



ISSN 2658-4824 (Print), 2713-3095 (Online)

УДК 78.01

DOI: 10.33779/2658-4824.2021.1.137-147

## И.Б. ГОРБУНОВА

*Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена*

*г. Санкт-Петербург, Россия*

*ORCID: 0000-0003-4389-6719*

*gorbunovaib@ Herzen.spb.ru*

## IRINA B. GORBUNOVA

*Herzen State Pedagogical University of Russia*

*Saint-Petersburg, Russia*

*ORCID: 0000-0003-4389-6719*

*gorbunovaib@ Herzen.spb*

### **Музыка, математика и информатика: особенности функционирования музыкально-компьютерных технологий**

В первой части лекции «Музыка, математика и информатика: история взаимодействия» (см. журнал «ИКОНИ» № 3 за 2020 год) были рассмотрены процессы взаимосвязи и взаимопроникновения различных областей музыки, математики и информатики, охватывающие период от древности до рубежа XX–XXI веков. Вторая часть лекции «Музыка, математика и информатика: особенности функционирования музыкально-компьютерных технологий» посвящена рассмотрению различных аспектов развития и применения музыкально-компьютерных технологий в современной музыкальной практике, включающей музыкальное творчество, исполнительство и область музыкального образования.

#### Ключевые слова:

музыка, математика и информатика, музыка и компьютер, музыкально-компьютерные технологии.

### **Music, Mathematics and Computer Science: Features of Functioning of Computer-Musical Technologies**

The lecture “Music, Mathematics and Computer Science” is subdivided into two parts. The first part, “Music, Mathematics and Computer Science: History of Interaction” (see ICONI journal, No. 3, 2020) examines the processes of interconnection and interpenetration of various fields of music, mathematics and computer science, spanning the period from Ancient Times to the turn of the 20th and 21st centuries. The second part of the lecture: “Music, Mathematics and Computer Science: Particular Features of Functioning of Computer-Musical Technologies” is devoted to examining various aspects of developing and applying computer-musical technologies in contemporary musical practice, including musical composition, performance and the sphere of music education.

#### Keywords:

music, mathematics and computer science, music and the computer, computer-musical technologies.

#### *Для цитирования/For citation:*

Горбунова И.Б. Музыка, математика и информатика: музыкально-компьютерные технологии // ИКОНИ / ICONI. 2021. № 1. С. 137–147. DOI: 10.33779/2658-4824.2021.1.137-147.



**И**нформатика и информационные технологии сегодня затрагивают различные области образования и сферы деятельности, в том числе музыкальное творчество и музыкальную педагогику. Возникла новая междисциплинарная сфера профессиональной деятельности, связанная с созданием и применением специализированных музыкальных программно-аппаратных средств, требующая знаний и умений как в музыкальной сфере, так и в области информатики — музыкально-компьютерные технологии (МКТ). Данное понятие используется специалистами в различных музыкальных областях с начала XXI века.

Во многих учебных заведениях мира музыкантам преподаются элементы МКТ (IRCAM — Институт исследований и координации акустики и музыки при Центре им. Ж. Помпиду в Париже; SEMAMu — Centre d'Etudes Mathématiques et Automatiques Musicales, основанный Я. Ксенакисом в Париже; CCRMA — Центр компьютерных исследований музыки и акустики Стенфордского университета; Центр музыкального эксперимента Калифорнийского университета в Сан-Диего; Научно-учебный центр МКТ (ранее — Вычислительный центр) Московской государственной консерватории им. П.И. Чайковского и др.).

Сотрудниками учебно-методической лаборатории «Музыкально-компьютерные технологии» Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена разработан, лицензирован и внедрён в педагогический процесс профессионально-образовательный профиль подготовки бакалавров художественного образования «050610 — Музыкально-компьютерные технологии», на который с 2004 года осуществляется набор абитуриентов. Разработана и внедрена программа магистерской подготовки «Музыкально-компьютерные технологии в образовании». Программы бакалавриата и магистратуры внедре-

ны в образовательный процесс многих музыкальных и педагогических вузов, а также академий культуры и консерваторий нашей страны.

И исполнителю, и композитору, и аранжировщику, и звукорежиссёру, и музыканту-педагогу сегодня уже недостаточно быть только уверенным пользователем персонального компьютера для достижения высоких профессиональных результатов и эффективного применения широкого спектра МКТ, представленных на российском и мировом рынке в данной сфере. Следовательно, возникает необходимость внесения изменений в программы подготовки музыкантов различных специальностей в области информатики, предполагающих формирование информационной компетентности современного музыканта на базе МКТ как основы его профессионализма.

Однако чётких границ феномена МКТ в сфере образования на данный момент не очерчено. В существующих учебных курсах рассматриваются лишь отдельные его аспекты, а при его определении не отражается вся многогранность междисциплинарной области, отсутствуют системный подход к обучению и единые стандарты. В связи с этим мы уточняем понятие феномена музыкально-компьютерных технологий. Так, в предыдущей лекции «Музыка, математика и информатика: история взаимодействия» (см. журнал «ИКОНИ», № 3, 2020) были рассмотрены процессы взаимосвязи и взаимопроникновения различных областей музыки, математики и информатики [4]. Настоящая лекция посвящена рассмотрению различных аспектов развития и применения музыкально-компьютерных технологий в современной музыкальной практике, включающей музыкальное творчество, исполнительство и область музыкального образования.

Сегодня для активного функционирования в творческом пространстве подобных технологий уровня подготов-

ки специалистов только в области музыки или информатики недостаточно, поскольку МКТ — междисциплинарная сфера, требующая для успешной работы в ней и существенной музыкальной подготовки, и фундаментальных знаний в области информатики. Возникает проблема совершенствования процесса обучения информатике музыкантов различных специальностей, необходимость разработки методики обучения информатике, учитывающей достижения МКТ и призванной формировать адекватный уровень информационной компетентности современного музыканта.

### **Музыкально-компьютерные технологии как новая образовательная творческая среда в формировании современного музыканта**

Наряду с традиционными музыкальными инструментами, на которые ориентировано обучение музыке, всё большее распространение получает музыкальный компьютер и МКТ, которые открывают новые возможности для творческого эксперимента, расширения музыкального кругозора, художественного тезауруса обучаемых, и это делает обучение владению ими особенно актуальным. Новые информационные технологии, ориентированные на современное музыкальное образование, создают условия для подготовки музыкального деятеля, владеющего кроме традиционных музыкальных дисциплин музыкальным компьютером как новым музыкальным инструментом [2].

Важнейшими сферами приложения и развития МКТ сегодня являются:

– МКТ в профессиональном музыкальном образовании (как средство для расширения творческих возможностей);

– МКТ в общем образовании (как одно из средств обучения);

– МКТ как средство реабилитации людей с ограниченными возможностями;

– МКТ как раздел дисциплины «Информатика», «Информационные технологии»;

– МКТ как новое направление в образовании специалистов технического профиля, связанное, в частности, с моделированием элементов музыкального творчества, звукотембральным программированием, музыкальным программированием, что обуславливает возникновение новых творческих технических специальностей [7].

Наблюдающиеся тенденции развития МКТ в общем и профессиональном музыкальном образовании, а также в подготовке специалистов информационно-технологического профиля обучения, возможности их применения, широкая востребованность, разнообразие сферы приложения позволяют говорить о появлении нового феномена — МКТ.

*Основными компонентами МКТ как новой образовательной творческой среды являются:*

– *музыкальный компьютер* как основной элемент аппаратно-инструментальной базы новой образовательной творческой среды и программное обеспечение музыкально-компьютерного образовательного комплекса;

– *методическая система и её методологическая основа*, позволяющие адекватно использовать МКТ на всех этапах и во всех направлениях музыкально-образовательного процесса, психолого-педагогические аспекты их применения;

– *МКТ как социально-культурный фактор интеллектуального и эмоционального развития личности* [5].

МКТ постоянно обновляются, что в свою очередь обогащает их функциональные возможности. Актуальная на сегодняшний день конфигурация по истечении некоторого времени неизбежно будет восприниматься как «устаревшая». Тем не менее можно рассматривать определённые параметры конфигурации МКТ образовательного комплекса как базовые, оптимальные для решения поставленных

задач. Состав *аппаратной части музыкально-компьютерного образовательного комплекса* разрабатывался с учётом соотношения методической целесообразности и рентабельности и был апробирован на базе учебно-методической лаборатории «Музыкально-компьютерные технологии» РГПУ им. А.И. Герцена в процессе реализации программы профессиональной переподготовки, при проведении занятий на курсах повышения квалификации, в период апробации и внедрения инновационного учебно-методического комплекса «Музыка и информатика» Национальным фондом подготовки кадров Министерства образования и науки РФ, в процессе разработки и реализации профессионально-образовательного профиля подготовки бакалавров художественного образования «Музыкально-компьютерные технологии». Разработана и внедрена программа магистерской подготовки «Музыкально-компьютерные технологии в образовании». Программы бакалавриата и магистратуры внедрены в образовательный процесс многих музыкальных и педагогических вузов страны, академий культуры и консерваторий.

Музыкально-компьютерный образовательный комплекс состоит из объединённых в локальную сеть компьютеров, оборудования для аудиовизуального сопровождения (рис. 1).

*Аппаратная часть учебной музыкально-компьютерной аудитории* включает следующий комплект оборудования:

- персональные компьютеры в стандартной комплектации;
- MIDI-клавиатуры;
- специализированные звуковые карты или внешние аудиоинтерфейсы;
- головные стереотелефоны (средство индивидуального контроля аудиосигналов);
- динамические микрофоны (индивидуальные средства для записи речи, голоса и акустических сигналов);
- компьютер преподавателя, визуальная информация с которого демонстри-

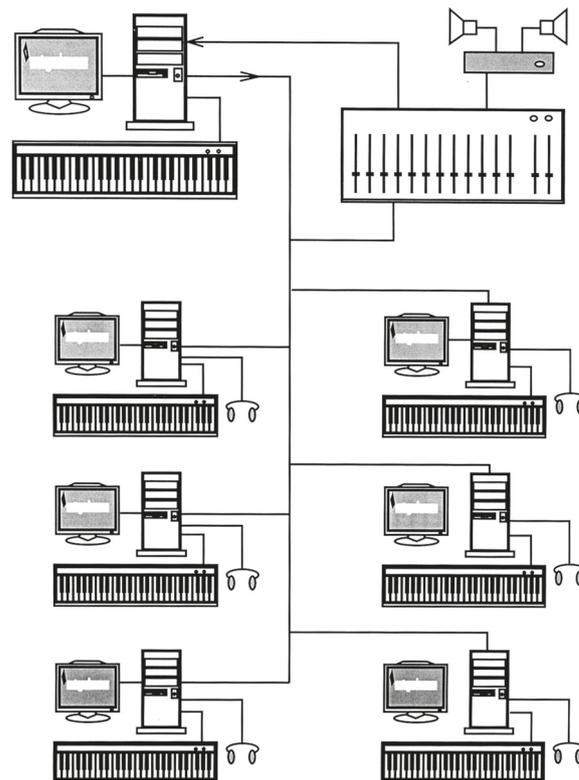


Рис. 1. Схема оборудования класса:  
1 — компьютер преподавателя,  
2 — рабочие места учащихся,  
3 — микшерный пульт,  
4 — усилитель и акустические системы

руется на настенном экране с помощью мультимедийного проектора;

– для коллективной работы, совместного прослушивания выполненных заданий и ансамблевого музицирования все компьютеры через микшерский пульт подключаются к Hi-Fi-усилителю и студийным акустическим системам.

Данное оборудование позволяет преподавателю активно использовать индивидуально-групповую форму занятий, корректировать действия каждого ученика с учётом особенностей его дарования. Одновременное выполнение заданий всеми обучающимися благодаря наушникам позволяет работать, не создавая помех для остальных участников учебного процесса, обеспечивается также усвоение учащимися материала и закрепление полученных знаний и

навыков непосредственно на занятиях. Таким образом, учебное время используется максимально эффективно. Подключение к звуковой карте компьютера MIDI-клавиатуры или синтезатора является необходимым условием существенного расширения возможностей обучения и музыкального творчества, поскольку превращает компьютер в полноценный музыкальный инструмент. Разработанные в соответствии со стандартом MIDI принципы табличного волнового синтеза, использование аппаратных и программных сэмплеров, позволяющих оперировать готовыми наборами тембровых коллекций (инструментальными банками), открывают широчайшие возможности работы с практически неограниченным набором тембров как «живых» инструментов, так и электронных, в том числе пока ещё не существующих. В такой виртуальной студии звукозаписи к исполненной на MIDI-клавиатуре и отредактированной в секвенсоре музыке могут быть добавлены партии других инструментов (в том числе «живое» звучание, записанное через микрофон). MIDI-запись позволяет распечатать произведение в виде нотной партитуры или отдельных партий, добавить видеоматериал.

### **Программное обеспечение музыкально-компьютерного образовательного комплекса**

Среди множества музыкальных компьютерных программ, ориентированных на разные виды деятельности, первое место по количеству, разнообразию и популярности у профессиональных музыкантов занимают программы для музыкального творчества — создания и аранжировки произведений. Собственно образовательные программы составляют лишь небольшую часть.

Программная часть учебного МКТ программно-аппаратного комплекса состоит из операционной системы и

программного обеспечения, которые вместе образуют «программную платформу» комплекса. Взаимодействие программной платформы и аппаратного обеспечения можно рассматривать как программно-аппаратный комплекс, который может быть реализован различными способами.

Задачи, которые решаются при подготовке специалистов с использованием МКТ, меняются в процессе развития самих технологий. Поэтому целесообразно использовать несколько МКТ-классов с различной комплектацией на различных платформах. Это позволит музыкантам получить разносторонний опыт работы, подготовиться к различным условиям функционирования в сфере МКТ, обеспечит необходимый уровень востребованности на рынке труда.

При разработке *компьютерных музыкальных обучающих систем* решается комплекс педагогических, психологических и технологических проблем. Основными являются следующие задачи: поддержка учебного процесса с использованием компьютерных технологий в качестве инструментальных средств обучения на музыкально-теоретических специальностях; МКТ как средство контроля качества музыкального образования; поддержка учебно-музыкальной деятельности путём создания автоматизированных рабочих мест; поддержка исследовательской музыкальной деятельности путём организации информационного взаимодействия с внешней научной средой; развитие систем дистанционного музыкального образования.

Внедрение музыкального компьютера в учебный процесс даст должный эффект в том случае, если у преподавателя будет широкий выбор обучающих и контролируемых программ, охватывающих все темы курса. Некоторые обучающие программы и инновационные учебно-методические комплексы, включающие необходимые сервисы обучения, можно найти в Сети.



### **Методическая система использования МКТ в музыкально-образовательном процессе**

Интенсивное развитие теоретических средств информационных технологий обучения предоставляет лишь хорошие дидактические возможности, эффективность реализации которых в значительной мере зависит от уровня развития, дидактической обоснованности и «технологичности» методического обеспечения. Цифровые методы обработки информации позволяют не только существенно ускорить многие технологические (и творческие) процессы и практически свести к нулю ошибки при передаче, хранении и воспроизведении огромных объёмов информации. МКТ могут также служить неким универсальным «знаменателем», к которому легко привести самые различные виды музыкальной информации [3; 11–13].

*Обучающие музыкальные программы* могут найти применение на всех уровнях системы музыкального образования. Они успешно применяются в профессиональном музыкальном образовании при обучении и повышении квалификации; их использование обеспечивает естественность процесса обучения, позволяет сократить его срок. Музыкальный компьютер не исключает традиционных форм обучения, основанных на непосредственном творческом общении, но создаёт новые позитивные факторы в обучении, в частности значительное увеличение доли и эффективности самостоятельной работы учащихся. Возможен постепенный переход от сложившегося типа обучения в почти обязательной трёхступенной системе школа — училище — вуз к различным альтернативным системам. Это позволит преодолеть предметно-информационное дублирование, оптимизировать методики преподавания, сократить сроки обучения. Меняется позиция педагога, который становится

носителем нового педагогического мышления и принципов педагогики сотрудничества. Он получает возможность проектирования и перепроектирования (в зависимости от потребностей учебного процесса) своей деятельности.

Интенсивное развитие теоретических средств информационных технологий обучения предоставляет лишь хорошие дидактические возможности, эффективность реализации которых в значительной мере зависит от уровня развития, дидактической обоснованности и «технологичности» методического обеспечения. Использование МКТ в музыкальном образовании даёт возможность:

– существенно активизировать развитие музыкального слуха и мышления, что обусловлено их интенсивными обучающими возможностями, основанными на интеграции логико-перцептивных форм деятельности. Понимание элементов музыкального языка происходит с помощью ощущений и зрительно-наглядных представлений, что дополняет возможности вербального общения. На занятиях по музыкальным дисциплинам оптимизируются все виды слухового анализа, объективизируется контроль деятельности обучаемых и оценки результатов, в ряде упражнений преодолевается зависимость от темпированного фортепиано, негативно сказывающаяся на развитии слуха. Нетворческие формы труда преподавателя передаются компьютеру, что позволяет демонстрировать выразительные возможности гармонии (прежде всего — конструктивную логику), наблюдать закономерности музыкальной морфологии и синтаксиса, упрощает получение навыков ориентирования в интонационно-семантической плоскости, слышания и осознания содержательно-образного плана, способствует сближению учебного материала с художественной практикой, наконец, обогащает тембровый слух учащихся, их представления о красочно-многомерном качестве звука;



– автоматизировать практические занятия по развитию музыкальных способностей, чтению нот с листа, а также развивать музыкальный слух у лиц, обладающих его дефектами;

– вести контроль усвоения пройденного материала. При этом можно получать данные о качестве усвоения учебного материала непосредственно в ходе занятий, либо отсроченно, в зависимости от цели деятельности преподавателя;

– развивать практические навыки в области композиции, аранжировки. Важной для учащегося является возможность экспериментирования на синтезаторе или MIDI-клавиатуре с компьютером, поиска новых звучаний, новых музыкальных форм и др. Музыкальный компьютер допускает также мгновенную фиксацию удачной импровизации, возможность исправления ошибок (вплоть до отдельных элементов звука), точных (до миллисекунды) купюр и вставок;

– изучать принципы формообразования, исследовать тембры, темпы и другие элементы музыкальной речи. При этом возможно использование компьютерной техники для анализа музыкальных произведений (музыковедческий анализ, исследование и сравнение музыкальных стилей, жанров, типов композиции и т. д.) для выявления внутренних формальных (преимущественно статистических) связей элементов композиции (формальный анализ музыки). В рамках развития этого направления целесообразно решение задачи определения подлинности анонимных произведений, их возможного авторства;

– создавать всевозможные справочно-информационные системы, выполняющие учебно-образовательные функции в рамках процесса изучения музыки, а также её преподавания. Освоение огромнейшего материала, накопленного музыкальной теорией и историей, требует значительных затрат времени. В связи с этим развитие системы образования в данной области идёт по экстенсивному

пути и осуществляется за счёт увеличения объёмов учебного времени. МКТ позволяют не только надёжно сохранять музыкальный материал, но и получать информацию по всем его формализующим свойствам и параметрам;

– развивать музыкально-художественный кругозор, являющийся основой полноценной творческой жизни музыканта, необходимой предпосылкой его твёрдой позиции в искусстве;

– постоянно повышать качество преподавания музыкально-теоретических дисциплин за счёт расширения возможностей и объёмов преподавания и улучшения управления процессами усвоения и использования знаний. Все моменты, связанные с психологически угнетающим многократным повторением в педагогическом процессе одного и того же материала, с выполнением определённых упражнений, обеспечивающих выработку у молодых музыкантов умений, знаний, навыков с проверкой этих знаний, могут быть поручены компьютеру. Использование на занятиях по сольфеджио, гармонии, полифонии обучающихся, тренажёрных и контролирующих систем позволяет необычайно интенсифицировать учебный процесс, делает его полностью индивидуализированным для каждого учащегося, избавляет от рутинной тренажёрной работы педагога, создаёт атмосферу неподдельного интереса к музицированию;

– обучающие музыкальные программы могут найти самое широкое применение и в тех случаях, когда необходимо интенсивное восстановление навыков после длительного перерыва в обучении либо при необходимости быстрого и прочного формирования специальных музыкальных навыков.

### **Социально-культурный фактор интеллектуального и эмоционального развития личности обучаемого**

Генеральная цель, сверхзадача музыкального образования — обеспечивать



совершенствование личности, воспитывать музыкальную, художественную культуру. Внедрение музыкального компьютера в учебный процесс в рамках личностно-ориентированной модели обучения способствует развитию обучаемого как личности, формирует у него потребность в самообразовании, саморазвитии.

В результате практической педагогической деятельности на базе музыкальных учебных заведений, а также проводимых научных исследований экспериментально установлено, что музыкальный компьютер обладает огромным потенциалом для интеллектуального и эмоционально-личностного развития обучаемых [2; 3 и др.].

Интерес современных учащихся к музыкальному компьютеру огромен, а информированность в сфере постоянно обновляющихся МКТ впечатляет. Чтобы компьютер из помощника ученика не превратился в монстра-поработителя, необходимо не только детальное изучение проблемы специалистами, но, в первую очередь, освоение этих технологий. Необходимо опережающее профессиональное владение всем арсеналом современных МКТ. Это обеспечит возможность широчайшего применения музыкального компьютера (в том числе как инструмента, раскрывающего перспективы и новые возможности в профессиональной деятельности музыканта) в образовательном процессе на различных уровнях: в ДМШ, ДШИ, в музыкальных лицеях, в старших классах общеобразовательной школы, в музыкальных училищах и музыкально-педагогических колледжах, в системе профессионального образования, в учреждениях дополнительного образования.

Обучающие музыкальные программы последнего поколения могут предложить каждому учащемуся очень много вариантов индивидуальной настройки: осваивая учебный материал, учащийся сам устанавливает скорость обучения, выбирает

объём материала и степень его сложности, то есть сам определяет пути и способы приобретения новых знаний. В результате доминирующей для него становится основная задача всего процесса обучения, связанная с овладением знаниями, умениями и навыками, необходимыми для успешной музыкальной деятельности, появляется устойчивый интерес к учёбе и познавательные мотивы, формируются потребности в самообучении, в саморазвитии, а также умение самоопределяться в учебной деятельности, осознание личной ответственности в ней.

Построение процесса обучения в виде развивающих интерактивных игр резко повышает внимание и интерес к учебному материалу. Значительно улучшается качество восприятия информации и музыкального сопровождения учебного процесса. Практически у всех учащихся отмечается положительное исходное отношение к работе с музыкальным компьютером; рост творческого самоуважения; снижение информационной перегрузки. Даже при неудачном выполнении задания отмечается устойчивая положительная мотивация на всём протяжении выполнения программы.

Известно, что применение МКТ облегчает и ускоряет процесс усвоения материала, сокращая первоначальный этап приобретения умений и навыков и их теоретического осмысления; подавляет ощущение барьера между обучающими и обучаемыми; минимизирует непроизводительное расходование времени занятия; увеличивает время активной самостоятельной деятельности учащихся; учащийся более глубоко понимает изучаемый материал; появляется мотивация обучаемого на контакт с новой областью знаний; сокращается время обучения; уменьшаются затраты на профессиональную переподготовку и повышение квалификации.

Абсолютно незаменимыми становятся МКТ в процессе реабилитации и социальной адаптации людей с ограниченными



возможностями. Так, при обучении музыке слабослышащих детей были достигнуты удивительные результаты: слабослышащий ребёнок приобретает способность слышать музыку, вдохновенно исполнять её; его речь становится интонационно окрашенной, понятной окружающим [1; 9; 10].

Многие из названных аспектов применения современных МКТ в музыкальном образовании были рассмотрены на прошедшей в декабре 2020 года в РГПУ им. А.И. Герцена XIX Международной научно-практической конференции «Современное музыкальное образование — 2020: творчество, наука, технологии», организованной учебно-методической лабораторией «Музыкально-компьютерные технологии» РГПУ и Санкт-Петербур-

бургской государственной консерваторией им. Н.А. Римского-Корсакова. На конференции была высказана идея о создании в РГПУ им. А.И. Герцена на базе УМЛ «Музыкально-компьютерные технологии» Центра по обмену научной и методической информацией в области музыкального искусства, музыкального воспитания и образования, призванного в том числе всемерно содействовать развитию МКТ как важнейшему условию в реформировании современного музыкального образования, способствовать интенсивному развитию и широкому распространению интерактивных средств обучения, включить исполнительство на электронных музыкальных инструментах [6; 8] в перечень дисциплин в системе российского музыкального образования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Воронов А.М., Горбунова И.Б. Методика обучения информационным технологиям людей с нарушением зрения // *Общество: социология, психология, педагогика*. 2015. № 5. С. 15–19.
2. Горбунова И.Б. Информационные и музыкально-компьютерные технологии в музыкальном образовании // *Современное музыкальное образование — 2016: материалы XV Международной научно-практической конференции*. Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербургская государственная консерватория им. Н.А. Римского-Корсакова. 2017. С. 44–51.
3. Горбунова И.Б. Методические аспекты толкования функционально-логических закономерностей музыки и музыкально-компьютерные технологии: системы музыкальной нотации // *Общество: социология, психология, педагогика*. 2016. № 10. С. 69–77.
4. Горбунова И.Б., Заливадный М.С. Музыка, математика и информатика: история взаимодействия // *ИКОНИ*. 2020. № 3. С. 137–150.
5. Горбунова И.Б., Романенко Л.Ю. Феномен музыкально-компьютерных технологий в современной культурологической и социогуманитарной теории и практике // *Казанский педагогический журнал*. 2015. № 5–2 (112). С. 388–395.
6. Gorbunova I.B. Electronic Musical Instruments: To the Problem of Formation of Performance Mastery // *Int'l Conference Proceedings*. 2018, pp. 23–28.
7. Gorbunova I.B. Music Computer Technologies in the Perspective of Digital Humanities, Arts, and Researches // *Opcon*. 2019. V. 35. No. S24, pp. 360–375.
8. Gorbunova I.B. New Tool for a Musician // *ICASET-18, ASBES-18, EEHIS-18. International Conference Proceedings*. 2018, pp. 144–149.
9. Gorbunova I.B., Govorova A.A. Music Computer Technologies in Teaching Children with Profound Visual Impairment: Peculiarities, Problems and Perspectives // *ICONI*. 2019. No. 1, pp. 42–52. DOI: 10.33779/2658-4824.2019.1.042-052.
10. Gorbunova I.B., Voronov A.M. Music Computer Technologies in Computer Science and Music Studies at Schools for Children with Deep Visual Impairment // *16th International Conference on Literature, Languages, Humanities & Social Sciences (LLHSS-18)*. Budapest, Hungary. *Int'l Conference Proceedings*, pp. 15–18, Oct. 2018. DOI: 10.17758/URUAE4.UH10184022.
11. Gorbunova I.B., Zalivadny M.S. Leonhard Euler's Theory of Music: Its Present-Day

Significance and Influence on Certain Fields of Musical Thought // Problemy muzykal'noj nauki / Music Scholarship. 2019. No. 3, pp. 104–111. DOI: 10.17674/1997-0854.2019.3.104-111.

12. Gorbunova I.B., Zalivadny M.S. The Integrative Model for the Semantic Space of Music: Perspectives of Unifying Musicology and Musical Education // Problemy muzykal'noj nauki / Music Scholarship. 2018. No. 4, pp. 55–64. DOI: 10.17674/1997-0854.2018.4.055-064.

13. Gorbunova I.B., Zalivadny M.S., Tovpich I.O. Mathematical Methods of Research in Musicology: An Attempt of Analyzing a Material from Contemporary Historical Heritage (Reflections on Xenakis' Book MUSIQUES FORMELLES). 15th International Conference on Education, Economics, Humanities and Interdisciplinary Studies (EEHIS-18). ICASET-18, ASBES-18, EEHIS-18 // International Conference Proceedings, June 20–21, 2018. Paris, France. Pp. 134–138. DOI:10.17758/URUAE2.AE06184022.

---

Об авторе:

**Горбунова Ирина Борисовна**, доктор педагогических наук, профессор кафедры цифрового образования; руководитель учебно-методической лаборатории «Музыкально-компьютерные технологии», Российский государственный педагогический университет имени А.И. Герцена (191186, г. Санкт-Петербург, Россия),  
**ORCID: 0000-0003-4389-6719**, gorbunovaib@herzen.spb.ru

---

 REFERENCES 

1. Voronov A.M., Gorbunova I.B. Metodika obucheniya informatsionnym tekhnologiyam lyudey s narusheniem zreniya [Methods of Teaching Information Technologies for People with Visual Impairments]. *Obshchestvo: sotsiologiya, psikhologiya, pedagogika* [Society: Sociology, Psychology, Pedagogy]. 2015. No. 5, pp. 15–19.

2. Gorbunova I.B. Informatsionnye i muzykal'no-komp'yuternye tekhnologii v muzykal'nom obrazovanii [Information and Music-Computer Technologies in Music Education]. *Sovremennoe muzykal'noe obrazovanie — 2016: materialy XV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Modern Music Education — 2016: Materials of the XV International Scientific-Practical Conference]. Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg State Conservatory named after Rimsky-Korsakov. 2017, pp. 44–51.

3. Gorbunova I.B. Metodicheskie aspekty tolkovaniya funktsional'no-logicheskikh zakonomernostey muzyki i muzykal'no-komp'yuternye tekhnologii: sistemy muzykal'noy notatsii [The Methodological Aspects of the Interpretation of the Functional-Logical Laws of Music and Musical Computer Technologies: Systems of Musical Notation]. *Obshchestvo: filosofiya, istoriya, kul'tura* [Society: Philosophy, History, Culture]. 2016. No. 10, pp. 69–77.

4. Gorbunova I.B., Zalivadny M.S. Muzyka, matematika i informatika: istoriya vzaimodeystviya [Music, Mathematics and Computer Science: History of Interaction]. *ICONI*. 2020. No. 3, pp. 137–150. DOI: 10.33779/2658-4824.2020.3.137-150.

5. Gorbunova I.B., Romanenko L.Yu. Fenomen muzykal'no-komp'yuternykh tekhnologiy v sovremennoy kul'turologicheskoy i sotsiogumanitarnoy teorii i praktike [The Phenomenon of Music and Computer Technologies in Modern Cultural and Socio-Humanitarian Theory and Practice]. *Kazanskiy pedagogicheskiy zhurnal* [Kazan Pedagogical Journal]. 2015. № 5–2 (112), pp. 388–395.

6. Gorbunova I.B. Electronic Musical Instruments: To the Problem of Formation of Performance Mastery. *Int'l Conference Proceedings*. 2018, pp. 23–28. DOI: 10.17758/URUAE4.UH10184023.

7. Gorbunova I.B. Music Computer Technologies in the Perspective of Digital Humanities, Arts, and Researches. *Opcion*. 2019. V. 35. No. S24, pp. 360–375.

8. Gorbunova I.B. New Tool for a Musician // ICASET-18, ASBES-18, EEHIS-18. *International Conference Proceedings*. 2018, pp. 144–149. DOI:10.17758/URUAE2.AE06184024.



9. Gorbunova I.B., Govorova A.A. Music Computer Technologies in Teaching Children with Profound Visual Impairment: Peculiarities, Problems and Perspectives. *ICONI*. 2019. No. 1, pp. 42–52. DOI: 10.33779/2658-4824.2019.1.042-052.
10. Gorbunova I.B., Voronov A.M. Music Computer Technologies in Computer Science and Music Studies at Schools for Children with Deep Visual Impairment. *16th International Conference on Literature, Languages, Humanities & Social Sciences (LLHSS-18)*. Budapest, Hungary. *Int'l Conference Proceedings*, pp. 15–18, Oct. 2018. DOI: 10.17758/URUAE4.UH10184022.
11. Gorbunova I.B., Zalivadny M.S. Leonhard Euler's Theory of Music: Its Present-Day Significance and Influence on Certain Fields of Musical Thought. *Problemy muzykal'noj nauki / Music Scholarship*. 2019. No. 3, pp. 104–111. DOI: 10.17674/1997-0854.2019.3.104-111.
12. Gorbunova I.B., Zalivadny M.S. The Integrative Model for the Semantic Space of Music: Perspectives of Unifying Musicology and Musical Education. *Problemy muzykal'noj nauki / Music Scholarship*. 2018. No. 4, pp. 55–64. DOI: 10.17674/1997-0854.2018.4.055-064.
13. Gorbunova I.B., Zalivadny M.S., Tovpich I.O. Mathematical Methods of Research in Musicology: An Attempt of Analyzing a Material from Contemporary Historical Heritage (Reflections on Xenakis' Book *MUSIQUES FORMELLES*). *15th International Conference on Education, Economics, Humanities and Interdisciplinary Studies (EEHIS-18)*. ICASET-18, ASBES-18, EEHIS-18. International Conference Proceedings, June 20–21, 2018. Paris, France. Pp. 134–138. DOI:10.17758/URUAE2.AE06184022.

---

*About the author:*

**Irina B. Gorbunova**, Dr.Sci. (Education), Professor at the Department of Digital Education; Head of the Educational and Methodical Laboratory “Music Computer Technologies”, Herzen State Pedagogical University of Russia (191186, St. Petersburg, Russia),  
**ORCID: 0000-0003-4389-6719**, gorbunovaib@herzen.spb.ru

---

