



Check for updates

Цифровизация образования:
проблемы и перспективы

УДК 371.3

<https://www.doi.org/10.33910/3034-4255-2024-1-3-229-242>

Музыкально-компьютерные технологии как средство формирования информационной образовательной среды школы

И. Б. Горбунова✉

Аннотация. Статья посвящена проблемам развития высокотехнологичной инновационной образовательной среды и ее новым качествам, которые могут быть привнесены с использованием современных музыкально-компьютерных технологий (МКТ).

Прорывные образовательные технологии все более интегрируются в систему традиционного образования, создавая необходимые условия для развития творческих способностей учащихся. Главное богатство страны — это люди, поэтому самой важной задачей школы является воспитание гражданина. Воспитание эстетически и духовно наполненного отношения к действительности новыми средствами — задача, которая может быть решена с участием МКТ. Музыка, являясь основой духовной связи между поколениями, способна поднять самосознание народа, целостность восприятия мира и знание истории, объединять народы нашей страны. Сегодня это возможно благодаря образовательному контенту, созданному на многовековых классических принципах отечественного музыкального образования с использованием современных МКТ. Автор акцентирует внимание на научных исследованиях МКТ, определяемых синергетическим и трансдисциплинарным подходами к изучению музыкальных явлений в условиях информационной образовательной среды школы XXI века.

В статье также освещается опыт разработки российского электронного музыкального синтезатора (РЭМС), который является элементом высокотехнологичной образовательной среды современной школы и многогранным средством обучения. РЭМС может способствовать приобщению каждого ребенка к многонациональным истокам российской культуры и дальнейшему развитию музыкальной культуры нашей страны.

Ключевые слова: музыкально-компьютерные технологии (МКТ), информационная образовательная среда школы, трансдисциплинарность, синергетический подход, музыкальное образование, научно-методическая лаборатория «Музыкально-компьютерные технологии» Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена.

Music computer technologies as a means to develop the information learning environment of the school

I. B. Gorbunova✉

Abstract. The article is devoted to the development of a high-tech innovative learning environment and focuses on its new qualities that can be introduced using music computer technologies (MCTs) available today.

Breakthrough educational technologies are increasingly integrated into the traditional education system, creating the necessary conditions for the development of students' creative abilities. People are the main asset of a country, so the most important task of the school is to educate a good citizen. Using new means to foster an aesthetically and spiritually meaningful attitude to reality is a task that can be solved with the MCTs. Music, being the basis of the spiritual connection between generations, is able to raise the self-awareness of the nation, the integrity of the perception of the world, and the knowledge of history. It is also able to unite various peoples of Russia. Today, this is possible thanks to the educational content created using modern MCTs combined with the centuries-old classical principles of Russian music education. The author focuses on MCT researches that employ the

synergetic and transdisciplinary approaches to the study of musical phenomena in the conditions of the information learning environment of the 21st-century school.

The article also presents the experience of developing a Russian electronic music synthesizer (REMS), a multifaceted learning tool which is an element of the high-tech educational environment of the modern school. The REMS can help introduce every child to the multinational origins of Russian culture and further the development of Russia's musical culture.

Keywords: music computer technologies (MCTs), information learning environment of the school, transdisciplinarity, synergetic approach, music education, Music Computer Technologies Research and Methodology Laboratory, Herzen State Pedagogical University of Russia

Введение

Современная информационная образовательная среда, модернизация российского образования, изменяющиеся требования к профессиональной деятельности педагога диктуют необходимость разработки постоянно обновляющегося специального методического обеспечения, учитывающего профессиональные и личностные особенности педагогов и их учеников, условия работы в различных учреждениях образования, а также возможность непрерывного обновления образовательного контента в соответствии с изменяющимися требованиями участниками образовательного процесса.

Российские ученые отмечают возросшую потребность педагогов в непрерывном образовании (Тряпицына, Писарева, Примчук 2022), при котором неформальное и информальное образование становятся равноправными участниками процесса обучения. К понятию «образование длиною в жизнь» добавляется выражение «образование шириною в жизнь», смысловая акцентуация направленности которого связана также и с разнообразием его форм: формальное, неформальное и информальное. Реализуемая в нашей стране система непрерывного профессионального образования и созданные для этого системы дистанционного образования *способствуют развитию информационной образовательной среды школы.*

Основным направлением образовательной политики России в данном направлении становится идея превращения российского образования в важнейший фактор обеспечения конкурентоспособности России в XXI веке. Данное направление политики нашло отражение в федеральных программах, таких, как: Национальная доктрина образования в Российской Федерации до 2025 года (Национальная доктрина образования... 2024), Национальный проект «Образование», срок реализации которого продлен до 2030 года в соответствии с Указом Президента Российской Федерации № 474 (Указ Президента РФ «О национальных целях

развития Российской Федерации на период до 2030 года» 2020).

Образовательный потенциал информационной образовательной среды обеспечивает возможность ее использования как постоянно изменяемого и пополняемого информационного и коммуникационного ресурса, создающего новые возможности взаимодействия. Продуктивное функционирование ИОС предполагает высокий уровень владения средствами информационно-коммуникационных технологий. Основной целью ее внедрения является совершенствование образовательного процесса и его результатов, предусматривающих в том числе различные формы персонификации процесса обучения, которая позволяет выстраивать индивидуальный образовательный маршрут и ориентирована на удовлетворение профессиональных потребностей. Содержательные и глубокие исследования в области персонифицированного обучения проведены российскими учеными (Писарева, Тряпицына 2023). При этом отмечается, что индивидуальная траектория может быть соотнесена с аудиторным занятием и самостоятельной работой при использовании средств информационно-коммуникационных технологий, возможности реализации индивидуальных образовательных маршрутов при решении конкретных образовательных профессионально-ориентированных задач, использовании метода проектов, кейс-стади и др.

В «Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года» (Концепция развития дополнительного образования... 2022) ИОС представлена как совокупность информационных и образовательных решений, способствующих созданию условий успешной реализации целей интеллектуального, духовно-нравственного, творческого, физического и профессионального развития человека, удовлетворения его образовательных потребностей и интересов.

В настоящее время ИОС трактуется как «открытая педагогическая система, сформированная на основе разнообразных информационных образовательных ресурсов, современных

информационных и телекоммуникационных средств, педагогических технологий, направленных на формирование творческой, социально активной личности, а также компетентность участников образовательного процесса в решении учебно-познавательных и профессиональных задач с применением информационно-коммуникационных технологий» (Примерная основная образовательная программа основного общего образования 2022). При этом отмечается, что ИОС в обобщенном виде представляет различные виды информационных систем, обеспечивающих реализацию процесса обучения с помощью соответствующих информационно-коммуникационных технологий, и рассматривается как созданная субъектами образовательного процесса совокупность информационных, методических и технических ресурсов, способствующих достижению целей обучения и воспитания, в том числе и самообразования.

Качество ИОС определяется качеством содержания самой среды, качеством социальных отношений в ней и качеством интегративных связей между предметными и социальными компонентами среды (Павлова 2023).

Использование средств ИОС в школе позволяет расширять профессиональное взаимодействие участников образовательного процесса с высокой степенью интерактивности, повышает уровень и качество профессиональных компетенций педагога через введение в содержание профессиональной деятельности интерактивных форм, инновационных методов, технологий, при создании творческих проектов, в процессе построения профессионального взаимодействия в ИОС. Опираясь на приобретенные компетенции в области информационных технологий, педагог готов создавать инновационный и социально востребованный образовательный «продукт» — инновационные программы, учебно-методические комплексы и новые образовательные программы, сопровождаемые различными видами и формами дистанционной поддержки; разрабатывать мультимедийные дидактические средства, видеоматериалы, творческие проекты; готов к организации профессиональной деятельности в ИОС.

Музыкально-компьютерные технологии как феномен новой высокотехнологичной творческой образовательной среды

Появление и развитие на рубеже XX–XXI столетий музыкально-компьютерных технологий (далее — МКТ), электронных музыкальных

инструментов способствовало созданию и развитию нового направления в музыкальном творчестве и педагогике музыкального образования. МКТ, обладающие широким спектром возможностей, значительно меняют структуру и содержание традиционного музыкального образования, открывают неограниченные возможности в творчестве, музыкальном развитии и воспитании детей. Информационная подготовка, включающая в себя владение средствами МКТ, становится одной из базовых основ профессиональной компетентности педагога-музыканта и проявляется при решении им всё большего количества профессиональных задач.

Отметим, что сегодня для современного образовательного учреждения, педагогического университета крайне важной является опора на включение в образовательный процесс инновационных, прорывных технологий образования, которые соответствуют времени и повышают тем самым эффективность учебного процесса. Сотрудниками научно-методической лаборатории «Музыкально-компьютерные технологии» РГПУ им. А. И. Герцена — разработчика ряда уникальных, перспективных направлений на стыке культуры, искусства, компьютерных наук и информационных технологий — разработаны и внедрены в образовательный процесс новые подходы к организации учебного процесса и ведению занятий с существенной опорой на цифровые образовательные ресурсы и высокотехнологичную ИОС. Одним из таких достижений является разработка концепции «Музыкально-компьютерные технологии в Школе цифрового века», которая реализуется по следующим основным направлениям:

- МКТ в профессиональном музыкальном образовании (как средство для расширения творческих возможностей),
- МКТ в системе общего и дополнительного образования (как одно из средств обучения),
- МКТ как средство реабилитации людей с ограниченными возможностями,
- МКТ как новое направление в подготовке специалистов гуманитарно-технологического профиля,
- МКТ в сфере цифровых искусств,
- МКТ как инструмент исследования семантического пространства музыки,
- моделирование процесса музыкального творчества с использованием МКТ,
- формирование интеллектуальной системы каталогизации и анализа музыки; создание интонационного каталога музыки народов России и мира,

- создание «генного музыкального банка»,
- создание Российского электронного музыкального синтезатора с тембрами традиционных музыкальных инструментов народов России и мира (Горбунова 2022).

Разработки по данным направлениям исследований также способствуют:

- консолидации профессионального сообщества, объединению его ведущих творческих сил в выборе путей для осуществления духовно-нравственного воспитания подрастающего поколения с учетом всех особенностей социально-культурного процесса современного развития нашего общества;
- содействию в разработке новых образовательных программ в сфере музыкального и, в целом, художественного образования, опирающихся на глобальные возможности современных информационных технологий;
- развитию существующих государственных образовательных стандартов.

Данные направления, выступая в своем единстве, формируют музыкально-компьютерную творческую ИОС, являясь частью ИОС Школы XXI века.

Высокотехнологичная творческая ИОС обучения музыке, построенная на использовании современных образовательных технологий и МКТ, позволит, как отмечал в статье «Перспективы развития курса информатики в музыкальных вузах» выдающийся советский и российский музыковед Ю. Н. Рагс, «объединить по интересам музыкантов, работающих в общеобразовательных школах и в специальных музыкальных учебных заведениях по всем специальностям и на всех ступенях обучения» и «использовать богатые возможности новых информационных технологий в деле методического развития системы музыкального образования» (Рагс 2003; 2010). Деятельность педагога-музыканта расширяется с использованием ИОС в связи с имеющимся большим потенциалом для высокохудожественного музыкального развития и воспитания детей. Сегодня этот процесс уже невозможно представить без формирования медиакультуры участников музыкально-образовательного процесса на самых разных ступенях и уровнях его реализации.

Во многих вузах России занимаются проблемами, связанными с созданием высокотехнологичной творческой образовательной среды, формирующей музыкально-информационные компетенции музыканта. Отметим в этой связи фундаментальные труды А. В. Харуто («Музы-

кальная информатика», «Компьютерный анализ звука в музыкальной науке»), других сотрудников Московской государственной консерватории им. П. И. Чайковского, среди которых — учебные программы по дисциплинам «Музыкальная информатика» и «Компьютерные технологии в творчестве композитора», составленные композитором А. Н. Ананьевым, учебные пособия «Музыкальный компьютер — новый инструмент музыканта» композитора и педагога В. О. Белунцова. Заметный вклад в процесс становления основ музыкально-информационного образования внесли В. С. Ульянич (Российская академия музыки им. Гнесиных), С. П. Полозов (Саратовская государственная консерватория им. А. В. Собинова), ранее — Ю. Н. Рагс (Московская консерватория, Государственный музыкально-педагогический институт им. Гнесиных), А. П. Ментюков, А. А. Устинов, С. А. Чельдиев (Новосибирская государственная консерватория им. М. И. Глинки). Определенный вклад в решение рассматриваемой нами проблемы содержится в работах А. А. Королёва «Музыкально-компьютерный словарь» (Санкт-Петербургская государственная консерватория им. Н. А. Римского-Корсакова), И. М. Красильникова (Московский институт открытого образования), Е. В. Орлова (главного редактора журналов «Музыка и электроника», «Музыка в школе», Москва), А. А. Коновалова (Российский государственный профессионально-педагогический университет, Екатеринбург), Е. А. Ложкова, И. А. Большакова, В. П. Сраджев (Белгородский государственный институт искусств и культуры), Л. И. Уколова, В. О. Малащенко (Московский городской педагогический университет) и многих других. Образовательные программы, в которых МКТ играют одну из ведущих ролей, реализуются в ряде вузов России.

Необходимая для внедрения МКТ в музыкально-образовательный процесс научно-методическая база подготовлена также проводимыми в научно-методической лаборатории «Музыкально-компьютерные технологии» РГПУ им. А. И. Герцена исследованиями (работы Г. Г. Белова, Н. А. Бергер, И. Б. Горбуновой, А. В. Горельченко, К. Б. Давлетовой, А. Камериса, Э. В. Кибиткиной, С. В. Мезенцевой, Н. Н. Петровой, А. А. Панковой, К. Ю. Плотникова, И. О. Товпич, Г. Г. Рогозинского, Л. Ю. Романенко, С. В. Чибирёва, О. Л. Ясинской и др.), а также имеющимся опытом практического использования МКТ в учреждениях высшего, среднего и начального музыкального образования (общего, профессионального, дополнительного), включая инклюзивное музыкальное

образование (работы А. А. Говоровой, А. М. Воронова, Н. А. Яцентковской, В. В. Захарова, С. А. Морозова — Курский музыкальный колледж-интернат слепых) и др.

На основании вышеизложенного можем определить *ИОС педагога-музыканта как совокупность условий, которые способствуют совершенствованию профессиональных компетенций педагога на основе применения информационно-коммуникационных средств и МКТ, ориентированных на повышение качества образовательных результатов.*

Развитие ИОС, модернизация современной школы, изменение требований к профессиональной деятельности педагога-музыканта, возросшие требования к образовательным результатам ставят такие важные задачи, как развитие информационной составляющей профессиональной компетентности педагога-музыканта, связанной с формированием готовности к владению средствами информационных технологий и применению их в профессиональной деятельности для совершенствования образовательного процесса и получения новых образовательных результатов.

Учеными, педагогами-практиками и методистами фиксируются возрастающие возможности применения МКТ как нового междисциплинарного направления профессиональной деятельности в музыкальном и связанном с ним информационно-технологическом образовании, в том числе, и как средства формирования ИОС школы. Это дало возможность увидеть феномен МКТ с точки зрения «*новой образовательной творческой среды школы*» с тремя ее основными компонентами: музыкальный компьютер, методическая система и ее методологическая основа, феномен МКТ как социально-культурный фактор интеллектуального и эмоционального развития личности (Бажукова и др. 2023; Горбунова 2004).

Трансдисциплинарный подход к осмыслению информационных и коммуникативных стратегий создания информационной образовательной среды Школы XXI века

Развитие кибернетики и информатики во второй половине XX и в начале XXI века значительным образом способствовало процессам логической систематизации закономерностей различных областей человеческой деятельности и моделированию характерных проявлений этих закономерностей на практике, что, в частности,

обусловило синергетический (и в дальнейшем — трансдисциплинарный) подход к изучению самих информационных процессов, связанных с формированием образовательного пространства школы.

Ряд разработок, иллюстрирующих процессы систематизации закономерностей различных областей человеческой деятельности и проявление этих закономерностей на практике научных исследований, которые носят системный, междисциплинарный (а порой — и трансдисциплинарный) характер, был осуществлен российским ученым М. С. Каганом, который рассматривал «сложность» и «инновацию» как зонтичные междисциплинарные термины, широко используемые в современных естественнонаучных и социогуманитарных исследованиях (Каган 2005). Обсуждение проблемы понимания феномена сложности и связанных с ним (или определяемых им) процессов инновационного развития общества предпринимается в ряде исследований.

При рассмотрении содержательных компонентов этого направления учеными анализируется ряд подходов к проблемам, связанным с «вызовом сложности» в XXI веке, особенностями социогуманитарного измерения сложности; выявлением сущностных черт самого сложностного мышления (на примере музыкального мышления) и тех возможностей, которые открываются при анализе глобальных процессов развития науки и общества в целом, включая проблемы, определяемые развитием социальных, компьютерных и инженерных наук и развитием синергетики информационных процессов (Каган 2005), а также такие новые трансдисциплинарные направления и понятия, как: «символические аттракторы информационного общества» (Аршинов 2011; Бекарев 2009), «синергетика сложности и трансинституциональная матрица инноватики» (Киященко 2011), «сложность инновационных трансформаций как аспект амбивалентности социальной самоорганизации» (Романов 2011), «инновационная сложность самообучающихся систем» (Москалев 2011) и многие другие процессы и явления, связанные с применением синергетических методов к анализу социальной реальности и обусловленные трансформацией «социогуманитарного знания под влиянием синергетического мировидения», «осмыслением информационных и коммуникативных стратегий социальной синергетики» (Василькова 2009).

В ряде исследований (Грушко 2013; Журова 2020; Куприна 2014) отмечается, что приоритетность влияния синергетического подхода

на стратегию обучения музыкальному искусству в настоящее время становится очевидной. Обусловлена эта необходимость применением трансдисциплинарного подхода в образовании, что предполагает использование комплексных методов межпредметного взаимодействия в процессе изучения ряда учебных дисциплин (Журова 2023). Эти выводы в значительной степени согласуются с результатами исследований, проводимых при участии автора статьи (Горбунова, Заливадный, 2022; 2023a; 2023b; 2024). Необходимость применения трансдисциплинарного подхода как принципа организации научного знания, предполагающего взаимодействие многих направлений научного исследования при решении комплексных проблем развития человека, природы и общества, включая систему современного образования, обозначается в трудах известного российского музыковеда А. И. Демченко (Демченко 2023), в работах ряда зарубежных авторов (Pigott, Polanin 2019; Tymoczko 2023; Viladot et al. 2018).

На современном этапе развития науки трансдисциплинарный подход играет ключевую роль в процессе проектирования современных отечественных программно-аппаратных комплексов, выполненных на основе использования МКТ.

Одним из таких проектов, осуществляемых в нашей стране, является создание РЭМС с тембрами традиционных музыкальных инструментов народов России и мира, разрабатываемого группой сотрудников, аспирантов и докторантов НМЛ «Музыкально-компьютерные технологии» РГПУ им. А. И. Герцена (Горбунова, Заливадный 2024). В настоящий момент работа продолжается во взаимодействии с учеными из Азербайджанской Республики: научным сотрудником лаборатории «Исследования азербайджанской профессиональной музыки устной традиции и их новые направления: органология и акустика» Бакинской музыкальной академии имени Уз. Гаджибейли З. Исаевым и ведущим научным сотрудником лаборатории, доктором философии по искусствоведению, членом Союза композиторов Азербайджана И. Г. Алиевой, а также членом-корреспондентом Национальной академии наук Азербайджана, доктором технических наук, профессором Р. А. Алиевым.

Разработка РЭМС сопряжена с проведением отдельных новых исследований, направленных, например, на проблемы расшифровки образцов народного творчества и их перевода на современную систему нотации, систематизации и сравнительного анализа; выявление общих и индивидуальных принципов в традиционном творчестве; исследование памятников музы-

кального творчества с использованием МКТ; рассмотрение традиционного творчества как музыкально-акустического явления; компьютерный анализ музыкального звука; определение новых методологических подходов и возможностей современных информационных технологий в решении сформулированных проблем (Горбунова, Панкова 2024).

Подходы к решению многих научных и технологических проблем, связанных с созданием РЭМС, разработаны и изложены в ряде научных работ (Горбунова, Заливадный 2017; Горбунова и др. 2024; Зубарева 2010; Карпов 2007; 2013; Chibirev, Gorbunova 2022) и в статьях (Алиева, Горбунова 2017; 2020; Горбунова, Заливадный 2013; Саргсян 2011; Gorbunova 2021; Gorbunova, Zalivadnyj 2018; 2019). Также результаты проведенных нами в данном направлении исследований были представлены на пленарном заседании XXII Международной научно-технической конференции «Развитие информатизации и государственной системы научно-технической информации» (г. Минск, Республика Беларусь, Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси), состоявшейся в ноябре 2023 года, в ходе выступления автора статьи с докладом «Интеллектуальная каталогизация музыки народов мира: к вопросу формирования национального электронного контента».

О разработках научно-методической лаборатории «Музыкально-компьютерные технологии» РГПУ им. А. И. Герцена, направленных на формирование информационной образовательной среды Школы цифрового века

Музыкальное образование на основе русской школы музыки, опирающееся на многовековую музыкальную культурную традицию, может стать доступным для каждого человека в России. Классическая музыкальная культура мелодична, многоголосна и соборна, она способствует развитию творческой сопричастности людей различных специальностей. Мы помним, что великими композиторами–классиками в России стали инженеры и ученые, химики, математики, военные и врачи, потому что музыкальное образование было всеобщим. Значимость урока музыки в школе, построенного на использовании вышеизложенных принципов, правильно организованный воспитательный и образовательный процесс, направленный на духовное становление ребенка, трудно переоценить.

Информационно-образовательная среда школы формируется сегодня благодаря активному внедрению цифровых образовательных средств, МКТ и инновационных информационно-телекоммуникационных ресурсов. Такой конгломерат поддерживает на новом уровне ход учебного процесса, его планирование и реализацию. Уже сложно назвать этап, который мог бы обходиться без новых компьютерных технологий. Ресурсное обеспечение все больше уходит в цифровой формат; различные мониторинги и формы контроля, аттестации, процессы формирования, сбора, анализа, обработки, хранения и предоставления контента, взаимодействие участников образовательной среды все более нуждаются в технологической поддержке.

Уроки музыки благодаря использованию современной ИОС в Школе цифрового века приобретают выраженную актуальность и необходимый современный уровень благодаря использованию МКТ и цифровой среды обучения. Обогащается технологический и методический аппарат профессиональной деятельности педагога-музыканта, аудио- и видеоинформация приобретает новые формы инновационной подачи материала. Задачи, решаемые в новой образовательной среде, позволяют сформировать устойчивый интерес обучаемых не только к самой музыке, но и к учебно-познавательному процессу, связанному с музыкой. Наглядность, мультимедийность, интерактивность, повышение возможностей для самореализации и творческой деятельности каждого учащегося — этот потенциал является ценнейшим в образовательной сфере.

Музыкально-компьютерные технологии открывают широкие горизонты для развития творческих способностей, креативного мышления обучаемых и рассматриваются в педагогической науке как неотъемлемая часть творчества современного музыканта цифровой эпохи. Актуальное программно-аппаратное обеспечение позволяет сегодня творить онлайн, дистанционно, смело экспериментировать в области дизайна звука, создавать уникальные музыкальные материалы, сочинять, исполнять и т. п. Идея «музыкального инструмента для каждого ребенка» в общеобразовательной школе, предложенная сотрудниками НМЛ «Музыкально-компьютерные технологии», сегодня, как никогда, актуальна и может быть достойно реализована на благо обучения и воспитания подрастающего поколения нашей многонациональной Родины.

Предлагаемый научный подход позволяет в условиях быстрого развития технологий со-

хранять традиционные ценности путем создания инновационных компонентов образования, которые позволят преподнести по-новому традиционное музыкальное искусство в цифровом формате. Впервые разрабатываются теоретические основы и методическое обеспечение обозначенной проблемы, при этом отмечается особая роль МКТ в формировании новой структуры музыкально-педагогического пространства, сохранении классического музыкального наследия в его исторической значимости.

Отмечая важность личного педагогического общения с учащимися, несмотря на цифровизацию и множество положительных тенденций в этом ключе, что особенно актуально в сфере музыкального образования, где индивидуализация чрезвычайно востребована, тем не менее важно не отрицать реальность современности и технологий, за которыми, очевидно, стоит будущее. Необходимо максимально включаться в освоение современных информационных и МКТ, преодолевать «цифровой разрыв», формировать адекватную ИОС школы, учитывать реалии, наращивать уровень медиаинформационной культуры (свой, своих учеников и их родителей). Сегодня требуется минимизировать отрыв традиционной педагогической мысли от инноваций наших дней, направленных на массовое применение современных информационных образовательных технологий.

Сотрудниками лаборатории разрабатываются инновационные подходы к формированию ИОС школы с активным применением средств МКТ, методы организации учебного процесса и методики преподавания традиционных музыкальных дисциплин со значительной опорой на информационные технологии в образовании. Разрабатываются системы основного и дополнительного профессионального музыкального образования с использованием МКТ, в том числе подготовки кадров для новой перспективной области профессиональной деятельности через систему дистанционного образования Санкт-Петербурга, Ленинградской области, Российской Федерации и стран СНГ.

В среде музыкальной культуры сформировались направления и, соответственно, учебные дисциплины, самым ярким образом иллюстрирующие непосредственную связь знаний в области науки о музыке и компьютерных наук, которые используют в своей работе специалисты в сфере музыкальной информатики, компьютерного музыкального творчества, цифровых искусств, медиамузыки, компьютерной музыки, музыкального и звукотембрального программирования.

Понимая, что музыка способна стать основой духовной связи между поколениями, поднять самосознание народа, стать одним из базовых компонентов целостности восприятия мира что музыка способна объединить народы нашей страны, сотрудники лаборатории стремятся создавать образовательный контент на основе многовековых классических принципов отечественного музыкального образования в единении с использованием современных МКТ. *Воспитать эстетически и духовно наполненное отношение к действительности новыми средствами* — вот задача, которая может быть решена с участием потенциала МКТ как средства воспитания творческих способностей человека через соприкосновение с музыкой в информационной образовательной среде школы.

Основными задачами, которые поставлены и реализуются в лаборатории в рассматриваемом направлении, являются следующие.

1. Музыкальный инструмент для каждого ребенка. Программа обучения музыке с использованием МКТ, подготовленная под руководством президента РГПУ им. А. И. Герцена Г. А. Бордовского при участии НФПК Министерства образования и науки РФ, продемонстрированная при открытии Года Учителя в России в 2010 году Президенту России Д. А. Медведеву (ныне — первый заместитель Председателя Военно-промышленной комиссии РФ, заместитель Председателя Совета Безопасности РФ), Председателю Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации В. И. Матвиенко, помощнику Президента Российской Федерации, исполняющему обязанности министра промышленности, науки и технологий А. А. Фурсенко (в 2010 году — министру образования и науки РФ). Программа прошла многолетнюю апробацию в пилотных регионах страны: Калужская область, Республика Карелия, Красноярский край, Пермский край, Ставропольский край, Челябинская область, Хабаровский край, Санкт-Петербург и Ленинградская область — и была поддержана и рекомендована к внедрению Министерством образования и науки РФ.

2. Обучение игре на электронном музыкальном инструменте. Продемонстрировано президенту Российского университета дружбы народов, академику РАО В. М. Филиппову, мэрам г. Санкт-Петербурга разных лет (В. А. Яковлеву, В. И. Матвиенко, Г. С. Полтавченко). Методика обучения нашла широкую поддержку среди педагогов-музыкантов нашей страны.

3. Создание РЭМС. В наши дни МКТ стали частью повседневной жизни современного человека. Создание российского электронного

музыкального синтезатора (РЭМС), который бы включал тембры традиционных национальных инструментов, является важнейшей задачей для популяризации богатейшей многонациональной музыкальной культуры России. В современной геополитической ситуации особое значение приобретает в этой связи вопрос создания отечественных цифровых музыкальных инструментов.

4. Создание «генного музыкального банка» — построение интеллектуальной системы каталогизации традиционной музыкальной культуры на основе современных МКТ. Проект направлен на сохранение и пропаганду уникального, исчезающего музыкального фольклора России и мира. Социальная значимость проекта обусловлена высокой ценностью исчезающей музыкальной культуры устной традиции. Сохранение и пропаганда уникальных образцов народного творчества понятными современному человеку средствами способствует самоидентификации личности, поддерживает ее социальное и гражданское становление, способствует формированию толерантной среды в интересах общества и государства.

МКТ сегодня представляют собой источник трансформации и оптимизации ИОС школы. Проблемность широкого распространения и применения современных МКТ при формировании ИОС школы заключается во все еще недостаточном владении педагогами этим инструментарием и не до конца осознанными его возможностями.

Совершенствование процесса обучения информационным технологиям педагогов-музыкантов связано с выработкой адекватных профессиональных компетенций и опорой на активные формы использования МКТ как средства, инструмента и новой медиаактивной среды бытования музыкальной культуры (Горбунова, Панкова 2024).

Осознавая, что роль учителя музыки в развитии духовно-нравственного потенциала подрастающего поколения нашей страны трудно переоценить, обратимся к материалам Всероссийского форума учителей музыки, посвященного проблемам сегодняшней музыкально-образовательной и художественно-просветительской деятельности и роли учителя музыки в условиях глобальных вызовов. (Форум был организован Министерством просвещения Российской Федерации, Правительством Псковской области и Митрополитом Псковским и Порховским Тихоном, епископом Русской православной церкви (ныне — митрополитом Симферопольским и Крымским, главой

Крымской митрополии), 2-м Председателем Патриаршего совета по культуре и Всероссийским Центром развития художественного творчества и гуманитарных технологий и ознаменовал важный шаг в развитии музыкально-педагогической деятельности в нашей стране.) Министр Просвещения РФ С. С. Кравцов в приветственной речи к собравшимся подчеркнул необходимость «консолидации важного приоритета государственной образовательной политики — духовно-нравственного воспитания школьников и роли музыки в образовательном процессе современной школы» (Горбунова 2023). Выступившие на пленарной сессии докладчики затронули многие важные проблемы сегодняшней музыкально-образовательного и художественно-просветительской деятельности, многоаспектную проблематику этого сложного и поистине неопределимого по важности воспитательно-образовательного процесса.

Заключение

Сфера информационных технологий будет стремительно развиваться в ближайшие десятилетия. Задач много, задачи сложные, но выполнимые. Учет опыта, накопленного сотрудниками НМЛ «Музыкально-компьютерные технологии» РГПУ им. А. И. Герцена, может способствовать формированию важнейших направлений в области развития цифровых образовательных технологий в Школе цифрового века, музыкального творчества, создания новых отечественных образцов современного цифрового музыкального инструментария, способного сыграть существенную роль в развитии музыкальной культуры подрастающего поколения, воспитании гражданственности и патриотизма, ответственности за судьбу страны с использованием всего богатства музыкального фольклора и культурного наследия народов России.

Таким образом, применение МКТ в образовании позволяют повышать интерактивность обучения, индивидуальный подход и новое качество «массовости качественного образования». Благодаря МКТ учителя повышают и свой профессиональный уровень, оставаясь на «одной волне» с молодым поколением. Сегодня владение компьютерными программами и технологиями как важная часть профессиональной деятельности и средство формирования информационной образовательной среды уже не оспаривается. Понятие «цифровое будущее», проблемы преодоления «цифрового разрыва» в современном мире прочно вошли во все сферы жизни.

МКТ дают возможность адаптировать любой материал под уровень и индивидуальность каждого школьника, его способности и специфические черты личности, что позволяет добиться более эффективных результатов обучения. Здесь возможен охват как теоретического обучения, так и практических навыков (тренировка слуха, интонирования, сочинение, исполнительство и т. п.). Должен сокращаться разрыв между концептуальными инновациями в сферах общей педагогики, ориентированной на широкое использование новых информационных образовательных технологий, и традиционной педагогикой; между возможностями музыкально-компьютерных технологий и их реальной востребованностью в системе музыкального образования (как общего, так и профессионального).

Неоспорим потенциал дидактических возможностей применения МКТ, музыкального компьютера и, в целом, мультимедийного контента на уроках музыки в школе. Использование МКТ в образовании помогает не только развивать музыкальные навыки, но и формировать новую образовательную среду, готовить учеников к «цифровому будущему».

Повышение качества и доступности цифровых ресурсов, развитие новых видов коммуникации, создание современного контента с активным, обоснованным и аргументированным использованием средств МКТ видится как источник трансформации и оптимизации ИОС школы цифрового века.

Учитывая важность сохранения национальной идентичности нашего народа, мы, соотечественники великого изобретателя Льва Сергеевича Термена, создавшего первый в мире концертный электронный музыкальный инструмент — терменвокс (1919 г.), последователи великого композитора современности Эдуарда Николаевича Артемьева, разработали методическое наполнение и участвуем в создании программно-аппаратных средств МКТ, призванных обеспечить техническую и интеллектуальную самостоятельность в воспитании подрастающего поколения, связанную, в частности, с созданием национального РЭМС. Имея 20-летний опыт обучения МКТ педагогов, студентов и школьников, мы понимаем, что такой инструмент, являющийся элементом высокотехнологичной информационной творческой образовательной среды и многогранным и многокомпонентным средством обучения в современной ИОС школы, может объединить детей, их родителей, целые семьи, педагогов-энтузиастов (их многие тысячи), миллионы людей

нашей страны. Это является важнейшей задачей для развития музыкальной культуры нашей страны с ее богатейшими многонациональными традициями на современном уровне развития нашего общества. В век цифровой трансформации и период формирования цифровых компетенций и взрослых, и детей каждый ребенок в нашей стране сможет приобщиться к богатым многонациональным истокам российской культуры.

Понимая, что главное богатство страны — это люди, основной и самой важной задачей образования считаем воспитание гражданина нашего государства. Музыка способна стать основой духовной связи между поколениями, поднять самосознание народа, стать одним из базовых компонентов целостности восприятия мира, знания истории страны и понимания своего места в этом процессе; музыка способна объединить народы нашей страны. Сегодня это оказалось возможно осуществить благодаря применению образовательного контента, созданного на основе многовековых классических принци-

пов отечественного музыкального образования в единении с использованием современных МКТ. Воспитать эстетически и духовно наполненное отношение к действительности новыми средствами — вот задача, которая может быть решена с участием потенциала МКТ как средства воспитания творческих способностей человека через соприкосновение с музыкой в процессе игры на музыкальных инструментах.

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

- Алиева, И. Г., Горбунова, И. Б. (2017) О нечетких методах анализа звуковысотности в музыке. *Мир науки, культуры, образования*, № 3 (64), с. 171–174.
- Алиева, И. Г., Горбунова, И. Б. (2020) Музыка, математика, информатика: семантические и технологические проблемы взаимодействия. В кн.: *Региональная информатика и информационная безопасность. Сборник трудов конференций: Санкт-Петербургской международной конференции и Санкт-Петербургской межрегиональной конференции*. Т. 8. СПб.: Санкт-Петербургское Общество информатики, вычислительной техники, систем связи и управления, с. 302–304.
- Аршинов, В. И. (2011) Синергетика встречается со сложностью. В кн.: *Синергетическая парадигма: Синергетика инновационной сложности: к 70-летию В. И. Аршинова*. М.: Прогресс-Традиция, с. 47–66.
- Бажукова, Е. Н., Горбунова, И. Б., Заливадный, М. С., Чибирев, С. В. (2023) *Музыкальная информатика: учебное пособие для СПО*. СПб.: Лань; Планета музыки, 208 с.
- Бекарев, А. М. (2009) Символические аттракторы информационного общества. В кн.: *Синергетическая парадигма: Социальная синергетика*. М.: Прогресс-Традиция, с. 561–571.
- Василькова, В. В. (2009) *Социология коммуникации и постнеклассическое знание: структурные сопряжения*. В кн.: *Синергетическая парадигма: Социальная синергетика*. М.: Прогресс-Традиция, с. 544–561.
- Горбунова, И. Б. (2004) Феномен музыкально-компьютерных технологий как новая образовательная творческая среда. *Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена*, № 4 (9), с. 123–137.
- Горбунова, И. Б. (2023) Учитель музыки: каким он может быть сегодня? *Антропологическая дидактика и воспитание*, т. 6, № 1, с. 31–40.
- Горбунова, И. Б., Заливадный, М. С. (2013) О математических методах в исследовании музыки и подготовки музыкантов. *Проблемы музыкальной науки*, № 1, с. 264–268.
- Горбунова, И. Б., Заливадный, М. С. (2017) *Музыка, математика, информатика: грани взаимодействия*. СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 295 с.
- Горбунова, И. Б., Заливадный, М. С. (2022) О применении вероятностно-статистических методов в изучении закономерностей музыки и музыкально-педагогических исследованиях. *Проблемы музыкальной науки*, № 1, с. 35–49. <https://doi.org/10.33779/2782-3598.2022.1.035-049>
- Горбунова, И. Б., Заливадный, М. С. (2023a) Зонная теория музыкального времени и трансдисциплинарный подход к изучению музыкальных явлений. *Проблемы музыкальной науки*, № 3, с. 8–22. <https://doi.org/10.56620/2782-3598.2023.3.008-022>
- Горбунова, И. Б., Заливадный, М. С. (2023b) Трансдисциплинарный подход к изучению музыкальных явлений: теория вероятностей и ее применение к музыкальной теории и практике. *Искусствоведение*, № 4, с. 17–32.

- Горбунова, И. Б., Заливадный, М. С. (2024) Трансдисциплинарный подход к изучению музыкальных явлений: теория информации и ее воздействие на различные области музыкознания. *Проблемы музыкальной науки*, № 2, с. 180–199. <https://doi.org/10.56620/2782-3598.2024.2.180-199>
- Горбунова, И. Б., Заливадный, М. С., Товпич, И. О., Чибирев, С. В. (2024) *Музыка, математика, информатика: комплексная модель семантического пространства музыки*. СПб.: Лань; Планета музыки, 420 с.
- Горбунова, И. Б., Панкова, А. А. (2024) Обучение информационным технологиям студентов музыкально-педагогических специальностей. СПб.: Лань; Планета музыки, 260 с.
- Грушко, Г. И. (2013) Музыкальная форма как нелинейный процесс. *Музыковедение*, № 11, с. 3–10.
- Демченко, А. И. (2023) Нетленный Иоганн Себастьян: Universum. *Проблемы музыкальной науки*, № 1, с. 8–22. <https://www.doi.org/10.56620/2782-3598.2023.1.008-022>
- Журова, Е. Б. (2020) *Смысловые миры музыки Иоганна Себастьяна Баха. Книга первая (серия «Барокко»)*. Монографическое исследование. М.: Первый том, 280 с.
- Журова, Е. Б. (2023) Синергетический подход в исследовании музыкального искусства барокко на примере презентации монографии «Смысловые миры музыки Иоганна Себастьяна Баха». В кн.: *Современное музыкальное образование — 2021: творчество, наука, технологии: материалы XX Международной научно-практической конференции*. СПб.: САТОРИ, с. 253–259.
- Зубарева, Н. Б. (2010) *Музыкально-лингвистические универсалии: опыт реализации «искусствометрического» подхода. Диссертация на соискания степени доктора искусствоведения*. СПб., Российский институт истории искусств, 271 с.
- Каган М. С. (2005) *О времени, о людях, о себе*. СПб.: ИД «Петрополис», 370 с.
- Карпов, А. А. (2007) *Модели и программная реализация распознавания русской речи на основе морфемного анализа. Автореферат диссертации на соискания степени кандидата технических наук*. СПб., Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук, 18 с.
- Карпов, А. А. (2013) *Аудиовизуальные речевые интерфейсы в ассистивных информационных технологиях. Диссертация на соискания степени доктора технических наук*. СПб., Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук, 325 с.
- Национальная доктрина образования в Российской Федерации до 2025 года. Утверждена Постановлением Правительства Российской Федерации от 4 октября 2000 г. № 751. (2000) [Электронный ресурс] URL: <https://base.garant.ru/182563/> (дата обращения 16.06.2024).
- Писарева, С. А., Тряпицына, А. П. (2023) Особенности современного университетского образования будущих педагогов: проблема единства и вариативности образовательного пространства. *Известия Саратовского университета. Новая серия. Акмеология образования. Психология развития*, т. 12, № 3, с. 196–208. <https://doi.org/10.18500/2304-9790-2023-12-3-196-208>
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 г. № 678-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 г. и плана мероприятий по ее реализации». (2022) [Электронный ресурс] URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403709682/> (дата обращения 16.06.2024).
- Примерная основная образовательная программа основного общего образования (одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию, протокол от 18.03.2022 № 1/22). (2022) [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_417900/ (дата обращения 16.06.2024)
- Романов, В. Л. (2011) Сложность инновационных трансформаций: аспект амбивалентности социальной самоорганизации. В кн.: *Синергетическая парадигма: Синергетика инновационной сложности*. М.: Прогресс-Традиция, с. 341–352.
- Саргсян, М. Э. (2011) Синтез кибернетических, философских подходов в осмыслении процесса восприятия музыкальной информации. В кн.: *Современное музыкальное образование — 2010. Материалы IX Международной научно-практической конференции*. СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, с. 137–140.
- Тряпицына, А. П., Писарева, С. А., Примчук, Н. В. (ред.). (2022) *Персонализация образовательного процесса в открытой образовательной среде современного образования: сборник докладов XII научно-практической конференции «Организация опытно-экспериментальной работы школ в контексте новых вызовов времени»*. СПб.: Астерион, 142 с.
- Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». (2020) [Электронный ресурс] URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74304210/> (дата обращения 16.06.2024).
- Chibirev, S., Gorbunova, I. (2022) Computer modeling in musical creative work: An interdisciplinary research example. *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 345, pp. 474–483. https://doi.org/10.1007/978-3-030-89708-6_40
- Gorbunova, I. B. (2021) The integrative model for the semantic space of music and a contemporary musical educational process: The scientific and creative heritage of Mikhail Borisovich Ignatyev. *Education*, vol. 46, article e65. <http://dx.doi.org/10.5902/1984644453329>

- Gorbunova, I. B., Zalivadnyj, M. S. (2018) The integrative model for the semantic space of music: Perspectives of unifying musicology and musical education. *Music Scholarship*, no. 4 (33), pp. 55–64. <http://dx.doi.org/10.5902/1984644453329>
- Gorbunova, I. B., Zalivadnyj, M. S. (2019) Leonhard Euler's Theory of Music: Its present-day significance and influence on certain fields of musical thought. *Music Scholarship*, no. 3, pp. 104–111. <http://dx.doi.org/10.17674/1997-0854.2019.3.104-111>
- Pigott, T. D., Polanin, J. R. (2019) Methodological guidance papers: High-quality meta-analysis in a systematic review. *Review of Educational Research*, vol. 90, no. 1, pp. 24–46. <https://doi.org/10.3102/0034654319877153>
- Tymoczko, D. (2023) Hierarchical set theory. *Journal of Mathematics and Music*, vol. 17, no. 2, pp. 282–290. <https://doi.org/10.1080/17459737.2021.2008035>
- Viladot, L., Hilton, C., Casals, A. et al. (2018) The integration of music and mathematics education in Catalonia and England: Perspectives on theory and practice. *Music Education Research*, vol. 20, no. 1, pp. 71–82. <http://dx.doi.org/10.1080/14613808.2017.1290595>

References

- Alieva, I. G., Gorbunova, I. B. (2017) O nechetkikh metodakh analiza zvukovysotnosti v muzyke [On fuzzy methods of analyzing pitch in music]. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya — The world of science, culture and education*, no. 3 (64), pp. 171–174. (In Russian)
- Alieva, I. G., Gorbunova, I. B. (2020) Muzyka, matematika, informatika: semanticheskie i tekhnologicheskie problemy vzaimodejstviya [Music, mathematics, computer science: semantic and technological problems of interaction]. In: *Regional'naya informatika i informatsionnaya bezopasnost'. Sbornik trudov konferentsij: Sankt-Peterburgskoj mezhdunarodnoj konferentsii i Sankt-Peterburgskoj mezhregional'noj konferentsii. T. 8 [Regional informatics and information security. Proceedings of the conference: St. Petersburg International Conference and St. Petersburg Interregional Conference. Vol. 8]*. Saint Petersburg: St. Petersburg Society of Informatics, Computer Technology, Communication Systems and Management Publ., pp. 302–304. (In Russian)
- Arshinov, V. I. (2011) Sinergetika vstrechaetsya so slozhnost'yu [Synergetics comes with complexity]. In: *Sinergeticheskaya paradigma: Sinergetika innovatsionnoj slozhnosti: k 70-letiyu V. I. Arshinova [The synergetic paradigm: The Synergetics of innovative complexity: on the 70th anniversary of V. I. Arshinov]*. Moscow: Progress-Tradition Publ., pp. 47–66. (In Russian)
- Bazhukova, E. N., Gorbunova, I. B., Zalivadnyj, M. S., Chibirev, S. V. (2023) *Muzykal'naya informatika: uchebnoe posobie dlya SPO [Music Informatics: a textbook for vocational education]*. Saint Petersburg: Lan' Publ.; Planeta muzyki Publ., 208 p. (In Russian)
- Bekarev, A. M. (2009) Simvolicheskie attraktory informatsionnogo obshchestva [Symbolic attributes of the information society]. In: *Sinergeticheskaya paradigma: Sotsial'naya sinergetika [The synergetic paradigm: Social Synergy]*. Moscow: Progress-Tradition Publ., pp. 561–571. (In Russian)
- Chibirev, S., Gorbunova, I. (2022) *Computer modeling in musical creative work: An interdisciplinary research example. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 345, pp. 474–483. https://doi.org/10.1007/978-3-030-89708-6_40 (In English)
- Demchenko, A. I. (2023) Netlennyy Iogann Sebast'yan: Universum [The Imperishable Johann Sebastian: Universum]. *Problemy muzykal'noj nauki — Russian Musicology*, no. 1, pp. 8–22. <https://www.doi.org/10.56620/2782-3598.2023.1.008-022> (In Russian)
- Gorbunova, I. B. (2004) Fenomen muzykal'no-komp'yuternykh tekhnologij kak novaya obrazovatel'naya tvorcheskaya sreda [The phenomenon of music and computer technologies as a new educational creative environment.]. *Izvestiya rossijskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A. I. Gertsena — Izvestia: Herzen University Journal of Humanities & Sciences*, no. 4 (9), pp. 123–137. (In Russian)
- Gorbunova, I. B. (2021) The integrative model for the semantic space of music and a contemporary musical educational process: The scientific and creative heritage of Mikhail Borisovich Ignatyev. *Education*, vol. 46, article e65. <http://dx.doi.org/10.5902/1984644453329> (In English)
- Gorbunova, I. B. (2023) Uchitel' muzyki: kakim on mozhet byt' segodnya? [Music teacher: What can he be like today?] *Antropologicheskaya didaktika i vospitanie — Anthropological Didactics and Upbringing*, vol. 6, no. 1, pp. 31–40. (In Russian)
- Gorbunova, I. B., Pankova, A. A. (2024) *Obuchenie informatsionnym tekhnologiyam studentov muzykal'no-pedagogicheskikh spetsial'nostej [Information technology training for students of musical and pedagogical specialties]*. Saint Petersburg: Lan' Publ.; Planeta muzyki Publ., 260 p. (In Russian)
- Gorbunova, I. B., Zalivadnyj, M. S. (2013) O matematicheskikh metodakh v issledovanii muzyki i podgotovki muzykantov [On mathematical methods in the study of music and the training of musicians]. *Problemy muzykal'noj nauki — Russian Musicology*, no. 1, pp. 264–268. (In Russian)
- Gorbunova, I. B., Zalivadnyj, M. S. (2017) *Muzyka, matematika, informatika: grani vzaimodejstviya [Music, mathematics, computer science: the facets of interaction]*. Saint Petersburg: Herzen State Pedagogical University of Russia Publ., 295 p. (In Russian)

- Gorbunova, I. B., Zalivadnyj, M. S. (2018) The integrative model for the semantic space of music: Perspectives of unifying musicology and musical education. *Music Scholarship*, no. 4 (33), pp. 55–64. <http://dx.doi.org/10.5902/1984644453329> (In English)
- Gorbunova, I. B., Zalivadnyj, M. S. (2019) Leonhard Euler's Theory of Music: Its present-day significance and influence on certain fields of musical thought. *Music Scholarship*, no. 3, pp. 104–111. <http://dx.doi.org/10.17674/1997-0854.2019.3.104-111> (In English)
- Gorbunova, I. B., Zalivadnyj, M. S. (2022) O primenenii veroyatnostno-statisticheskikh metodov v izuchenii zakonomernostej muzyki i muzykal'no-pedagogicheskikh issledovaniyakh [On the application of probabilistic and statistical methods in the study of the laws of music and music pedagogical research]. *Problemy muzykal'noj nauki — Russian Musicology*, no. 1, pp. 35–49. <https://doi.org/10.33779/2782-3598.2022.1.035-049> (In Russian)
- Gorbunova, I. B., Zalivadnyj, M. S. (2023a) Zonnaya teoriya muzykal'nogo vremeni i transdistsiplinarnyj podkhod k izucheniyu muzykal'nykh yavlenij [The band theory of musical time and a transdisciplinary approach to the study of musical phenomena]. *Problemy muzykal'noj nauki — Russian Musicology*, no. 3, pp. 8–22. <https://doi.org/10.56620/2782-3598.2023.3.008-022> (In Russian)
- Gorbunova, I. B., Zalivadnyj, M. S. (2023b) Transdistsiplinarnyj podkhod k izucheniyu muzykal'nykh yavlenij: teoriya veroyatnostej i ee primenenie k muzykal'noj teorii i praktike [The trans-disciplinary approach to the study of musical phenomena: Probability theory and its application to music theory and practice]. *Iskusstvovedenie — Art Criticism*, no. 4, pp. 17–32. (In Russian)
- Gorbunova, I. B., Zalivadnyj, M. S. (2024) Transdistsiplinarnyj podkhod k izucheniyu muzykal'nykh yavlenij: teoriya informatsii i ee vozdeystvie na razlichnye oblasti muzykoznaniya [A transdisciplinary approach to the study of musical phenomena: information theory and its impact on various fields of musicology]. *Problemy muzykal'noj nauki — Russian Musicology*, no. 2, pp. 180–199. <https://doi.org/10.56620/2782-3598.2024.2.180-199> (In Russian)
- Gorbunova, I. B., Zalivadnyj, M. S., Tovpich, I. O., Chibirev, S. V. (2024) *Muzyka, matematika, informatika: kompleksnaya model' semanticheskogo prostranstva muzyki* [Music, mathematics, computer science: a complex model of the semantic space of music]. Saint Petersburg: Lan' Publ.; Planeta muzyki Publ., 420 p. (In Russian)
- Grushko, G. I. (2013) Muzykal'naya forma kak nelinejnyj protsess [Musical form as a nonlinear process]. *Muzykovedenie — Musicology*, no. 11, pp. 3–10. (In Russian)
- Kagan M. S. (2005) *O vremeni, o lyudyakh, o sebe* [About time, about people, about yourself]. Saint Petersburg: Petropolis Publ., 370 p. (In Russian)
- Karpov, A. A. (2007) *Modeli i programmaya realizatsiya raspoznavaniya russkoj rechi na osnove morfemnogo analiza* [Models and program for implementing Russian word recognition based on the basics of morphemic analysis]. Extended abstract of PhD dissertation (Technical Sciences). Saint Petersburg, The Saint-Petersburg Institute of Informatics and Automatization of the Russian Academy of Sciences, 18 p. (In Russian)
- Karpov, A. A. (2013) *Audiovizual'nye rechevye interfejsy v assistivnykh informatsionnykh tekhnologiyakh* [Audiovisual speech interventions in assistive information technologies]. PhD dissertation (Technical sciences). Saint Petersburg, The Saint-Petersburg Institute of Informatics and Automatization of the Russian Academy of Sciences, 325 p. (In Russian)
- Natsional'naya doktrina obrazovaniya v Rossijskoj Federatsii do 2025 goda. Utverzhdena Postanovleniem Pravitel'stva Rossijskoj Federatsii ot 4 oktyabrya 2000 g. № 751 [The National doctrine of Education in the Russian Federation until 2025. Approved by the Decree of the Government of the Russian Federation dated October 4, 2000 No. 751]. (2000) [Online]. Available at: <https://base.garant.ru/182563/> (accessed 16.06.2024). (In Russian)
- Pigott, T. D., Polanin, J. R. (2019) Methodological guidance papers: High-quality meta-analysis in a systematic review. *Review of Educational Research*, vol. 90, no. 1, pp. 24–46. <https://doi.org/10.3102/0034654319877153> (In English)
- Pisareva, S. A., Tryapitsyna, A. P. (2023) Osobennosti sovremennogo universitetskogo obrazovaniya budushchikh pedagogov: problema edinstva i variativnosti obrazovatel'nogo prostranstva [Features of modern university education for future teachers: the problem of unity and variability of the educational space.]. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Akmeologiya obrazovaniya. Psikhologiya razvitiya — Izvestiya of Saratov University. Educational Acmeology. Developmental Psychology*, vol. 12, no. 3, pp. 196–208. <https://doi.org/10.18500/2304-9790-2023-12-3-196-208> (In Russian)
- Primernaya osnovnaya obrazovatel'naya programma osnovnogo obshchego obrazovaniya (odobrena resheniem federal'nogo uchebno-metodicheskogo ob'edineniya po obshchemu obrazovaniyu, protokol ot 18.03.2022 № 1/22) [Approximate basic educational program of basic general education (approved by the decision of the Federal Educational and Methodological Association for General Education, Protocol No. 1/22 dated 03/18/2022)]. [Online]. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_417900/ (accessed 16.06.2024). (In Russian)
- Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federatsii ot 31 marta 2022 g. № 678-r “Ob utverzhdenii Kontseptsii razvitiya dopolnitel'nogo obrazovaniya detej do 2030 g. i plana meropriyatij po ee realizatsii” [Order of the Government of the Russian Federation dated March 31, 2022 No. 678-r “On approval of the Concept for the development of additional education for children until 2030 and the action plan for its implementation”]. (2022) [Online]. Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403709682/> (accessed 16.06.2024) (In Russian)

- Romanov, V. L. (2011) Slozhnost' innovatsionnykh transformatsij: aspekt ambivalentnosti sotsial'noj samoorganizatsii [The complexity of innovative transformations: an aspect of the ambivalence of social self-organization]. In: *Sinergeticheskaya paradigma: Sinergetika innovatsionnoj slozhnosti [The synergetic paradigm: The Synergetics of innovative complexity]*. Moscow: Progress-Tradition Publ., pp. 341–352. (In Russian)
- Sargsyan, M. E. (2011) Sintez kiberneticheskikh, filosofskikh podkhodov v osmyslenii protsessa vospriyatiya muzykal'noj informatsii [Synthesis of cybernetic, philosophical approaches in understanding the process of perception of musical information]. In: *Sovremennoe muzykal'noe obrazovanie — 2010. Materialy IX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii [Modern music Education — 2010. Materials of the IX International Scientific and Practical Conference.]*. Saint Petersburg: Herzen State Pedagogical University of Russia Publ., pp. 137–140. (In Russian)
- Tryapitsyna, A. P., Pisareva, S. A., Primchuk, N. V. (eds.). (2022) *Personifikatsiya obrazovatel'nogo protsessa v otkrytoy obrazovatel'noy srede sovremennogo obrazovaniya: sbornik dokladov XII nauchno-prakticheskoy konferentsii "Organizatsiya opytno-eksperimental'noy raboty shkol v kontekste novykh vyzovov vremeni" [Personification of the educational process in the open educational environment of modern education: collection of reports of the XII scientific and practical conference "Organization of experimental school work in the context of new challenges of the time"]*. Saint Petersburg: Asterion Publ., 142 p. (In Russian)
- Tymoczko, D. (2023) Hierarchical set theory. *Journal of Mathematics and Music*, vol. 17, no. 2, pp. 282–290. <https://doi.org/10.1080/17459737.2021.2008035> (In English)
- Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federatsii ot 21 iyulya 2020 g. № 474 "O natsional'nykh tselyakh razvitiya Rossijskoj Federatsii na period do 2030 goda" [Decree of the President of the Russian Federation of July 21, 2020 No. 474 "On the national development goals of the Russian Federation for the period until 2030"]. (2020). [Online]. Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74304210/> (accessed 16.06.2024). (In Russian)
- Vasil'kova, V. V. (2009) Sotsiologiya kommunikatsii i postneklassicheskoe znanie: strukturnye sopryazheniya [Sociology of communication and post-classical knowledge: Structural interactions]. In: *Sinergeticheskaya paradigma: Sotsial'naya sinergetika [The synergetic paradigm: Social Synergy]*. Moscow: Progress-Tradition Publ., pp. 544–561. (In Russian)
- Viladot, L., Hilton, C., Casals, A. et al. (2018) The integration of music and mathematics education in Catalonia and England: Perspectives on theory and practice. *Music Education Research*, vol. 20, no. 1, pp. 71–82. <http://dx.doi.org/10.1080/14613808.2017.1290595> (In English)
- Zhurova, E. B. (2020) Smyslovye miry muzyki Ioganna Sebast'yana Bakha. Kniga pervaya (seriya "Barokko"). Monograficheskoe issledovanie [The semantic worlds of Johann Sebastian Bach's music. The first book (series "Baroque"). Monographic research]. Moscow: Pervyi Tom Publ., 280 p. (In Russian)
- Zhurova, E. B. (2023) Sinergeticheskij podkhod v issledovanii muzykal'nogo iskusstva barokko na primere prezentatsii monografii "Smyslovye miry muzyki Ioganna Sebast'yana Bakha" [A synergetic approach in the study of Baroque musical art based on the example of the presentation of the monograph "Semantic Worlds of Music by Johann Sebastian Bach"]. In: *Sovremennoe muzykal'noe obrazovanie — 2021: tvorchestvo, nauka, tekhnologii: materialy XX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii [Modern music education — 2021: Creativity, science, technology: Proceedings of the XX International Scientific and Practical Conference]*. Saint Petersburg: SATORI Publ., pp. 253–259. (In Russian)
- Zubareva, N. B. (2010) *Muzykal'no-lingvisticheskie universalii: opyt realizatsii "iskusstvometricheskogo" podkhoda [Musical and linguistic universals: The experience of implementing the "artometric" approach]*. PhD dissertation (Art History). Saint Petersburg, Russian Institute of Art History, 271 p. (In Russian)

Сведения об авторе

ГОРБУНОВА Ирина Борисовна — Irina B. Gorbunova

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

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

SPIN-код: 7597-1203, Scopus AuthorID: 57207030421, ORCID: 0000-0003-4389-6719, e-mail: gorbunova@herzen.spb.ru

Доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры цифрового образования.