



Check for updates

Цифровизация образования:
проблемы и перспективы

УДК 780.653; 372.87

<https://www.doi.org/10.33910/3034-4255-2024-1-3-243-251>

Электронные музыкальные инструменты в современной культуре и в художественном образовании

Н. Н. Петрова✉

Аннотация. В статье рассматривается развитие исполнительства на электронных музыкальных инструментах с различными типами миди-контроллеров в современном социокультурном пространстве и в художественном образовании. Отмечается актуальность и востребованность электронного музыкального исполнительства в различных формах любительского музицирования и традиционной концертной презентации, а также в саунд-дизайне различных социокультурных проектов, создании иммерсивного звукового ландшафта в театральном пространстве. Автором позиционируется профессиональное исполнительство на электронных музыкальных инструментах разного типа синтеза, в том числе с технологией физического моделирования звука, как возможное высокохудожественное и высокотехнологичное творчество цифровых музыкантов, способное вызывать глубокую эмоциональную рефлексию в разных социальных стратах. В этой связи автором рассматриваются вопросы целесообразности интеграции электронного музыкального исполнительства в современное художественное образование на всех этапах образовательной лестницы.

На примере исполнительства на электронных музыкальных инструментах с кнопочно-клавишными миди-контроллерами вертикального типа расположения показана возможность преемственности между акустическим и цифровым исполнительством как в области методического и методологического обеспечения образовательного процесса в обучении игре на инструментах, так и в учебно-концертном репертуаре для цифровых музыкантов.

Ключевые слова: электронные музыкальные инструменты, миди-контроллеры, синтезатор, физическое моделирование звука, цифровой музыкант, цифровой баян/аккордеон, саунд-дизайн, иммерсивное звуковое пространство, современное музыкальное образование

Electronic musical instruments in modern culture and arts education

N. N. Petrova✉

Abstract. The article deals with the development of performance skills for electronic musical instruments with different types of MIDI controllers in the context of modern socio-cultural space and arts education. The author describes the relevance of and demand for various forms of electronic music performance: amateur music-making, traditional concert performance, the sound design of various socio-cultural projects, and the creation of immersive soundscapes in theatrical productions. The author views professional performance on electronic musical instruments of different types of synthesis — including physical modeling technology — as a high-tech work of digital musicianship that potentially has a high artistic value and is capable of evoking deep emotional response across diverse social groups. In this regard, the author considers the feasibility of integrating electronic music performance into modern arts education at all levels. Using the example of playing electronic musical instruments with vertical-type button-key MIDI controllers, the author shows the possible continuity between acoustic and digital music performance. This continuity is explored both in terms of methodological support of the educational process (specifically, in terms of teaching to play instruments) and in terms of the educational and concert repertoire for digital musicians.

Keywords: electronic musical instruments, MIDI controllers, synthesizer, physical modeling of sound, digital musician, digital accordion, sound design, immersive soundscape, modern music education

Исполнительство на электронных музыкальных инструментах (ЭМИ) стало неотъемлемой частью современной музыкальной культуры. Интерес к исполнительству на электрофонах¹ в XXI веке стал ярко выраженным трендом в разных жанрах инструментального любительского и профессионального исполнительства. Независимо от мнения отдельных членов компетентного профессионального сообщества акустических музыкантов, выступающих, зачастую, с субъективной точкой зрения на электронное направление музыкального творчества, в частности, в вопросе использования ЭМИ в учебном процессе на всех ступенях образовательной лестницы (от детских музыкальных школ и школ искусств (ДМШ/ДШИ) до средних профессиональных образовательных учреждений (СПО) и вуза), экспансия ЭМИ в музыкальное пространство современной культуры (Тимофеев 2018) продолжается, рынок производства и потребления товаров музыкальной электронной индустрии неуклонно расширяется и пользуется социальным спросом².

Одними из немаловажных факторов, влияющих на предпочтение электронного музыкального инструментария акустическому, на наш взгляд, являются, в том числе, факторы социально-экономического характера: малогабаритность жилья, плохая звукоизоляция в квартирах, проблемы с частой и высокобюджетной настройкой акустических инструментов³, зависящих от климатических условий содержания, а в некоторых регионах страны наблюдается полное отсутствие специалистов по настройке и обслуживанию тех или иных акустических музыкальных инструментов.

При этом несомненными плюсами исполнительства на ЭМИ выступают такие характеристики, как:

- **компактность** и **мобильность** инструментария⁴;
- **вес ЭМИ значительно легче, чем у их акустических прототипов, что является релевантным в учебном процессе и концертном исполнительстве** в тех инструментальных направлениях творчества, где тяжелый инструмент приходится поддерживать во время игры⁵;
- **возможность использовать головные телефоны** (наушники) **во время занятий, не мешая⁶ окружающим своим музицированием** на инструменте в любое время дня и ночи⁷;
- электронные **инструменты** с равномерным темперированным строем **не требуют дополнительной специальной настройки**, сохраняя заданный производителем строй годами, независимо от климатических условий окружающей среды;
- ЭМИ **можно подстроить** с помощью функции **tuning под любой музыкальный инструмент, играя в ансамбле**, тогда как акустические темперированные инструменты могут быть настроены по-разному между собой⁸ (Ревенга 2019).

На фоне широко распространенного исполнительства на электронных музыкальных инструментах с миди-контроллерами⁹ клавишного

⁴ В малогабаритной квартире музыкальный инструмент, например, цифровое фортепиано, можно убрать в шкаф и т. д., поставив его вертикально на бок, или взять с собой на концерт на любую концертную площадку, в том числе для концертов на улицах города, на природе, где нет акустического рояля/фортепиано или акустический инструмент плохого качества, при этом исполнительство на ЭМИ возможно даже без наличия доступных линий электросетей, т. к. многие ЭМИ могут работать на батарейках или аккумуляторах, что, в зависимости от модели ЭМИ и мощности батареек, позволяет эксплуатировать инструмент до 5–8 часов непрерывной работы.

⁵ Например, если инструмент стоит и на ногах и фиксируется на плечах исполнителя, с необходимостью постоянного управления мехом, как у баянистов и т. д.

⁶ При работе музыканта в наушниках, в зависимости от вида ЭМИ, будут слышны только стук пальцев музыканта по клавишам, либо движение медиатора/смычка или пальцев по струнам инструмента, либо удары палочек по ударной миди-установке и т. д., при этом сам музыкант продолжает играть с полным динамическим и эмоциональным накалом.

⁷ Именно эта особенность «бесшумного» для окружающих использования ЭМИ в домашнем музицировании часто является релевантной в вопросе выбора настройки инструментов в 438, 442 Гц и др., поэтому ансамбли между такими инструментами невозможны ввиду фальшивого звучания.

⁸ Несмотря на то что принятым международным стандартом эталонной настройки ноты ля первой октавы является частота 440 Гц, встречаются настройки инструментов в 438, 442 Гц и др., поэтому ансамбли между такими инструментами невозможны ввиду фальшивого звучания.

⁹ Миди-контроллер — устройство, преобразующее определённый физический процесс в набор цифровых команд

¹ Электрофоны — класс музыкальных инструментов в органологической системе Хорнбостеля — Закса, в которых для генерации, обработки и воспроизведения звука используются электрические (например, звукоусилитель) или электронные (например, генератор звуковых частот) устройства. (Хорнбостель, Закс 1987)

² Практика показывает, что зачастую в домашнем музицировании учениками, например, фортепианных отделений ДМШ/ДШИ используются не традиционные акустические инструменты, а именно электронные: цифровые клавишные синтезаторы или цифровые фортепиано.

³ Зачастую, даже в учреждениях среднего и высшего профессионального музыкального образования студенты и преподаватели вынуждены заниматься на некачественных (расстроенных) по звуку инструментах, ввиду отсутствия должного обслуживания из-за недостаточного финансирования.

типа горизонтального расположения (рояльные) все большую популярность в социокультурном пространстве приобретает электронное исполнительство на:

- *цифровых органах*, которые можно встретить теперь не только в концертных залах, но и приобретать в личное пользование и ставить, как фортепиано, в обычные квартиры, а также перевозить инструмент на разные концертные площадки¹⁰;
- *миди-ударных установках*;
- *цифровых духовых инструментах*;
- *цифровых гитарах*;
- *электродомрах, электробалалайках, электрогитарах* с встроенными электронными аудиопроцессорами,
- *инструментах с кнопочными и клавишными миди-контроллерами вертикального типа расположения*.

Вопрос о возможной повсеместной¹¹ интеграции электронного музыкального исполнительства в учебном процессе на всех ступенях отечественного музыкального образования (Глубоченко 2019; Горбунова 2017; Горбунова, Петрова 2019b; Григорьева 2017; Концепция развития дополнительного образования... 2022; Красильников 2002; 2007; 2008), ибо «инновация мыслится не как разрыв с прошлым, но как добавление нового звена к классической цепи, качественно меняющее ее подобно тому, как новое здание меняет архитектурный ансамбль» (Тимофеев 2018, 136), предлагаем рассмотреть на примере исполнительства на цифровых «гармониках¹²» с технологией физического модели-

рования звука¹³ (Особенности физического моделирования... 2024; Петрова 2021).

К понятийному аппарату «электронные гармоники¹⁴» (Бойков 2024) или «цифровые гармоники», а также «миди-гармоники» мы относим любые типы ЭМИ, независимо от принципа генерации и синтеза электронного звука, конструктивно (полностью или частично) напоминающие конструкции традиционных акустических баянов, аккордеонов, гармоней. К таким конструкциям можно отнести:

- ЭМИ первой волны баянного электронного исполнительства, такие как «Клавин», «Топаз» (в том числе его безмеховую версию), «Орион», «Эстрадин» и др.;
- самодельные конструкции инженеров-радиолюбителей¹⁵;
- гибридные ЭМИ, представляющие собой акустические (язычковые) инструменты, модернизированные миди-системами¹⁶;
- полностью цифровые (безязычковые) модели¹⁷;
- кнопочные (по типу баянной клавиатуры) миди-контроллеры горизонтального или вертикального типа¹⁸.

Итак, интеграция нового типа цифрового музыкального исполнительства в образовательное пространство современного музыкального образования, рассматриваемого нами, в том числе с позиции преемственности традиций акустического исполнительства на «русском народном» инструментарии и развития его (исполнительства) на новом высокотехнологическом и образовательном уровне, основана на поиске факторов, объединяющих в единую систему исполнительских координат эти противоположные

формата MIDI. Полученный поток команд передается посредством протокола MIDI другим устройствам — компьютеру, аппаратным семплерам, синтезаторам или внешним секвенсорам и расшифровывается там определенным образом.

¹⁰ Например, в Белгородской филармонии есть культурно-просветительский проект Тимура Халиуллина «Передвижные органные концерты».

¹¹ На сегодняшний день массового обучения исполнительству на ЭМИ в России нет. Локальное преподавание инновационного исполнительства ведется энтузиастами в основном в рамках предметов «родственный инструмент», «предмет по выбору» в некоторых ДШИ, СПО и вузах, чьи администрации дают «зеленый свет» развитию музыкально-компьютерных технологий в соответствии с требованием к реализации современных образовательных программ и веянием времени.

¹² Гармоники — общее название для различных видов музыкальных инструментов, источником звука в которых являются свободно проскакивающие в проемах голосовых планок язычки, приводимые в колебание потоком воздуха. Н. Н. Петровой рассматриваются корреляционные связи с ручной ветвью меховых гармоник по типу баяна, аккордеона, гармони. Цифровые инструменты с миди-контроллерами вертикального типа расположения, из-за их визуального сходства с традиционными акустическими ручными гармониками, в социуме часто называют «цифровыми гармониками».

¹³ Физическое моделирование звука — совокупность методов синтеза звука, в которых форма волны генерируемого звука вычисляется при помощи математической модели, состоящей из набора уравнений и алгоритмов для симуляции физического источника звука, обычно музыкального инструмента.

¹⁴ В XX веке конструкции электронных баянов имели другой принцип генерации звука, в отличие от современных инструментов с цифровыми элементами.

¹⁵ Электронный баян русского инженера (самоиграющая конструкция: инженер программирует сначала компьютер, затем демонстрирует инструмент, отдаленно напоминающий гармонику, разводит мех, а кнопки инструмента самостоятельно «играют»)

¹⁶ Концертный многотембровый готово-выборный баян «Юпитер» с встроенной русской миди-системой (концертная демонстрация и обзор возможностей инструмента от В. Бутусова)

¹⁷ Например, цифровой V-accordion от фирмы Roland.

¹⁸ Например, «Баянола», представляющие из себя только кнопочную 3-рядную MIDI-клавиатуру вертикального или горизонтального типа использования (без меха), digital Flex Accordion.

(акустическое и электронное) по природе звукопорождения виды исполнительства.

На основе опыта классификации новых инструментальных техник (Хруст 2017) нами проведен анализ конструктивных, технических и звуковыразительных особенностей «баянных» аэрофонов и электрофонов (Петрова 2021), что позволило объединить акустическое и электронное исполнительство в единую многомерную целостность «баянной культуры» (Буданова 2015) «по критерию внешнего конструктивно-го сходства инструментария и идентичности способов воздействия на инструментальный» в процессе исполнительства (Петрова 2021, 76). Доказано, что по существенным для исполнительства параметрам акустический и электронный инструменты имеют схожие технические и исполнительские характеристики. Компаративный анализ конструкций акустических и электронных моделей инструментов также показал *эргономическое* (удобство эксплуатации конструкции инструмента) и *органолептическое сходство* (ощущения осязательные, слуховые, кинестетические) акустического и электронного исполнительства (Петрова 2021, 81–82), что позволило показать возможность экстраполяции и преемственности накопленных традиций отечественной акустической исполнительской школы игры на акустических гармониках на электронное исполнительство, рассматривая электронное музицирование на гармониках как

- синергетический эффект современного баянно/аккордеонно/гармонного исполнительства, т. е. во взаимодействии акустического и электронного исполнительства и как
- отдельное инновационное инструментальное направление в социокультурной деятельности и в современном музыкальном образовательном процессе (Петрова 2021, 129).

В настоящее время в широкой концертной практике применяются либо полностью цифровые (безязычковые) ЭМИ конструкции, например, цифровые кнопочные и клавишные V-accordion Roland, либо гибридные модели акустических инструментов (язычковых), модернизированных миди-системами¹⁹ с датчиками для всех клавиш и кнопками для взаимодействия с электронными звуками.

Рассмотрим оба варианта инструментов — гибридную и цифровую модель гармоник. Гибридная, модернизированная миди-системой

акустическая гармоника по своим приемам звукоизвлечения и управления меховедением остается привычным в обращении инструментом, в котором пользователь по своему усмотрению может применять и изменять наряду с родным тембром гармоник большое количество добавленных тембров, изначально несвойственных семантическому полю «русского народного инструмента», с возможностью переключения тембров исполнителем во время игры. Этот факт перехода от изначальной монотембровости к политембральности инструмента можно сравнить, например, с первоначальным наличием у художника, пишущего картины, только простого карандаша, которым он виртуозно пользуется, рисуя картины в бело-серо-черной гамме цветов, а затем у художника вдруг появляется большое количество разных красок, и такое изобилие цветового спектра с непривычки может своим количеством и яркостью даже напугать творца, задача которого теперь научиться грамотно пользоваться богатой разноцветной палитрой в своем творчестве.

Полностью цифровая модель гармоник может существенно отличаться от гибридной модели, и прежде всего в меховедении. Замечательная, на наш взгляд, функциональная опция цифрового инструмента — это реле натяжения мехов²⁰. При желании цифровой музыкант может установить реле натяжения мехов в позицию, при котором меховедение будет таким же частым, как и при игре на акустическом инструменте, сохраняя на цифровом инструменте некую аутентичность баянного/аккордеонного традиционного исполнительства, или установить реле натяжения мехов в позицию, когда движение меха будет происходить с необходимой цифровому музыканту динамикой, но будет совершенно минимальным, что позволит музыканту экономить свои физические силы во время долгого репетиционного процесса или концертного выступления на сцене, являясь по сути **здоровьесберегающей технологией**, применение которой было бы очень востребованным среди баянистов/аккордеонистов/гармонистов, особенно на начальном этапе становления юных музыкантов (Артамонов, Петрова 2017; Петрова 2013).

Разнообразный модельный ряд (от маленьких до больших) как цифровых, так и гибридных моделей гармоник позволяет открывать классы электронного исполнительства на гармониках как в ДМШ/ДШИ, так и в СПО и в вузах.

¹⁹ Концертный многотембровый готово-выборный баян «Юпитер» с встроенной русской миди-системой

²⁰ Такая опция есть в инструментах серии V-accordion Roland.

Заимствование многих аспектов методики и методологических подходов в обучении игре на инструменте, а также учебно-концертного репертуара из акустической школы игры на баяне/аккордеоне/гармони вполне возможно, однако необходимо учитывать электронную природу цифровых гармоник, а также специфику звукоизвлечения имитируемых оркестровых тембров, что, возможно, потребует знакомства с дополнительной литературой.

К сожалению, опыт интеграции исполнительства на цифровых гармониках в отечественном художественном образовании пока остается незначительным. Есть лишь отдельные локальные примеры открытия классов цифрового баяна/аккордеона в некоторых учреждениях начального музыкального звена, а также СПО и вузов. Инертность педагогического сообщества, на наш взгляд, обусловлена рядом причин как экономического характера (отсутствие бюджетных средств для приобретения подобного класса цифровых инструментов или модернизации акустических), так и

- отсутствием опыта работы с электронным инструментарием;
- отсутствием опыта применения музыкально-компьютерных технологий;
- необходимостью создавать учебный и концертный репертуар для цифровых инструментов;
- необходимостью делать авторские аранжировки и переложения для электронного инструментария с учетом функциональных возможностей ЭМИ;
- необходимостью быть в постоянном когнитивно-креативном поиске, выстраивая желаемую архитектуру звукового поля ЭМИ, отражающего семантическое пространство композиций, применяя технологии художественной обработки звука как на самом ЭМИ, так и с помощью дополнительного программного обеспечения.

Все выше перечисленное требует формирования и воспитания нового типа творчески инициативных исполнителей, «в гораздо большей степени обращающих внимание на тембровую составляющую, которая станет одной из важнейших в его интерпретаторской деятельности» (Тимофеев 2018, 135).

Именно такое политембральное²¹ высокопрофессиональное и высокохудожественное исполнительство цифровых музыкантов, сумевших реализовать в своем творчестве весь бога-

тый художественный потенциал цифровых гармоник, всегда вызывает сильную эмоциональную реакцию²² на чудо-инструмент и восторг от услышанного, в том числе у профессиональных акустических баянистов/аккордеонистов/гармонистов, с традиционными вопросами: что это было? как вы это делаете? и т. д.

Здесь имеется в виду перцептивная реакция исполнительства на ЭМИ с технологией физического моделирования звука, посредством которого музыкантом используется весь динамический спектр (от *ppp* до *fff*), как и на акустическом инструменте (Петрова 2019). Именно многофункциональность и тембральная многоликость цифрового инструментария позволяют использовать ЭМИ в любых формах концертной и социокультурной презентации, как на традиционных концертах, так и в музыкальном оформлении театральных постановок, музейно-выставочных инсталляций, исторических реконструкций и т. д.

Отметим, что концертное исполнительство на ЭМИ и музыкальная иллюстрация, например, в театральной постановке — это два совершенно разных жанра концертной презентации ЭМИ с абсолютно разной логикой²³ развития подчас одного и того же музыкального материала. Музыкальная иллюстрация в театре — это часто фоновая (закадровая, как в киноленте), музыкальная «тень» актера-чтеца, создающая особый иммерсивный звуковой ландшафт постановки, переносящая зрителя в другую временную эпоху, место и время происходящего в спектакле события, помогающая раскрыть определенные звуковые характеристики-лейтмотивы героев пьесы или «рисующая» для зрителя в зале недостающие в театральной постановке декорации и реквизиты (например, шум воды в ручье, звон колокола, пение жаворонка и т. д.). И такое иммерсивное политембральное звуковое полотно в сценографии спектакля, создающее яркую синестезийную иллюзию (Динов 2016) у зрителя, музыкант может создать, только играя на ЭМИ, т. к. акустический инструмент всегда будет ограничен рамками одного тембра, не всегда отражающего нужное семантическое наполнение спектакля (Давиденкова-Хмара 2018).

²² Нередко после театральных постановок студии «Знаки сезонников» (г. Тверь, реж. А. Зинатулин) с участием цифрового музыканта Н. Петровой, где в ее авторских аранжировках на V-accordion Roland FR -3xb звучали музыкальные иллюстрации к спектаклям и создавалось звуковое иммерсивное полотно театральной пьесы, зрители подходили со слезами на глазах, рассказывая о пережитых ими чувствах.

²³ Тембральная, динамическая и темпоральная логика музыкального сопровождения может изменяться исполнителем в зависимости от контекста литературного материала.

²¹ С использованием тембров, несвойственных гармоникам (тембры духовых, ударных, струнных и т. д.).

Вышеописанное иммерсивное исполнительство возможно только на ЭМИ с технологией физического моделирования звука, которая позволяет цифровому музыканту получать столь же разнообразную динамическую палитру, воздействуя на любую фазу звука, словно он играет не на цифровом, а на акустическом инструменте.

К сожалению, несмотря на тот факт, что электронное исполнительство на баяне начало свой путь развития еще в 1965 году²⁴, данный вид музыкального исполнительства до сих пор продолжает оставаться малоизученной областью научного знания²⁵ (Петрова 2021).

Проведенный нами анализ использования ЭМИ в социокультурном пространстве и современном музыкальном образовании показывает, что исполнительство на ЭМИ является очень актуальной формой выражения музыкальной мысли современности с ее формирующейся «новой концепцией звукового пространства», в котором «синтезатор размывает устойчивые звуковые модели и расширяет звуковое пространство практически до бесконечности» (Тимофеев 2018, 131).

²⁴ Первый электронный баян появился в нашей стране благодаря известному баянисту Анатолию Беяеву в 1965 г. Услышав электроорган во время зарубежных гастролей, А. Беяев загорелся идеей соединить естественные тембры баяна с возможностями электрооргана. Именно А. Беяев стал пионером электронного баянного исполнительства

²⁵ Первым исследованием, в котором был проведен анализ исполнительства на цифровом баяне, была диссертация Н. Н. Петровой на тему «Исполнительство на цифровом баяне как социокультурный феномен в России: традиции и современность»

Экспансия ЭМИ в музыкальное пространство современной культуры обусловлена как социально-экономическими факторами, так и желанием многих исполнителей выйти из ограниченных звуковых рамок монотембрального инструментария. Однако музыканты-новаторы в поисках новых смысловых граней в своем творчестве, на наш взгляд, должны помнить, что «технологии могут стать как эффективным инструментом для творчества, так и инструментом поглощения, даже уничтожения культурного наследия прошлого» (Тимофеев 2018, 138), поэтому в современном музыкальном образовании важно прививать молодому поколению музыкантов культуру высокохудожественного инструментального исполнительства с неизбежным курсом на сближение с музыкально-компьютерными технологиями (Горбунова 2017; Горбунова, Петрова 2019а) в соответствии с веянием времени.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии потенциального или явного конфликта интересов.

Conflict of Interest

The author declares that there is no conflict of interest, either existing or potential.

Финансирование

Исследование не имело финансовой поддержки.

Funding

The study did not receive any external funding.

Литература

- Артамонов, Ю. Л., Петрова, Н. Н. (2017) Цифровой баян/аккордеон в современном учебном процессе. В кн.: *Электронные музыкальные инструменты. Теория и практика исполнительского мастерства*. СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, с. 139–144.
- Бойков, А. А. (2024) Анализ электронных музыкальных ручных гармоник, производимых в СССР. *Музыка и Электроника*, № 2, с. 15–24.
- Буданова, Т. А. (2015) Современная баянная культура: трансформация образа инструмента в историко-культурном контексте. В кн.: *Русские народные музыкальные инструменты в современной культуре России: Труды Санкт-Петербургского государственного института культуры. Т. 207*. СПб.: Первый ИПХ, с. 81–89.
- Глубоченко, В. М. (2019) Цифровой баян в современном культурно-образовательном пространстве. В кн.: *Матэрыялы навукавай канферэнцыі прафесарска-выкладчыцкага складу Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта культуры і мастацтваў*. Минск: Изд-во БГУКИ, с. 50–54.
- Горбунова, И. Б. (2017) Электронные музыкальные инструменты: к проблеме становления исполнительского мастерства. В кн.: *Музыкально-компьютерные технологии. Проблемы музыкального образования и воспитания с применением электронного музыкального инструментария: Вып. II*. СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, с. 233–243.
- Горбунова, И. Б., Петрова, Н. Н. (2019а) Музыкально-компьютерные технологии и трансформация социокультурной парадигмы исполнительства на музыкальных инструментах (цифровой баян). *Общество. Среда. Развитие*, № 3 (52), с. 59–68.

- Горбунова, И. Б., Петрова, Н. Н. (2019b) Цифровой инструментарий в системе современного музыкально-художественного образования. *Мир науки, культуры, образования*, № 6 (79), с. 367–370.
- Григорьева, И. Л. (2017) Программа обучения детей игре на цифровом клавишном аккордеоне в учреждении дополнительного образования. В кн.: *Материалы XV международной научно-практической конференции: Современное музыкальное образование–2016*. СПб.: Сатори, с. 441–444.
- Давиденкова-Хмара, Е. Ш. (2018) Тембр и его значение в практике музыкальной звукорежиссуры. В кн.: *Материалы XVI международной научно-практической конференции: Современное музыкальное образование–2017*. СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, с. 140–144.
- Динов, В. Г. (2016) *Звуковая картина. Записки о звукорежиссуре*. 4-е изд. СПб.: Лань; Планета музыки, 488с.
- Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 г. № 678-р. (2022) [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/3flgkklAJ2ENBbCFVEkA3cT0siypicBo.pdf> (дата обращения 15.10.2024).
- Красильников, И. М. (2002) *Примерные программы по учебным дисциплинам «клавишный синтезатор», «ансамбль клавишных синтезаторов», «студия компьютерной музыки» для детских музыкальных школ, музыкальных отделений школ искусств*. М.: Министерство культуры Российской Федерации. Научно-методический центр по художественному образованию, 55 с.
- Красильников, И. М. (2007) *Электронное музыкальное творчество в системе художественного образования*. Дубна: Феникс+, 496 с.
- Красильников, И. М. (2008) *Методика музыкального обучения на основе цифрового инструментария (с поурочной разработкой)*. М.: Институт новых технологий, 212 с.
- Особенности физического моделирования. (2024) *Love-piano.ru*. [Электронный ресурс]. URL: <https://love-piano.ru/blog/osobennosti-fizicheskogo-modelirovaniya/> (дата обращения 15.10.2024).
- Петрова, Н. Н. (2013) Цифровой баян: новые возможности на основе старых традиций. В кн.: *Инновационные формы преподавания в ДШИ и ДМШ*. М.: Международный центр «Искусство и образование», с. 53–55.
- Петрова, Н. Н. (2019) Цифровой баян как средство создания иммерсивной звуковой среды в театральном пространстве. *ЭНЖ «Медиамузыка»*, № 10. [Электронный ресурс]. URL: http://mediamusic-journal.com/Issues/10_5.html (дата обращения 15.10.2024).
- Петрова, Н. Н. (2021) *Исполнительство на цифровом баяне как социокультурный феномен в России: традиции и современность. Диссертация на соискание степени кандидата искусствоведения*. СПб., РГПУ им. А. И. Герцена, 214 с.
- Ревенга, Е. (2019) Стандарты настройки: 432 Гц против 440 Гц. *Samesound*. [Электронный ресурс]. URL: <https://samesound.ru/write/116025-432hz-vs-440hz> (дата обращения 15.10.2024).
- Тимофеев, А. А. (2018) Синтезатор — инструмент новой эпохи? *Вестник Академии Русского балета им. А. Я. Вагановой*, № 2 (55), с. 130–140.
- Хорнбостель, Э. М., Закс, К. (1987) Систематика музыкальных инструментов. В кн.: *Народные музыкальные инструменты и инструментальная музыка: Сборник статей и материалов в 2-х ч. Ч. 1*. М.: Советский композитор, с. 229–261.
- Хруст, Н. Ю. (2017) *Новые инструментальные техники: опыт классификации. Автореферат диссертации на соискание степени кандидата искусствоведения*. М., МКГ им. П. И. Чайковского, 29 с.

References

- Artamonov, Yu. L., Petrova, N. N. (2017) Tsifrovoy bayan/akkordeon v sovremennom uchebnom protsesse [The digital bayan/accordion in the modern learning process]. In: *Elektronnye muzykal'nye instrumenty. Teoriya i praktika ispolnitel'skogo masterstva [Electronic musical instruments. Theory and practice of performing skills]*. Saint Petersburg: Herzen State Pedagogical University of Russia Publ., pp. 139–144. (In Russian)
- Bojkov, A. A. (2024) Analiz ehlektronnykh muzykal'nykh ruchnykh garmonik, proizvodimykh v SSSR [Analysis of electronic hand-held musical harmonicas produced in the USSR]. *Muzyka i Ehlektronika*, no. 2, pp. 15–24. (In Russian)
- Budanova, T. A. (2015) Sovremennaya bayannaya kul'tura: transformatsiya obraza instrumenta v istoriko-kul'turnom kontekste [Modern bayan culture: transformation of the instrument's image in the historical and cultural context]. In: *Russkie narodnye muzykal'nye instrumenty v sovremennoj kul'ture Rossii: Trudy Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo instituta kul'tury. T. 207 [Russian folk musical instruments in the modern culture of Russia: Proceedings of the St. Petersburg State Institute of Culture. Vol. 207]*. Saint Petersburg: "Pervyj IPKH" Publ., pp. 81–89. (In Russian)
- Glubochenko, V. M. (2019) Tsifrovoy bayan v sovremennom kul'turno-obrazovatel'nom prostranstve [Digital bayan in the contemporary cultural and educational space.] In: *Matehryyaly navukovaj kanferencyi prafesarskavykladchyskaga skladu Belaruskaga dzyarzhaj'naga jniversitehta kul'tury i mastactva j [Proceedings of the academic conference of the faculty of the Belarusian State University of Culture and Arts]*. Minsk: Belarusian State University of Culture and Arts Publ., pp. 50–54.

- Gorbunova, I. B. (2017) Elektronnye muzykal'nye instrumenty: k probleme stanovleniya ispolnitel'skogo masterstva [Electronic musical instruments: toward the problem of becoming a performer.] In: *Muzykal'no-komp'yuternye tekhnologii. Problemy muzykal'nogo obrazovaniya i vospitaniya s primeneniem elektronnoho muzykal'nogo instrumentariya*. Vyp. 2 [Music and computer technologies. Problems of musical education and upbringing with the use of electronic musical instrumentation. Iss. 2]. Saint Petersburg: Herzen State Pedagogical University of Russia Publ., pp. 233–243. (In Russian)
- Gorbunova, I. B., Petrova, N. N. (2019a) Muzykal'no-komp'yuternye tekhnologii i transformatsiya sotsiokul'turnoj paradigmy ispolnitel'stva na muzykal'nykh instrumentakh (tsifrovoy bayan) [Music-computer technologies and the transformation of the sociocultural paradigm of performing on musical instruments (digital bayan)]. *Obshchestvo. Sreda. Razvitie — Society. Environment. Development*, no. 3 (52), pp. 59–68. (In Russian)
- Gorbunova, I. B., Petrova, N. N. (2019b) Tsifrovoy instrumentarij v sisteme sovremennogo muzykal'no-khudozhestvennogo obrazovaniya [Digital tools in the system of modern music and art education]. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya — The World of Science, Culture, Education*, no. 6 (79), pp. 367–370. (In Russian)
- Grigor'eva, I. L. (2017) Programma obucheniya detej igre na tsifrovom klavishnom akkordeone v uchrezhdenii dopolnitel'nogo obrazovaniya [The program of teaching children to play the digital keyboard accordion in the institution of additional education]. In: *Materialy XV mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii: Sovremennoe muzykal'noe obrazovanie–2016* [Proceedings of XV International Scientific and Practical Conference: Modern Music Education–2016]. Saint Petersburg: Satori Publ., pp. 441–444. (In Russian)
- Davidenkova-Khmara, E. Sh. (2018) Tembr i ego znachenie v praktike muzykal'noj zvukorezhissury [Timbre and its importance in the practice of musical sound engineering]. In: *Materialy XVI mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii: Sovremennoe muzykal'noe obrazovanie–2017* [Proceedings of the XVI International Scientific and Practical Conference: Modern Music Education–2017]. Saint Petersburg: Herzen State Pedagogical University of Russia Publ., pp. 140–144. (In Russian)
- Dinov, V. G. (2016) Zvukovaya kartina. Zapiski o zvukorezhissure [Sound Painting. Notes on sound engineering]. 4th ed. Saint Petersburg: Lan' Publ.; Planeta muzyki Publ., 488 p. (In Russian)
- Khornbostel', E. M., Zaks, K. (1987) Sistematika muzykal'nykh instrumentov [Systematics of musical instruments]. In: *Narodnye muzykal'nye instrumenty i instrumental'naya muzyka: Sbornik statej i materialov v 2-kh chastyakh. Ch.1* [Folk musical instruments and instrumental music: Collection of articles and materials: In 2 parts. Pt. 1]. Moscow: Sovetskij kompozitor Publ., pp. 229–261. (In Russian)
- Khrust, N. Yu. (2017) Novye instrumental'nye tekhniki: opyt klassifikatsii [New instrumental techniques: A classification experience]. Abstract PhD dissertation (Cultural theory and history). Moscow, Moscow State Conservatory, 29 p. (In Russian)
- Kontseptsiya razvitiya dopolnitel'nogo obrazovaniya detej do 2030 goda. Utverzhdena rasporyazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federatsii ot 31 marta 2022 g. № 678-r [Concept of development of additional education of children until 2030. Approved by Order of the Government of the Russian Federation No. 678-r of March 31, 2022]. (2022) [Online]. Available at: <http://static.government.ru/media/files/3f1gkklAJ2ENBbCFVEkA3cTOsiypicBo.pdf> (accessed 15.10.2024). (In Russian)
- Krasilnikov, I. M. (2002) Primernye programmy po uchebnym distsiplinam “klavishnyj sintezator”, “ansambl' klavishnykh sintezatorov”, “studiya komp'yuternoj muzyki” dlya detskikh muzykal'nykh shkol, muzykal'nykh otdelenij shkol iskusstv [Sample programs for educational disciplines “keyboard synthesizer”, “keyboard synthesizer ensemble”, “computer music studio” for children's music schools, music departments of art schools]. Moscow: Ministry of Culture of the Russian Federation. Scientific and Methodological Center for Art Education Publ., 55 p. (In Russian)
- Krasilnikov, I. M. (2007) Elektronnoe muzykal'noe tvorchestvo v sisteme khudozhestvennogo obrazovaniya [Electronic music creativity in the system of art education]. Dubna: Phoenix+ Publ., 496 p. (In Russian)
- Krasilnikov, I. M. (2008) Metodika muzykal'nogo obucheniya na osnove tsifrovogo instrumentariya (s pourochnoj razrabotkoj) [Methodology of music teaching on the basis of digital instrumentation (with lesson-by-lesson development)]. Moscow: Institute of New Technologies Publ., 212 p. (In Russian)
- Osobennosti fizicheskogo modelirovaniya [Features of physical modeling]. (2024) Love-piano.ru. [Online]. Available at: <https://love-piano.ru/blog/osobennosti-fizicheskogo-modelirovaniya/> (accessed 15.10.2024). (In Russian)
- Petrova, N. N. (2013) Tsifrovoy bayan: novye vozmozhnosti na osnove starykh traditsij [Digital bayan: New possibilities on the basis of old traditions]. In: *Innovatsionnye formy prepodavaniya v DShI i DMSH* [Innovative forms of training at the Children's and Youth Music Schools]. Moscow: International Center “Art and Education” Publ., pp. 53–55. (In Russian)
- Petrova, N. N. (2019) Tsifrovoy bayan kak sredstvo sozdaniya immersivnoj zvukovoj sredy v teatral'nom prostranstve [Digital accordion as a means of creating an immersive audio environment in theater space]. *Elektronnyj nauchnyj zhurnal “Mediamuzyka” — Electronic Scientific Magazine “Mediamusic”*, no. 10. [Online]. Available at: http://mediamusic-journal.com/Issues/10_5.html (accessed 15.10.2024). (In Russian)
- Petrova, N. N. (2021) Ispolnitel'stvo na tsifrovom bayane kak sotsiokul'turnyj fenomen v Rossii: traditsii i sovremennost' [Performing on the digital bayan as a socio-cultural phenomenon in Russia: Traditions and modernity]. PhD dissertation (Cultural theory and history). Saint Petersburg, Herzen State Pedagogical University of Russia, 214 p. (In Russian)

- Revenge, E. (2019) Standarty nastrojki: 432 Gts protiv 440 Gts [Standard settings: 432 Hz vs 440 GHz]. *Samesound*. [Online]. Available at: <https://samesound.ru/write/116025-432hz-vs-440hz> (accessed 15.10.2024). (In Russian)
- Timofeev, A. A. (2018) Sintezator — instrument novoj epokhi? [Synthesizer — the instrument of the new era?]. *Vestnik Akademii Russkogo baleta im. A. Ya. Vaganovoj* — *Bulletin of Vaganova Ballet Academy*, no. 2 (55), pp. 130–140. (In Russian)

Сведения об авторе

ПЕТРОВА Наталья Николаевна — *Natalia N. Petrova*

Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия.

Herzen State Pedagogical University of Russia, Saint Petersburg, Russia.

SPIN-код: 9096-2070, ORCID: 0000-0001-7230-0326, e-mail: petrus.petrova@yandex.ru

Кандидат искусствоведения, старший научный сотрудник научно-методической лаборатории «Музыкально-компьютерные технологии».