

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

Заливадный Михаил Сергеевич

кандидат искусствоведения,
старший научный сотрудник
Санкт-Петербургской государственной
консерватории имени Н.А. Римского-Корсакова

**О НЕОБХОДИМОСТИ ОБУЧЕНИЯ
МАТЕМАТИЧЕСКИМ МЕТОДАМ
ИССЛЕДОВАНИЯ МУЗЫКИ
В СИСТЕМЕ СОВРЕМЕННОГО
МУЗЫКАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Аннотация:

В статье анализируются математические методы изучения музыки, реально представленные в музыкально-научных работах различных исторических периодов, включая вторую половину XX – начало XXI в., а также возможность освоения математических интерпретаций логических закономерностей музыки, которая была осуществлена в работах выдающихся ученых и музыкантов. Авторами используются устоявшиеся подходы к изучению структуры обобщений с помощью теории множеств, теории вероятностей и теории информации. Эти подходы дают возможность выявить исследовательские результаты, имеющие большое значение для решения указанной проблемы и существенные для современной теории музыки и системы современного музыкального образования.

Ключевые слова:

математика и музыка, музыкально-компьютерные технологии, теория множеств, теория вероятностей, теория информации, музыкальное образование.

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

Zalivadny Mikhail Sergeevich

PhD in Art History,
Senior Research Associate,
St. Petersburg State Conservatoire

**CONCERNING THE NECESSITY
OF TEACHING MATHEMATICAL
METHODS OF MUSIC STUDY
IN THE SYSTEM OF CONTEMPORARY
MUSIC EDUCATION**

Summary:

The paper analyzes the mathematical methods of music study presented in scientific music works of various historical periods, including the second half of the XX - early XXI centuries, as well as the opportunity to develop mathematical interpretations of logic regularities of music, which were performed in the works of prominent scientists and musicians. The authors apply the established approaches to the study of the generalization structure using the set theory, the probability theory and the information theory. These approaches make it possible to identify the research results that are most relevant to solving this problem, and are essential for the modern theory of music and the system of music education.

Keywords:

mathematics and music, computer music technologies, set theory, theory of probabilities, theory of information, music education.

В связи с интенсивным развитием информационных технологий и превращением компьютеров в один из важнейших инструментов практически в любой сфере профессиональной деятельности человека стала очевидной необходимость обучения математическим основам этой деятельности в тех областях, где они ранее существовали лишь в неявной форме или же выступали только в качестве «периферийных» составляющих (к таким областям длительное время относилось теоретическое исследование музыки и музыкальное образование). В число задач обучения в данном направлении естественным образом входит освоение математических методов изучения музыки, реально представленных в музыкально-научных работах различных исторических периодов, включая вторую половину XX – начало XXI в.

Ряд первоначальных учебно-педагогических экспериментов по тематике статьи (лекции, семинары, практические задания) осуществлен авторами в ходе проведения курсов различных дисциплин на факультетах музыки и математики Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена и курса «Математические методы исследования в музыкознании» для студентов Санкт-Петербургской государственной консерватории им. Н.А. Римского-Корсакова.

Систематические обобщения закономерностей музыкально-исторического процесса, осуществленные во второй половине XX в., создают возможность компактного представления важнейших исторических достижений в области теории музыки. Опыт такого представления был предпринят авторами в рамках дисциплин «Музыкально-теоретические системы», «Музыкальное программирование» [1; 2], «Музыкально-компьютерные технологии», «Компьютерное музыкальное творчество», «Информационные технологии в музыке» и др. [3; 4; 5; 6]. В дальнейшем были разработаны, лицензированы и введены в образовательный процесс профессионально-образовательный профиль подготовки бакалавров «Музыкально-компьютерные технологии» и магистерская программа «Музыкально-компьютерные технологии в образовании», а также программы профессиональной переподготовки преподавателей высших и средних музыкальных и музыкально-педагогических учреждений «Преподавание музыкальных дисциплин с использованием музыкально-компьютерных технологий», «Преподавание электронных клавишных инструментов» и ряд программ повышения квалификации, среди которых «Электронные музыкальные инструменты», «Искусство исполнительского мастерства на электронных музыкальных инструментах», «Методика преподавания музыкальных дисциплин с использованием музыкально-компьютерных технологий», «Планшетные и облачно-ориентированные технологии в музыкальном образовании» и др.

В исторической эволюции теоретических представлений о музыке возможно выделить три фундаментальных ориентира, характеризующих общую методологическую основу этих представлений. Для характеристики этих ориентиров можно соответственно использовать (в качестве первоначальных «рабочих» обозначений) термины «мифология», «теоретическая наука» и «экспериментальная эстетика». Временные границы между этапами, отмеченными преобладанием того или иного ориентира, примерно совпадают с границами этапов общей эволюции музыкальной практики (равно как и практики других искусств): ранние периоды истории общества, начало Нового времени, современный этап исторического развития и его обозримая перспектива.

Из собранных в работах [7; 8] сведений, характеризующих начальный этап развития музыкально-теоретических представлений, можно выделить ряд важнейших принципов раннего периода развития музыкального мышления в том виде, как эти принципы осознаются самими их носителями. Это – синкретизм и синестетичность музыкального мышления, попевочная трактовка смысловых составляющих музыки, унисонный характер многоголосия, повторность как ведущий принцип музыкального развития. В материалах данного этапа теоретической мысли о музыке (преимущественно в мифологической форме) присутствуют и более общие идеи философского характера (объективное и субъективное содержание музыки, факторы порядка и хаоса в формировании музыкальной композиции, роль образных представлений и понятий в функционировании музыки как знаковой системы и т. п.).

Начиная с древности в сфере методологических основ теории музыки постепенно совершается переход от мифологии к науке. Для различных этапов этого перехода (занимающего в истории музыкальной теории всю эпоху древности и все средние века) в руководствах по истории и философии науки используются термины «преднаука», «протонаука», «становление науки в собственном смысле слова» и т. п. (см., например: А.А. Осанов «История и философия науки», 2008; В.С. Стёпин «История и философия науки», 2011). Теоретические воззрения на музыку при этом сохраняют тесную связь с мифологическими представлениями (наиболее примечательный пример – пифагорейская идея «гармонии сфер» и ее позднейшие модификации), но, наряду с выдвиганием и поддержкой такого рода идей, в работах этого времени, посвященных музыке, встречается и их критика, равно как и опыты выявления в них рациональных моментов, допускающих научную интерпретацию («Музыкальная эстетика стран Востока», 1967; «Музыкальная эстетика западноевропейского Средневековья и Возрождения», 1966 и др.). Необходимо отметить свойственный большинству теоретических работ данного этапа комплексный подход к рассмотрению закономерностей музыки, охватывающий ее философско-эстетические, логико-акустические и психологические закономерности, включая рассмотрение феномена музыкальных синестезий и примечательные опыты их теоретического обобщения (например, круговые модели ритмов и звукорядов, дифференциация пространственно-слуховых и светозвуковых значений элементов музыкально-звуковой системы [9; 10; 11]).

В Новое время происходит закрепление перехода методологической базы теории музыки с мифологической основы на научную. При этом, однако, теория музыки испытывает воздействие особенностей (включая также трудности) процесса развития самой науки. В системе научного знания, помимо математики, преимущественное развитие в начале Нового времени получили механика и физика, и это наложило свой отпечаток на выдвигаемые в этот исторический период музыкально-теоретические концепции. Наиболее известные примеры такого рода – опыты орбитонного истолкования классической гармонии (начиная с работ Ж.-Ф. Рамо) и основанная на механическом соответствии «цвет – тон» идея создания «клавесина для глаз» (принадлежащая Л.-Б. Кастелю). Тем не менее в течение XVII–XVIII столетий было сделано очень многое в отношении научного осмысления важнейших закономерностей музыки, и общая панорама полученных в это время результатов отчасти даже напоминает картину достижений теории музыки во

второй половине XX в. (за одним лишь важным исключением: в XVII–XVIII вв. теорией музыки лишь частично были освоены вероятностные аспекты музыкального мышления). Следует отметить также, что именно к XVIII в. относится выдвижение концепции синтеза искусств, охватывающей основные этапы их исторической эволюции и содержащей также в себе импульсы для систематизации исторического развития теории музыки.

В XIX в. систематическая теория музыки переживает кризис, связанный как с трудностями общей эволюции системы научного знания, так и с изменениями в системе музыкального образования, потребовавшими от музыкантов-теоретиков длительного сосредоточения на решении узко педагогических задач. Хотя в теоретическом изучении музыки при этом был все же сделан важный шаг вперед, состоявший в построении теории общих композиционных закономерностей музыки (традиционно характеризуемых термином «музыкальная форма»), в целом содержание музыкально-теоретических работ этого времени указывает на резкое сужение самого предмета исследования, которое ограничивается в основном областями логики и техники музыкальной композиции, представленными к тому же далеко не полно и по преимуществу ретроспективно.

Для выявления позитивных результатов теоретического рассмотрения музыки применительно к XIX в. более плодотворным оказывается использование понятия «теоретическая мысль о музыке», в развитии которой обнаруживается ряд параллельных линий. Свою линию образуют философско-эстетические трактаты этого времени, отдельные линии – музыкальная критика, история музыки, психология (к концу XIX в. сформировавшаяся в самостоятельную научную дисциплину). И, наконец, весьма оригинальную линию развития образуют опыты моделирования закономерностей музыки средствами литературы и живописи, предпринимавшиеся сначала романтиками, а во второй половине столетия – символистами. В этих опытах содержится предвосхищение следующего этапа развития теории музыки, который можно назвать «экспериментальной эстетикой» (термин этот также появился в последней четверти XIX в. [12], хотя и в несколько ином значении, еще далеко от последовательного практического моделирования процессов и результатов художественного творчества).

К концу XIX в. кризис систематической теории музыки постепенно преодолевается и появляются значительные теоретические работы (Г. Римана, В. д'Энди, Н. Римского-Корсакова, С. Танеева), в которых уже представлен комплексный подход к рассмотрению закономерностей музыки, хотя и не в том объеме, как это было в XVII–XVIII столетиях. Можно сказать, что работы эти представляют незавершенные комплексные музыкально-теоретические концепции. Этот процесс продолжался в течение всего XX в. В частности, применительно к первой половине столетия можно говорить о движении по крайней мере пяти классических комплексных музыкально-теоретических систем (теории Э. Курта, Б. Яворского и Б. Асафьева, а также системы музыкально-теоретических воззрений А. Скрябина и П. Хиндемита). Системы эти неравноценны, но вместе с тем все они включают в себя в явной форме четыре группы закономерностей: это – теоретико-познавательные и эстетические закономерности музыки, ее исторические и социологические закономерности, психологические закономерности музыки (включая обобщения музыкальных синестезий) и внутренние закономерности музыкально-звуковой системы. Результаты этого процесса уже в первой половине XX в. существенно преобразовали содержание и структуру теоретического музыкознания как научной дисциплины и способствовали утверждению представления о музыке как о характеризующейся разнообразным конкретным содержанием и исторически развивающейся системе, не сводимой к звучанию.

Материал по теории музыки, относящийся ко второй половине XX в., пока еще во многом находится в рассредоточенном виде. Тем не менее из того, что появлялось в этот исторический период в данной области, можно уже составить достаточно целостное представление, в котором заметное место занимает изучение действия вероятностно-статистических закономерностей музыки, а также социологической природы этих закономерностей. В частности, группа исследователей, которая в 70–80-е гг. XX в. работала в Институте теории и истории искусств в Праге и получила название Пражской команды, выдвинула в связи с этим замечательный в своем роде термин «диахронно-синхронный континуум интерпретационных возможностей музыки» (то есть непрерывное множество интерпретаций музыки ее исполнителями, слушателями и исследователями, изменяющееся в пространстве и во времени) и предложила изучать особенности этого континуума, свойственные конкретным социальным группам [13].

Этим, однако, еще не исчерпывается вопрос о соответствии между научно-методологической базой теории музыки и значением самой музыки как художественного явления. Научные построения теоретического музыкознания в течение длительного времени развивались (при всей важности проводимых в ходе этого развития практических экспериментов) преимущественно в направлении движения от созерцаний и представлений к понятиям, формируя тем самым обобщенное и сокращенное выражение содержания исследуемого материала. Для художественного мышления большое значение имеет процесс противоположного характера, а именно развертывание конкретно-образных представлений (приобретающих затем соответствующие им внешние формы выражения) из понятий [14], позднее – в работах [15; 16; 17; 18].

Уже в первой половине XX в. в связи с появлением кино была отмечена возможность при- соединить к средствам теоретического обобщения изучаемых явлений также средства их широ- комасштабного и детального практического моделирования [19]. Кино в его первоначальном («аналоговом») виде, однако, не позволяло технически в полной мере осуществить эту задачу (хотя именно этот период отмечен появлением классического образца анализа музыки кинема- тографическими средствами в фильме О. Фишингера «Оптическая поэма» на музыку Второй вен- герской рапсодии Ф. Листа [20]). Значительно большие возможности в этом отношении предо- ставляет интенсивно развивающаяся начиная с середины XX в. электронно-компьютерная тех- ника, особенно в последней четверти XX и в начале XXI столетия.

Развитие компьютерных технологий во второй половине XX – начале XXI в. существенно обогатило и содержание понятия «экспериментальная эстетика», усилив в нем активный, творче- ский элемент (в этом смысле характерны, например, определения, содержащиеся в работах [21; 22; 23]). Область компьютерной музыки (более широко – сфера компьютерного музицирования) на различных этапах своего исторического развития, равно как и на проявляющихся в процессе этого развития уровнях содержания музыкального материала (логика, акустика, комплексная семантика), представляет в данном отношении один из показательных примеров [24; 25; 26; 27; 28].

На всем протяжении исторической эволюции компьютерного музицирования выдвижение художественно-практических задач происходило во взаимосвязи с теоретическим исследова- нием закономерностей музыки (примечательные свидетельства, в частности, дает здесь дея- тельность Л. Хиллера, Р. Зарипова, Я. Ксенакиса, Б. Галеева и многих других авторов).

Среди других выделим работу Я. Ксенакиса «Формализованная музыка» (*Musiques formelles*, 1963), которая занимает видное место в теоретической мысли о музыке второй половины XX в. Автор книги рассматривал свою задачу как попытку выработки универсального музыкально-логи- ческого аппарата на основе ряда областей математики и некоторых общенаучных дисциплин (тео- рия информации, общая теория систем и др.), импульсом к активному развитию которых послужила научно-техническая революция середины XX в. (Фундаментальные теоретические идеи позволяют говорить о ее высокой эвристической значимости, подтверждающейся дальнейшим развитием как теории музыки, так и самой музыкальной практики и системы музыкального образования.)

В общей картине развития теоретической мысли о музыке во второй половине XX – начале XXI в. оригинальные идеи Ксенакиса занимают видное место, существенное для создания объективного представления о фундаментальных достижениях этого этапа истории теоретиче- ского музыкознания. В силу этого представляется, что более активное обращение к подобно- го рода работам может в современных условиях оказаться весьма полезным и способно привести к новым плодотворным теоретическим и практическим результатам. Авторами данной статьи были предприняты опыты практического применения обозначенных идей к различным областям теории музыки, практической композиции и системы современного профессионального музы- кального образования [29; 30; 31].

Рассматриваемый с этой стороны, данный процесс интересен присутствующими в нем про- явлениями перехода от понятийно представленных обобщений изучаемых (или прогнозируемых) музыкальных явлений к их практическому конкретно-образному моделированию, что непосред- ственно сближает музыкально-исследовательскую деятельность с самой художественной практи- кой. Помимо этого, благодаря создаваемым *музыкально-компьютерными технологиями (МКТ)* [32; 33; 34; 35] возможностям формирования разнообразных «виртуальных реальностей» созда- ются предпосылки «мягкого», без резких граней, перехода от относительной обособленности раз- личных искусств к их взаимодействию и синтезу [36], что находит отражение в курсах дисциплин, составляющих действенную теоретическую основу преподавания математических методов иссле- дования в музыкознании и содержания курсов музыкально-исторических и музыкально-теоретиче- ских в их современной интерпретации, а также имеет практическую значимость для разработки новых направлений и предметных областей для системы общего и профессионального музыкаль- ного образования [37; 38; 39; 40], таких как «Интерактивные сетевые технологии обучения музыке», «Звукотембральное программирование», «Компьютерная аранжировка, композиция и инструмен- товведение», «Музыкальная информатика», «Музыкальный компьютер – новый инструмент музы- канта» [41; 42; 43], «Архитектоника электронного и акустического звука» [44; 45] и многие другие.

Ссылки:

1. Заливадный М.С. Опыт представления исторического развития теории музыки в форме таблиц // Современное му- зыкальное образование – 2011 / под общ. ред. И.Б. Горбуновой. СПб., 2011. С. 104–105.
2. Горбунова И.Б., Заливадный М.С., Кибиткина Э.В. Музыкальное программирование : учеб. пособие. СПб., 2012. 180 с.
3. Горбунова И.Б. Информационные технологии в музыке. Т. 1: Архитектоника музыкального звука : учеб. пособие. СПб., 2009. 175 с.
4. Горбунова И.Б. Информационные технологии в музыке. Т. 2: Музыкальные синтезаторы : учеб. пособие. СПб., 2010. 205 с.
5. Горбунова И.Б. Информационные технологии в музыке. Т. 3: Музыкальный компьютер : учеб. пособие. СПб., 2011. 412 с.
6. Горбунова И.Б., Заливадный М.С. Информационные технологии в музыке. Т. 4: Музыка, математика, информатика : учеб. пособие. СПб., 2013. 180 с.

7. Merriam A.P. The Anthropology of Music. Evanston, 1978. 232 p.
8. Шестаков В.П. От этоса к аффекту. История музыкальной эстетики от античности до XVIII века. 2-е изд. М., 2010.
9. D'Erlanger R. La musique arabe, ses regles et leur histoire. Т. 1–3. Paris, 1930–1938. 605 s.
10. Gage J. Arcimboldo's Colour-Music // Gage J. Colour and Culture. Practice and Meaning from Antiquity to Abstraction. London, 2003. P. 230–231.
11. Гусейнова З.М. «Извещение» Александра Мезенца и теория музыки XVII века. СПб., 2008. 181 с.
12. Fechner G.T. Vorschule der Aesthetik. Bd. 1–2. Berlin, 1876. 200 s.
13. Jirānek J. Semantická analýza hudby // Hudební věda. 1981. № 4. S. 291–302.
14. Галеев Б.М. Человек, искусство, техника (Проблема синестезии в искусстве). Казань, 1987. 232 с.
15. Горбунова И.Б. Эра информационных технологий в музыкально-творческом пространстве // Региональная информатика – 2010 : материалы XII Санкт-Петербург. междунар. конф. СПб., 2010. С. 232–233.
16. Новые художественные миры. Интервью профессора им. А.И. Герцена И.Б. Горбуновой // Музыка в школе. 2010. № 4. С. 11–14.
17. 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.
18. Горбунова И.Б., Романенко Л.Ю. Феномен музыкально-компьютерных технологий в современной культурологической и социогуманитарной теории и практике // Казанский педагогический журнал. 2015. № 5 (112), ч. 2. С. 345–352.
19. Эйзенштейн С.М. Перспективы (1928) // Эйзенштейн С.М. Избранные произведения : в 6 т. Т. 2. М., 1964. С. 45–54.
20. Лерман Р.В. Оскар Фишингер: шедевры светомузыкального кино // Светомузыка на кино- и телеэкране. Научно-практический семинар. Казань, 1989. С. 21–24.
21. Галеев Б.М. Пространственная музыка: история, теория, практика. Предисловие. Казань, 2004. С. 3–4.
22. Заливадный М.С. Теоретические проблемы компьютеризации музыкальной деятельности (опыт комплексной характеристики) : автореф. ... дис. канд. искусствоведения. СПб., 2000.
23. 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.
24. Горбунова И.Б., Чибирёв С.В. Музыкально-компьютерные технологии: к проблеме моделирования процесса музыкального творчества : монография. СПб., 2012. 160 с.
25. 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.
26. Горбунова И.Б., Чибирёв С.В. Компьютерное моделирование процесса музыкального творчества // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2014. № 168. С. 84–93.
27. 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.
28. Горбунова И.Б., Заливадный М.С. О значении информационных технологий для современной экспериментальной эстетики (музыкально-теоретический аспект) // Субкультуры и коммуникационные стратегии информационного общества. СПб., 2014. С. 97–100.
29. См., например: 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.
30. См., например: 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.
31. См., например: Горбунова И.Б., Заливадный М.С. О математических методах в исследовании музыки и подготовке музыкантов // Проблемы музыкальной науки. 2013. № 1 (12). С. 272–276.
32. Горбунова И.Б. Феномен музыкально-компьютерных технологий как новая образовательная творческая среда // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2004. № 4 (9). С. 123–138.
33. Горбунова И.Б. Музыкально-компьютерные технологии – новая образовательная творческая среда // Universum: Вестник Герценовского университета. 2007. № 1. С. 47–51.
34. 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.
35. Горбунова И.Б. Музыкально-компьютерные технологии в подготовке педагога-музыканта // Проблемы музыкальной науки. 2014. № 3 (16). С. 5–11.
36. Горбунова И.Б., Заливадный М.С., Товпич И.О. Аудиовизуальный синтез: опыт музыкально-теоретического рассмотрения проблем // Казанский педагогический журнал. 2015. № 6–1 (113). С. 162–175.
37. Горбунова И.Б., Заливадный М.С., Хайнер Е. Музыкально-компьютерные технологии как информационно-трансляционная система в Школе цифрового века // Вестник Орловского государственного университета. Серия: Новые гуманитарные исследования. 2014. № 4 (39). С. 99–104.
38. Горбунова И.Б., Заливадный М.С., Хайнер Е. О значении математических методов в исследовании музыки и профессиональной подготовке музыкантов // Университетский научный журнал. Филологические и исторические науки, искусствоведение. 2015. № 11. С. 103–112.
39. 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.
40. Горбунова И.Б. «Эстетика: информационный подход» Ю. Рагса: актуальное значение и перспективы // Там же. 2015. № 2. С. 86–90.
41. Горбунова И.Б., Горельченко А.В. Музыкальный компьютер в детской музыкальной школе : учеб. пособие. СПб., 2003. 68 с.
42. Белов Г.Г., Горбунова И.Б., Горельченко А.В. Музыкальный компьютер (новый инструмент музыканта) : учеб. пособие для 10–11 кл. общеобразоват. учреждений. СПб., 2006. 212 с.
43. Горбунова И.Б. Музыкальный компьютер : монография. СПб., 2007. 399 с.
44. Горбунова И.Б. Музыкальный звук : монография. СПб., 2006. 165 с.
45. Горбунова И.Б. Архитектоника звука : монография. СПб., 2014. 125 с.

References:

1. Zalivadny, MS 2011, 'Previous presentation of the historical development of the theory of music in the form of tables', *Modern music education – 2011*, St. Petersburg, p. 104-105.
2. Gorbunova, IB, Zalivadny, MS & Kibitkina, EV 2012, *Musical programming*, St. Petersburg, 180 p.
3. Gorbunova, IB 2009, *Information technology in music. Vol. 1: Architectonic of musical sound*, St. Petersburg, 175 p.
4. Gorbunova, IB 2010a, *Information technology in music. Vol. 2: Musical synthesizers*, St. Petersburg, 205 p.
5. Gorbunova, IB 2011, *Information technology in music. Vol. 3: Computer Music*, St. Petersburg, 412 p.
6. Gorbunova, IB & Zalivadny, MS 2013a, *Information technology in music. Vol. 4: Music, math, computer science: Textbook*, St. Petersburg, 180 p.
7. Merriam, AP 1978, *The Anthropology of Music*, Evanston, 232 p.
8. Shestakov, VP 2010, *From ethos to affect. The history of music aesthetics from antiquity to the XVIII century*, 2nd ed., Moscow.
9. D'Erlanger, R 1930-1938, *La musique arabe, ses regles et leur histoire*, vol. 1-3, Paris, 605 s.
10. Gage J. Arcimboldo's Colour-Music // Gage J. Colour and Culture. Practice and Meaning from Antiquity to Abstraction. London, 2003. P. 230-231.
11. Guseynova, ZM 2008, "Notification" of Alexander Mezentshev and theory of music of the XVII century, St. Petersburg, 181 p.
12. Fechner, GT 1876, *Vorschule der Aesthetik*, Bd. 12. Berlin, 200 s.
13. Jirânek, J 1981, 'Semantická analýza hudby', *Hudební věda*, no. 4, s. 291-302.
14. Galeev, BM 1987, *Man, art, technology (problem of synaesthesia in art)*, Kazan, 232 p.
15. Gorbunova, IB 2010b, 'The era of information technology in music and creative space', *Regional Informatics - 2010: Proceedings of the XII St. Petersburg Intern. Conf.*, St. Petersburg, p. 232-233.
16. 'The new artistic worlds. Interview with Professor them. Al Herzen IB Gorbunova' 2010, *Music School*, no. 4, p. 11-14.
17. Gorbunova, IB 2013a, 'Information technologies in art education philosophy', *Communications: intelligent networks and modern information and communication technology*, St. Petersburg, p. 192-202.
18. Gorbunova, IB & Romanenko, LY 2015, 'The phenomenon of music and computer technology in the modern socio-humanitarian and cultural urological theory and practice', *Kazan pedagogical magazine*, no. 5 (112), part 2, p. 345-352.
19. Eisenstein, SM 1964, 'Prospects (1928)', in Eisenstein, SM, *Selected Works: 6 vols.*, vol. 2, Moscow, p. 45-54.
20. Lerman, RV 1989, 'Oskar Fischinger: movie masterpieces of light-lumiere', *Light-lumiere on film and television. Scientific-practical seminar*, Kazan, p. 21-24.
21. Galeev, BM 2004, *Spatial Music: History, Theory, Practice. Preface*, Kazan, p. 3-4.
22. Zalivadny, MS 2000, *Theoretical problems of computerization of musical activities (experience of complex data)*, PhD thesis, St. Petersburg.
23. Gorbunova, IB & Zalivadny, MS 2014a, 'Computer Music as one of the manifestations of the current stage of experimental aesthetics and theoretical musicology', *Scientific opinion*, no. 12 (1), p. 113-120.
24. Gorbunova, IB & Chibirev, SV 2012, *Music and computer technology: the problem of modeling the process of musical creation: monograph*, St. Petersburg, 160 p.
25. Gorbunova, IB, Romanenko, LY & Chibirev, SV 2013, 'Process modeling of musical creativity with music and computer technology', *Bulletin of Irkutsk State Technical University*, no. 4 (75), p. 16-24.
26. Gorbunova, IB & Chibirev, SV 2014, 'Computer modeling of the process of musical creativity', *Proceedings of the Russian State Pedagogical University. Al Herzen*, no. 168, p. 84-93.
27. 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, p. 238-249.
28. Gorbunova, IB & Zalivadny, MS 2014b, 'On the importance of information technology for modern experimental aesthetics (musical-theoretical aspect)', *Subcultures and communication strategies of the information society*, St. Petersburg, p. 97-100.
29. See: Gorbunova, IB & Zalivadny, MS 2012a, 'Musical-theoretical views Leonhard Euler: relevance and prospects', *Bulletin of the Leningrad State University named after AS Pushkin*, no. 4, vol. 2, p. 164-172.
30. See: Gorbunova, IB & Zalivadny, MS 2012b, 'Experience mathematical representation of musical and logical laws in the book of J. Xenakis' music Formalized', *Society. Environment. Development*, no. 4 (25), p. 135-139.
31. See: Gorbunova, IB & Zalivadny, MS 2013b, 'Mathematical methods in the study of music and musicians preparing', *Problems of musical science*, no. 1 (12), p. 272-276.
32. Gorbunova, IB 2004, 'The phenomenon of music and computer technology as a new educational creative environment', *Bulletin of the Russian State Pedagogical University. Al Herzen*, no. 4 (9), p. 123-138.
33. Gorbunova, IB 2007a, 'Music and computer technology - a new educational creative environment', *Universum: Bulletin of the Herzen University*, no. 1, p. 47-51.
34. Gorbunova, IB 2013b, '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 the arts: general and special problems of arts education"*, p. 7-12.
35. Gorbunova, IB 2014a, 'Music and computer technology in the preparation of the teacher-musician', *Problems of musical science*, no. 3 (16), p. 5-11.
36. Gorbunova, IB, Zalivadny, MS & Tovpich, IO 2015, 'Audiovisual synthesis: the experience of music-theoretical analysis of the problems', *Kazan pedagogical magazine*, no. 6-1 (113), p. 162-175.
37. Gorbunova, IB, Zalivadny, MS & Heiner, E 2014, 'Music and computer technology as information and translational system at the School of the digital age', *Herald of Oryol State University. Series: New humanitarian research*, no. 4 (39), p. 99-104.
38. Gorbunova, IB, Zalivadny, MS & Heiner, E 2015, 'The significance of mathematical methods in the study of music and the training of musicians', *University science magazine. Philological and historical sciences, art*, no. 11, p. 103-112.
39. Gorbunova, IB & Zalivadny, MS 2014c, 'Experimental Aesthetics: compositional and pedagogical problems of the present stage of computer musical creativity', *Theory and Practice of Social Development*, no. 21, p. 289-294.
40. Gorbunova, IB 2015, "'Aesthetics: Informational Approach" J. Rags: relevance and prospects', *Theory and Practice of Social Development*, no. 2, p. 86-90.
41. Gorbunova, IB & Gorelchenko, AV 2003, *Musical computer in the children's music school*, St. Petersburg, 68 p.
42. Belov, GG, Gorbunova, IB & Gorelchenko, AV 2006, *Musical computer (a new instrument musician)*, St. Petersburg, 212 p.
43. Gorbunova, IB 2007b, *Musical computer: monograph*, St. Petersburg, 399 p.
44. Gorbunova, IB 2006, *Musical sound: a monograph*, St. Petersburg, 165 p.
45. Gorbunova, IB 2014b, *Architectonic of sound: a monograph*, St. Petersburg, 125 p.