

Горбунова Ирина Борисовна

доктор педагогических наук, профессор,
профессор кафедры информатизации образования,
главный научный сотрудник
Учебно-методической лаборатории
«Музыкально-компьютерные технологии»
Российского государственного педагогического
университета имени А.И. Герцена

КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ И МУЗЫКАЛЬНО-КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

Аннотация:

Статья посвящена рассмотрению области компьютерных наук, связанной с математическими и компьютерными методами исследования в музыковедении, музыкальном творчестве и музыкальном образовании. Обсуждаются программно-аппаратный комплекс музыкально-компьютерных технологий, их возможности в системе современного образования.

Ключевые слова:

музыкальная информатика, компьютерные науки, компьютерное музыкальное творчество, цифровые искусства, медиамузыка, компьютерная музыка, музыкальное программирование.

Gorbunova Irina Borisovna

D.Phil. in Education Science, Professor,
Informatization of Education Department,
Chief Research Associate,
Academic Laboratory
“Music and Computer Technologies”,
Herzen State Pedagogical
University of Russia

COMPUTER SCIENCE AND COMPUTER MUSIC TECHNOLOGIES IN EDUCATION

Summary:

The article is devoted to the field of computer science, related to the mathematical and computer methods of research in musicology, musical works and musical education. The author discusses the software and hardware of computer music technologies, their resources in the system of modern education.

Keywords:

musical computer science, computer science, computer music works, digital art, media music, computer music, music programming.

Компьютерные науки охватывают широкий круг вопросов от теории вычислений к современным методам программирования и представляют сегодня ядро теоретических и практических знаний, которые используют в своей работе специалисты в области вычислительной техники, программирования, информационных систем и технологий. Как научная дисциплина компьютерные науки возникли в начале 40-х гг. XX в. в результате слияния теории алгоритмов и математической логики, а также изобретения вычислительных машин.

В настоящее время в области компьютерных наук обычно выделяют несколько основных направлений исследования: алгоритмы и структуры данных, языки программирования, архитектуру компьютеров, операционные системы и компьютерные сети, разработку программного обеспечения, базы данных и информационно-поисковые системы, системы искусственного интеллекта, робототехнику, компьютерную графику, взаимодействие человека и компьютера, вычислительную математику, биоинформатику и т. д.

Наиболее перспективные направления развития компьютерных наук связываются с вычислительной математикой, теорией познания, библиотековедением, деловой информатикой, биоинформатикой, организацией и управлением промышленным производством, архитектурой.

Однако обычно осторожно обходят область компьютерных наук, связанную с математическими и компьютерными методами исследования в музыковедении и, особенно, их использования в музыкальном творчестве. Между тем сформировались следующие направления и, соответственно, учебные дисциплины, самым ярким образом иллюстрирующие непосредственную связь знаний в сфере науки о музыке и области компьютерных наук, которые используют в своей работе специалисты в сфере *музыкальной информатики, компьютерного музыкального творчества, цифровых искусств, медиамузыки, компьютерной музыки, музыкального и звукотембрального программирования* [1; 2; 3; 4; 5; 6]. Вместе с тем, как показывает практика, именно использование, разработка и широчайший спектр функциональных возможностей и, соответственно, востребованность программных продуктов и программно-аппаратных комплексов музыкально-компьютерного назначения, использование их как в музыковедческих исследованиях, так и в музыкально-творческом процессе и в системе современного музыкального образования составляют действенную основу для развития *самых* компьютерных наук [7; 8; 9; 10; 11; 12; 13].

Информатизация и компьютеризация сегодня коснулись практически всех сфер человеческой деятельности, в том числе музыкально-творческой. Современные музыканты различных

специальностей имеют возможность применять *музыкально-компьютерные технологии (МКТ)* [14; 15; 16; 17] в процессе работы со звуком – его создания, преобразования и сохранения на цифровых носителях; в ходе работы над музыкальным произведением – при его написании, исполнении, сохранении и в процессе создания звуковой составляющей в рамках мультимедиапроектов; в процессе обучения различным музыкальным дисциплинам и других музыкально-творческих, научно-исследовательских и образовательных направлениях.

Однако для эффективной реализации данной возможности пользовательского уровня владения специализированными музыкальными программно-аппаратными средствами недостаточно, требуется более глубокая подготовка в области информатики и прикладного программирования в сфере музыки – музыкального и звукотембрального программирования и т. п. Для успешной разработки этих программно-аппаратных средств специалистам в области информатики недостаточно только физико-математической и технической подготовки, требуется достаточно существенный уровень знаний музыкальной теории и практический опыт работы со звуком и музыкой в цифровом формате.

Отметим также усиление интереса отечественных ученых (музыкантов и программистов) в последние годы к проблеме моделирования процесса музыкального творчества [18; 19; 20; 21], музыкальному программированию [22; 23; 24].

Отдельную группу исследований составляют практические исследования и разработки, направленные на создание моделей для распознавания музыки с помощью *музыкального компьютера (МК)* [25; 26], получение читаемой нотной записи в формате MIDI из музыкальной аудиозаписи формата mp3 и wave. В целом сегодня можно выделить два класса разработок в данной области: системы, сравнивающие аудиоотпечатки мелодии, и системы, работающие с объектным форматом мелодии, ориентированные, как правило, на массового пользователя [27].

Подходы к рассмотрению, обработке и структуризации статистической информации, полученной при анализе музыкального текста (музыкального фрагмента в формате MIDI (партитуры)) стандартными методами, позволяют выделить большее количество закономерностей, сделать возможными моделирование и интерактивные эксперименты и в дальнейшем – проведение семантического анализа всего произведения в целом. Такой инструмент исследования дает возможность получить конкретные результаты в следующих теоретических и практических областях:

- построение моделей звуковых последовательностей, удовлетворяющих заданным условиям;

- изучение особенностей восприятия звуковых сигналов как информационного потока; установление принадлежности различных звуковых фрагментов к определенным типам; установление авторства звуковых записей;

- восстановление утраченных фрагментов музыкальных записей; имитация звуковых сигналов заданного характера и т. д.

Возникает объективная необходимость совершенствования системы подготовки специалистов в области *МКТ* – как разработчиков, так и пользователей – в российских учреждениях высшего профессионального музыкального, технического и педагогического образования, необходимость включения в ее цели подготовки профессионалов, способных работать на стыке гуманитарной и технической областей знания.

Стремительное развитие художественно-технического инструментария музыкальной звукорежиссуры, в частности технологий создания трехмерного звука, и необходимость разработки методов их эффективного использования в процессе создания звуковых составляющих комплексного художественного образа – *комплексной модели семантического пространства музыки* [28; 29] являются органической частью формирования пространственных свойств «*звуковой картины*» (термин В.Г. Динова) пространства. Как известно, акустические процессы часто оказывают определяющее влияние на различные аспекты творческой деятельности музыканта, композитора, звукорежиссера.

Вызывают значительный научный интерес результаты диссертационных исследований, выполненных на стыке технических наук и музыкознания. Среди них отметим работу А.Р. Рустамова «Звуковой образ пространства в структуре художественного языка звукорежиссуры» (2013), выявляющую основные закономерности в процессе создания звукового образа пространства. Исследование связи слуховой оценки пространства с его объективными свойствами, осуществление успешного в эстетическом отношении предиктивного контроля акустических качеств пространства и классификация факторов, отвечающих за формирование слуховых ощущений слушателя от прослушивания музыкального материала в различных акустических условиях, являются новым этапом на пути развития искусства музыкальной звукорежиссуры, важным шагом к последовательному формированию элементов комплексной модели семантического пространства музыки, отражающему

современное состояние развития *МКТ*, поскольку позволяют понять глубинные принципы формирования звукового образа пространства, удовлетворяющего высоким эстетическим оценкам, и могут служить ориентиром в творческой деятельности современного музыканта и звукорежиссера в процессе создания музыкальных композиций. А. Рустамов показал, что, коррелируя субъективные оценки трехмерных синтезированных образов пространств, созданных с применением *технологии аурализации* (критерии: *жизненность, ширина источника, окружение звуком, ясность, теплота звучания* и т. д.), с их объективными акустическими параметрами, можно наблюдать те же тенденции, что и для оценки акустических качеств реальных пространств [30]. Таким образом, моделируя объективные корреляты этих параметров, можно формировать необходимые качества синтезированного звукового образа пространства [31; 32; 33].

А.В. Чернышов в работе «Медиамузыка: основы теории, практика и история», 2014 г.) обобщил практический, исторический и теоретический опыт музыкального творчества в СМИ. Обозначив проблематику современных *электронных медиа*, ученый разработал новое направление в искусствоведении – *медиамузыка*, или *медиамузыкальные технологии*, – которое затронуло как сугубо информационные формы средств массовой информации, так и новые художественные жанры, связанные с развитием *цифровых искусств* [34; 35; 36].

Работа Н.Ю. Глазырина «Алгоритмическое распознавание аккордов в цифровом звуке» (2015), посвященная проблеме распознавания последовательности аккордов в процессе звукозаписи, позволяет сделать вывод о внесении автором существенного научно-теоретического вклада в область разработки методов распознавания последовательности аккордов и подходов к их программной реализации. Среди основных результатов, полученных автором, выделим следующие: разработка алгоритма распознавания аккордов и метода для более точного выделения в звуке компонент, соответствующих музыкальным инструментам; разработка подходов и методик, позволяющих добиться более высокого уровня и качества распознавания аккордов при высокой скорости обработки сигнала; разработка соответствующего поставленным в исследовании задачам программного комплекса.

Ранее в работе С.В. Чибирёва «Исследование математических моделей, разработка алгоритмов интерфейса программного комплекса обработки звуковых фрагментов в формате MIDI» (2007) был представлен результат применения математического подхода к анализу звуковых фрагментов в формате MIDI как к абстрактному тексту: основанный на анализе статистических параметров, с последующим моделированием процесса музыкального творчества, разработанный с использованием музыкально-компьютерных технологий инструмент представления записи музыки (звуковых событий) в виде набора статистических параметров и модель, которая позволяет осуществлять синтез звукового фрагмента, удовлетворяющего заданным музыкальным параметрам и характеристикам. Эта работа послужила отправной точкой для постановки многих последующих исследовательских задач и разработок.

Взаимоотношения между музыкой и более широкой категорией «*искусства звуков*» составляют одну из активно обсуждаемых проблем современных научных исследований в области музыкальной композиции. Несомненно, однако, что новая музыкально-историческая ситуация проявила значение музыки как *знаковой системы* и способствовала также изучению взаимодействия между различными типами знаковости в музыкально-исторической традиции. Так, например, авторы и исполнители *интерактивной музыки, аудиовизуальных инсталляций и перформансов* для реализации своих художественных идей создают собственный оригинальный инструментарий, позволяющий им в рамках своих представлений осуществлять взаимодействие с *МК* как со своеобразным партнером, обладающим определенным спектром возможностей. Этот инструментарий включает в себя как программные алгоритмы, регулирующие поведение компьютерной системы в процессе взаимодействия с исполнителем, так и различного рода интерфейсы – сенсоры и контроллеры, позволяющие передавать информацию от исполнителя к компьютеру. Также используются стандартные интерфейсы, являющиеся неотъемлемой частью компьютера, – клавиатура, мышь, микрофон, веб-камера, MIDI-клавиатура. *МКТ-инструментарий* обладает новыми свойствами, дающими исполнителю возможность пережить опыт уникального управления музыкальным материалом.

Современные *аудиовизуальные технологии, МКТ* и соответствующие прикладные исследования иллюстрируют широкий спектр новых направлений в области *компьютерных наук и музыкознания*, в том числе способствуют объединению разных уровней музыкальной семантики. В работах [37; 38] анализируются параметры *аудиовизуального синтеза*, являющиеся средством эмоциональной выразительности для современного композитора и музыкального звукорежиссера; рассматриваются различные направления использования синтеза в музыкальной теории и практике и в синтетических искусствах с участием музыки; содержатся рекомендации к применению данных технологий в науке о музыке и практической музыкальной композиции.

Развитие перечисленных направлений художественного и технического профиля было бы невозможным без активного внедрения результатов исследований в области *компьютерных наук*, доведенного до уровня практической реализации в соответствующей области знания. Как было сказано ранее, сложились самостоятельные области в современном музыкально-образовательном и музыкально-творческом пространстве – *музыкальное программирование* и *музыкальная информатика*. Учебная дисциплина «Музыкальная информатика» введена в цикл специальных (профессиональных) учебных дисциплин многими музыкальными учреждениями страны – вузами, колледжами, музыкальными и музыкально-педагогическими училищами, лицеями, музыкальными школами, а также она преподается в рамках курсов повышения квалификации в музыкальных вузах нашей страны. Более подробно содержание дисциплин, в рамках которых музыкальному программированию отводится существенное внимание, раскрыто в [39; 40; 41].

Результаты проводимых исследований в перечисленных областях, составляющих одно из активно развивающихся направлений в развитии *компьютерных наук*, используются в процессе преподавания ряда учебных дисциплин, составляющих основу направления «Музыкально-компьютерные технологии», среди которых «Компьютерная музыка», «Компьютерное музыкальное творчество» и т. д. [42; 43; 44]. Также разработанные алгоритмы, методы и подходы могут быть включены в систему подготовки специалистов технического профиля по направлению 230200 «Информационные системы», при обучении «Основам музыкального программирования», «Звукотембральному программированию», «Музыкальной информатике», «Музыкальной звукорежиссуре» и другим дисциплинам, Результаты исследований внедрены в систему дополнительного профессионального образования [45].

Будучи в общих рамках «*цифрового искусства*», музыкальное искусство приобретает новые направления развития, связанные с наиболее творческими сферами приложения. Так, благодаря разработанным программным и аппаратным средствам становится возможным создавать «представления» во взаимодействии музыки с видео-, театральными и сценическими элементами, как виртуального, так и реального характера (программы конвертации видеоинформации в MIDI сообщения; программы обработки сенсорных данных происходящих на сцене событий и т. п.).

Все эти и ранее перечисленные аспекты актуализируют мысль о том, что дальнейшее изучение современных средств *МКТ*, основанных на различных аспектах применения музыкального программирования как области научных знаний и широкого спектра сферы практических приложений в различных областях музыкального и технического творчества, необходимо не только для творчества музыкантов, но и для деятельности специалистов в области информатики, работающих в сфере создания программно-аппаратных средств (в том числе электронных музыкальных инструментов), и составляет действенную базу развития самих *компьютерных наук*.

Ссылки:

1. Горбунова И.Б., Заливадный М.С. О математических методах в исследовании музыки и подготовке музыкантов // Проблемы музыкальной науки. 2013. № 1 (12). С. 272–276.
2. Горбунова И.Б., Заливадный М.С. Информационные технологии в музыке. Т. 4: Музыка, математика, информатика : учеб. пособие. СПб., 2013. 180 с.
3. Горбунова И.Б. Музыкально-компьютерные технологии и аудиовизуальный синтез: актуальное значение и перспективы развития // Теория и практика общественного развития. 2014. № 19. С. 162–168.
4. Горбунова И.Б., Заливадный М.С. Музыка, математика, информатика: некоторые педагогические проблемы современного этапа // Современное музыкальное образование – 2013 : материалы междунар. науч.-практ. конф. / под общ. ред. И.Б. Горбуновой. СПб., 2014. С. 22–26.
5. Горбунова И.Б., Заливадный М.С. Музыка, математика, информатика: пути взаимодействия и проблемы современного этапа // Субкультуры и коммуникативные стратегии информационного общества : сб. тр. междунар. науч.-теор. конф. 2014. С. 81–83.
6. Горбунова И.Б., Заливадный М.С. Музыка, математика, информатика: некоторые педагогические проблемы современного этапа.
7. Горбунова И.Б., Заливадный М.С. О теории музыки Леонарда Эйлера // Современное музыкальное образование – 2007–2008 : материалы междунар. науч.-практ. конф. СПб., 2008. С. 103–109.
8. Горбунова И.Б., Заливадный М.С. «Формализованная музыка» Я. Ксенакиса: значение для построения учебных музыкально-математических курсов // Там же. С. 109–114.
9. Горбунова И.Б., Заливадный М.С. Экспериментальная эстетика: композиционные и педагогические проблемы современного этапа компьютерного музыкального творчества // Теория и практика общественного развития. 2014. № 21. С. 289–294.
10. Горбунова И.Б., Заливадный М.С. Опыт математического представления музыкально-логических закономерностей в книге Я. Ксенакиса «Формализованная музыка» // Общество. Среда. Развитие. 2012. № 4 (25). С. 135–139.
11. Горбунова И.Б., Заливадный М.С. О математических методах в исследовании музыки и подготовке музыкантов // Проблемы музыкальной науки. 2013. № 1 (12). С. 272–276.
12. Горбунова И.Б., Заливадный М.С. Музыкально-теоретические воззрения Леонарда Эйлера: актуальное значение и перспективы // Вестник Ленинградского государственного университета имени А.С. Пушкина. 2012. № 4, т. 2. С. 164–172.
13. Горбунова И.Б. Информационные технологии в музыке и музыкальном образовании // Региональная информатика : материалы XIV Санкт-Петербург. междунар. конф. 2014. С. 320–321.

14. Горбунова И.Б. Феномен музыкально-компьютерных технологий как новая образовательная творческая среда // Известия РГПУ им. А.И. Герцена, 2004. № 4 (9). С. 123–138.
15. Горбунова И.Б. Музыкально-компьютерные технологии – новая образовательная творческая среда // Universum: Вестник Герценовского университета. 2007. № 1. С. 47–51.
16. Горбунова И.Б. Музыкально-компьютерные технологии в системе современного музыкального воспитания и образования // Педагогика и психология, культура и искусство : материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. «Педагогика и психология, культура и искусство: проблемы общего и специального гуманитарного образования», 2013. С. 7-12.
17. Горбунова И.Б. Музыкально-компьютерные технологии в подготовке педагога-музыканта // Проблемы музыкальной науки. 2014. № 3 (16). С. 5–11.
18. Горбунова И.Б., Чибирёв С.В. Музыкально-компьютерные технологии: к проблеме моделирования процесса музыкального творчества : монография. СПб., 2012. 160 с.
19. Горбунова И.Б., Чибирёв С.В. Компьютерное моделирование процесса музыкального творчества // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. 2014. № 168. С. 84–93.
20. Горбунова И.Б., Романенко Л.Ю., Чибирёв С.В. Моделирование процесса музыкального творчества с использованием музыкально-компьютерных технологий // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. № 4 (75). С. 16–24.
21. Горбунова И.Б., Чибирёв С.В. Музыкально-компьютерные технологии и проблема моделирования процесса музыкального творчества // Региональная информатика. С. 293–294.
22. Горбунова И.Б., Кибиткина Э.В. Музыкальное программирование: вопросы подготовки специалистов // Искусство и образование. 2010. № 5 (67). С. 104–111.
23. Горбунова И.Б., Заливадный М.С., Кибиткина Э.В. Музыкальное программирование : учеб. пособие. СПб., 2012. 195 с.
24. Горбунова И.Б. Музыкальное программирование, или Программирование музыки и музыкально-компьютерные технологии // Теория и практика общественного развития. 2015. № 7. С. 213–218.
25. Горбунова И.Б. Музыкальный компьютер : монография. СПб., 2007. 399 с.
26. Горбунова И.Б. Информационные технологии в музыке. Т. 3: Музыкальный компьютер : учеб. пособие. СПб., 2011. 411 с.
27. Горбунова И.Б., Романенко Л.Ю., Родионов П.Д. Музыкально-компьютерные технологии в формировании информационной компетентности современного музыканта // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Гуманитарные и общественные науки. 2013. № 1 (167). С. 39–46.
28. Горбунова И.Б., Заливадный М.С., Товпич И.О. Комплексная модель семантического пространства музыки и перспективы взаимодействия музыкальной науки и современного музыкального образования // Научное мнение. 2014. № 8. С. 238–249.
29. Горбунова И.Б. Информационные технологии в музыке и комплексная модель ее семантического пространства // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Гуманитарные и общественные науки. 2014. № 4 (208). С. 152–161.
30. Рустамов А.Р. Звуковой образ пространства в структуре художественного языка звукорежиссуры : дис. ... канд. искусств. СПб., 2013. 191 с.
31. Горбунова И.Б. Музыкальный звук : монография. СПб., 2006. 165 с.
32. Горбунова И.Б. Информационные технологии в музыке. Т. 1: Архитектоника музыкального звука : учеб. пособие. СПб., 2009. 175 с.
33. Горбунова И.Б. Архитектоника звука : монография. СПб., 2014. 125 с.
34. Новые художественные миры. Интервью профессора РГПУ им. А.И. Герцена И.Б. Горбуновой // Музыка в школе. 2010. № 4. С. 11–14.
35. Горбунова И.Б. Информационные технологии в художественном образовании // Философия коммуникации: интеллектуальные сети и современные информационно-коммуникативные технологии / под ред. С.В. Клягина, О.В. Шипуновой. СПб., 2013. С. 192–202.
36. Горбунова И.Б., Заливадный М.С. Компьютерная музыка как одно из проявлений современного этапа экспериментальной эстетики и теоретического музыкознания // Научное мнение. 2014. № 12 (1). С. 113–120.
37. Горбунова И.Б. Музыкально-компьютерные технологии и аудиовизуальный синтез: актуальное значение и перспективы развития // Теория и практика общественного развития. 2014. № 19. С. 162–168.
38. Горбунова И.Б. «Эстетика: информационный подход» Ю. Рагса: актуальное значение и перспективы // Там же. 2015. № 2. С. 86–90.
39. Горбунова И.Б., Панкова А.А. Музыкально-компьютерные технологии как фактор становления профессиональной компетентности современного музыканта-педагога // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. № 12 (83). С. 390–395.
40. Горбунова И.Б., Панкова А.А. Компьютерное музыкальное творчество как средство формирования информационной компетентности современного музыканта-педагога // Там же. № 9 (80). С. 256–261.
41. Горбунова И.Б., Панкова А.А. Творческий проект в процессе обучения информатике студентов-музыкантов (в условиях педагогического вуза) // Там же. 2014. № 3 (86). С. 214–221.
42. Горбунова И.Б. Информационные технологии в музыке. Т. 2: Музыкальные синтезаторы : учеб. пособие. СПб., 2010. 205 с.
43. Горбунова И.Б., Панкова А.А. Компьютерная музыка. Т. 1: Компьютерное музыкальное творчество : учеб. пособие. СПб., 2013. 190 с.
44. Горбунова И.Б., Панкова А.А. Компьютерное музыкальное творчество: теория и практика. Saarbrücken, 2014. 125 с.
45. Горбунова И.Б. Музыкально-компьютерные технологии в образовании педагога-музыканта // Современное музыкальное образование – 2014 : материалы междунар. науч.-практ. конф. СПб., 2014. С. 32–38.

References:

1. Gorbunova, IB & Zalivadny, MS 2013, 'Mathematical methods in the study of music and musicians preparing', *Problems of musical science*, no. 1 (12), pp. 272-276.
2. Gorbunova, IB & Zalivadny, MS 2013, *Information technology in music, vol. 4: Music, math, computer science: textbook*, St. Petersburg, p. 180.
3. Gorbunova, IB 2014, 'Music and computer technology and audiovisual synthesis: relevance and prospects of development', *Theory and Practice of Social Development*, no. 19, pp. 162-168.

4. Gorbunova, IB & Zalivadny, MS 2014, 'Music, mathematics, computer science, some pedagogical problems of the present stage', *Modern music education - 2013: Proceedings of the international. scientific and practical. conf.*, St. Petersburg, pp. 22-26.
5. Gorbunova, IB & Zalivadny, MS 2014, 'Music, mathematics, computer science: ways of interaction and problems of the present stage', *Subcultures and communication strategy for the Information Society: sat. tr. Intern. scientific-theoretical. conf.*, pp. 81-83.
6. Gorbunova, IB & Zalivadny, MS 2014, 'Music, mathematics, computer science, some pedagogical problems of the present stage', *Modern music education - 2013: Proceedings of the international. scientific and practical. conf.*, St. Petersburg, pp. 22-26.
7. Gorbunova, IB & Zalivadny, MS 2008, 'About music theory Leonhard Euler', *Modern music education - 2007-2008: Proceedings of the international. scientific and practical. conf.*, St. Petersburg, pp. 103-109.
8. Gorbunova, IB & Zalivadny, MS 2008, "'Formalized Music" J. Xenakis: implications for the construction of educational music and mathematics courses', *Modern music education - 2007-2008: Proceedings of the international. scientific and practical. conf.*, St. Petersburg, pp. 109-114.
9. Gorbunova, IB & Zalivadny, MS 2014, 'Experimental Aesthetics: compositional and pedagogical problems of the present stage of computer musical creativity', *Theory and Practice of Social Development*, no. 21, pp. 289-294.
10. Gorbunova, IB & Zalivadny, MS 2012, 'Experience mathematical representation of musical and logical laws in the book of J. Xenakis' music Formalized"', *Society. Wednesday. Development*, no. 4 (25), pp. 135-139.
11. Gorbunova, IB & Zalivadny, MS 2013, 'Mathematical methods in the study of music and musicians preparing', *Problems of musical science*, no. 1 (12), pp. 272-276.
12. Gorbunova, IB & Zalivadny, MS 2012, 'Musical-theoretical views Leonhard Euler: relevance and prospects', *Bulletin of the Leningrad State University named after AS Pushkin*, no. 4, vol. 2, pp. 164-172.
13. Gorbunova, IB 2014, 'Information technology in music and music education', *Regional Informatics: Proceedings of the XIV St. Petersburg. Intern. conf.*, pp. 320-321.
14. Gorbunova, IB 2004, 'The phenomenon of music and computer technology as a new educational creative environment', *Proceedings RSPU. Al Herzen*, no. 4 (9), pp. 123-138.
15. Gorbunova, IB 2007, 'Music and computer technology - a new educational creative environment', *Universum: Bulletin of the Herzen University*, no. 1, pp. 47-51.
16. Gorbunova, IB 2013, 'Music and computer technology in contemporary music education and training', *Pedagogy and psychology, art and culture: Proceedings of VII Intern. scientific and practical. conf. "Pedagogy and psychology, culture and art: the problem of general and special humanitarian education"*, pp. 7-12.
17. Gorbunova, IB 2014, 'Music and computer technology in the preparation of the teacher-musician', *Problems of musical science*, no. 3 (16), pp. 5-11.
18. Gorbunova, IB & Chibiriyov, SV 2012, *Music and computer technology: the problem of modeling the process of musical creation*: monograph, St. Petersburg, p. 160.
19. Gorbunova, IB & Chibiriyov, SV 2014, 'Computer modeling of the process of musical creativity', *News RSPU. Al Herzen*, no. 168, pp. 84-93.
20. Gorbunova, IB, Romanenko, LY & Chibiriyov, SV 2013, 'Process modeling of musical creativity with music and computer technology', *Bulletin of Irkutsk State Technical University*, no. 4 (75), pp. 16-24.
21. Gorbunova, IB & Chibiriyov, SV, 'Music and computer technology, and the problem of modeling the process of musical creativity', *Regional Informatics*, pp. 293-294.
22. Gorbunova, IB & Kibitkina, EV 2010, 'Musical programming: questions of preparation of experts', *Art and Education*, no. 5 (67), pp. 104-111.
23. Gorbunova, IB, Zalivadny, MS & Kibitkina, EV 2012, *Musical programming*: manual, St. Petersburg, p. 195.
24. Gorbunova, IB 2015, 'The musical programming or programming of music and musical computer technologies', *Theory and Practice of Social Development*, no. 7, pp. 213-218.
25. Gorbunova, IB 2007, *Musical computer*: monograph, St. Petersburg, p. 399.
26. Gorbunova, IB 2011, *Information technology in music. vol. 3: Computer Music*: manual, St. Petersburg, p. 411.
27. Gorbunova, IB, Romanenko, LY & Rodionov, PD 2013, 'Music and computer technology in the formation of information competence of the modern musician', *Scientific and technical sheets of St. Petersburg State Polytechnic University. Humanities and social sciences*, no. 1 (167), pp. 39-46.
28. Gorbunova, IB, Zalivadny, MS & Tovpich, IO 2014, 'Integrated model of semantic space music and prospects for cooperation between science and music of contemporary music education', *Scientific opinion*, no. 8, pp. 238-249.
29. Gorbunova, IB 2014, 'Information technology in music and the comprehensive model of its semantic space', *Scientific and technical sheets of St. Petersburg State Polytechnic University. Humanities and social sciences*, no. 4 (208), pp. 152-161.
30. Rustamov, AR 2013, *The sound image of the space in the structure of the artistic language of sound engineering*: PhD thesis, St. Petersburg, p. 191.
31. Gorbunova, IB 2006, *Musical sound*: monograph, St. Petersburg, p. 165.
32. Gorbunova, IB 2009, *Information technology in music. vol. 1: Arhitektonika musical sound*: manual, St. Petersburg, p. 175.
33. Gorbunova, IB 2014, *Arhitektonika sound*: monograph, St. Petersburg, p. 125.
34. 'The new artistic worlds. Interview with Professor RSPU. Al Herzen IB Gorbunova' 2010, *Music School*, no. 4, pp. 11-14.
35. Gorbunova, IB, Klyagin, SV & Shipunova, OV (eds.) 2013, 'Information technologies in art education philosophy', *Communications: intelligent networks and modern information and communication technology*, St. Petersburg, pp. 192-202.
36. Gorbunova, IB & Zalivadny, MS 2014, 'Computer Music as one of the manifestations of the current stage of experimental aesthetics and theoretical musicology', *Scientific opinion*, no. 12 (1), pp. 113-120.
37. Gorbunova, IB 2014, 'Music and computer technology and audiovisual synthesis: relevance and prospects of development', *Theory and Practice of Social Development*, no. 19, pp. 162-168.
38. Gorbunova, IB 2015, "'Aesthetics: Informational Approach" J. Rags: relevance and prospects', *Theory and Practice of Social Development*, no. 2, pp. 86-90.
39. Gorbunova, IB & Pankova, AA 2013, 'Music and computer technology as a factor of formation of professional competence of the modern musician-teacher', *Bulletin of Irkutsk State Technical University*, no. 12 (83), pp. 390-395.
40. Gorbunova, IB & Pankova, AA 2013, 'Computer musical creation as a means of formation of information competence of the modern musician-teacher', *Bulletin of Irkutsk State Technical University*, no. 9 (80), pp. 256-261.
41. Gorbunova, IB & Pankova, AA 2014, 'The creative project in the course of training to computer science of students of music (in terms of pedagogical high school)', *Bulletin of Irkutsk State Technical University*, no. 3 (86), pp. 214-221.
42. Gorbunova, IB 2010, *Information technology in music. vol. 2: Musical synthesizers*: manual, St. Petersburg, p. 205.
43. Gorbunova, IB & Pankova, AA 2013, *Computer music. vol. 1: The computer musical creativity*: manual, St. Petersburg, p. 190.
44. Gorbunova, IB & Pankova, AA 2014, *Computer musical art theory and practice*, Saarbrücken, p. 125.
45. Gorbunova, IB 2014, 'Music and computer technology in the education of the teacher-musician', *Modern music education - 2014: Proceedings of the international. scientific and practical. conf.*, St. Petersburg, pp. 32-38.