Творчество и искусственный интеллект: постановка проблемы // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2014. № 12 (1). С. 93–96.
3. Bostrom N., Yudkowsky E. The Ethics of Artificial Intelligence // The Cambridge Handbook of Artificial Intelligence. Ed. by K. Frankish, and W. Ramsey. Cambridge: Cambridge University Press, 2014, pp. 316–334.
4. Dannenberg R. Artificial Intelligence, Machine Learning, and Music Understanding // Proceedings of the 2000 Brazilian Symposium on Computer Music. Curitiba, 2000, pp. 11–20.
5. Dobrian C. Music and Artificial Intelligence. 1993.
URL: <https://music.arts.uci.edu/dobrian/CD.music.ai.htm> (18.10.2020).
6. Herremans D., Chuan C.-H., Chew E. A Functional Taxonomy of Music Generation Systems // ACM Computing Surveys. 2017. No. 50, pp. 69–130.
7. Herremans D., Chew E. MorpheuS: Automatic Music Generation with Recurrent Pattern Constraints and Tension Profiles // Proceedings of IEEE Transactions on Affective Computing. Singapore, 2016, pp. 16–20.

8. Pereverzeva M. V., Anchutina N. V., Ivanova E. Y., Kruglova M. G., Orekhova O. G. Specificity of Using Computer Technologies for Creation of Musical Compositions // *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*. 2020. No. 12 (3 Special Issue), pp. 792–797.
9. Toro M., Desainte-Catherine M., Rueda C. Formal Semantics for Interactive Music Scores: A Framework to Design, Specify Properties and Execute Interactive Scenarios // *Journal of Mathematics and Music*. 2014. No. 8, pp. 93–112.
10. Turing A. Computing Machinery and Intelligence // *Mind*. 1950. No. 236, pp. 433–460.

Об авторе:

Переверзева Марина Викторовна, доктор искусствоведения, доцент факультета искусств, Российский государственный социальный университет (129226, г. Москва, Россия), **ORCID: 0000-0003-4992-2738**, melissasea@mail.ru

REFERENCES

1. Kudryashev A. F., Elkhova O. I. Protsess tvorchestva s iskusstvennym intellektom [The Process of Creativity by Means of Artificial Intelligence]. *Vestnik Bashkirskogo universiteta* [Bulletin of Bashkir University]. 2016. No. 4, pp. 1124–1129.
2. Pushkarev A. V. Tvorchestvo i iskusstvennyy intellekt: postanovka problemy [Creativity and Artificial Intelligence: Setting the Issue]. *Gumanitarnye, sotsial'no-ekonomicheskie i obshchestvennyye nauki* [Humanities, Socio-Economic and Social Sciences]. 2014. No. 12 (1), pp. 93–96.
3. Bostrom N., Yudkowsky E. The Ethics of Artificial Intelligence. *The Cambridge Handbook of Artificial Intelligence*. Ed. K. Frankish, and W. Ramsey. Cambridge: Cambridge University Press, 2014, pp. 316–334.
4. Dannenberg R. Artificial Intelligence, Machine Learning, and Music Understanding. *Proceedings of the 2000 Brazilian Symposium on Computer Music*. Curitiba, 2000, pp. 11–20.
5. Dobrian C. *Music and Artificial Intelligence*. 1993.
URL: <https://music.arts.uci.edu/dobrian/CD.music.ai.htm> (18.10.2020).
6. Herremans D., Chuan C.-H., Chew E. A Functional Taxonomy of Music Generation Systems. *ACM Computing Surveys*. 2017. No. 50, pp. 69–130.
7. Herremans D., Chew E. MorpheuS: Automatic Music Generation with Recurrent Pattern Constraints and Tension Profiles. *Proceedings of IEEE Transactions on Affective Computing*. Singapore, 2016, pp. 16–20.
8. Pereverzeva M. V., Anchutina N. V., Ivanova E. Y., Kruglova M. G., Orekhova O. G. Specificity of Using Computer Technologies for Creation of Musical Compositions. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*. 2020. No. 12 (3 Special Issue), pp. 792–797.
9. Toro M., Desainte-Catherine M., Rueda C. Formal Semantics for Interactive Music Scores: A Framework to Design, Specify Properties and Execute Interactive Scenarios. *Journal of Mathematics and Music*. 2014. No. 8, pp. 93–112.
10. Turing A. Computing Machinery and Intelligence. *Mind*. 1950. No. 236, pp. 433–460.

About the author:

Marina V. Pereverzeva, Dr.Sci. (Arts), Associate Professor at the Art Department, Russian State Social University (129226, Moscow, Russia), **ORCID: 0000-0003-4992-2738**, melissasea@mail.ru