

УДК 781.1

И.Б. Горбунова

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МУЗЫКЕ И КОМПЛЕКСНАЯ МОДЕЛЬ ЕЕ СЕМАНТИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

ГОРБУНОВА Ирина Борисовна – профессор, главный научный сотрудник Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена; доктор педагогических наук.

Россия, 191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48
e-mail: gorbunova@herzen.spb.ru

В статье рассмотрено применение музыкально-компьютерных технологий в формировании комплексной модели семантического пространства музыки. Анализируются механизмы формирования виртуальной реальности, посвященные отдельным составляющим такого пространства. Отмечается необходимость развития самих музыкально-компьютерных технологий в условиях преобразования форм накопления и методов передачи знаний о музыке, музыкальных науках в эпоху развития цифровых технологий с целью объединения существующих подходов в новое органическое единство.

МУЗЫКАЛЬНО-КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ; ЦИФРОВЫЕ ИСКУССТВА; СЕМАНТИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО МУЗЫКИ; ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ.

Музыка является одной из граней постижения духовной содержательности мира, его красоты, находящей отражение в звучании. *Звучание музыки* воспринимается человеком как *особое информационное пространство*. Как функционируют информационные технологии в звуковом (и – шире – семантическом) пространстве музыки – этот вопрос стал предметом внимания музыкантов различных специальностей в связи с формированием новых творческих перспектив деятельности музыканта.

Познание тайн звукообразования, звукотворчества, богатства тембрового и акустического воздействия музыки становится осязаемым для истинного музыканта, обогащает его творческое воображение, дает стимул к художественному новаторству. На рубеже XX и XXI веков возникло новое направление в музыкальном творчестве и музыкальной педагогике, обусловленное быстрым развитием электронных музыкальных инструментов (от простейших синтезаторов до мощных музыкальных компьютеров) – *музыкально-компьютерные технологии* (МКТ) [1]. В современном электронном музыкальном инструментарии наиболее полно и совершенно воплотились веками накопленные *информационные технологии*

в музыке и искусстве музицирования. Без знания технологических аспектов представлений о музыке, о музыкальном инструментарии (в том числе музыкально-компьютерном) невозможна грамотная интерпретация музыкальных произведений исполнителем. Выдающийся пианист XX века И. Гофман писал: «Когда учащийся-пианист вполне овладеет материальной стороной, т. е. техникой, перед ним открывается безграничный простор – широкое поле художественной интерпретации. Здесь работа имеет преимущественно аналитический характер и требует, чтобы ум, дух и чувство, подкрепленные знаниями и эстетическим чутьем, образовали счастливый союз, позволяющий достигнуть ценных и достойных результатов» [2, с. 31–32]. В связи с развитием МКТ как одной из важнейших сфер профессиональной деятельности современного музыканта стала очевидной необходимость формирования адекватного представления о комплексной модели семантического пространства музыки, что составляет важный элемент подготовки современных музыкантов различных специальностей.

Комплексная модель семантического пространства музыки объединяет разные уровни музыкальной семантики, включая различные



аспекты музыкальной логики и психологические закономерности музыки, в том числе различные формы музыкальных синестезий. Эта модель опирается на комплексный анализ музыкальных произведений, являющийся одной из характерных тенденций в развитии музыкознания начиная с первой половины XX века, а также обусловлена использованием математических методов исследования в музыкознании [3, 4]. Предложенная в 2000 году коллективом авторов (М. Заливадный, М. Игнатъев, Н. Решетникова)¹, она возникла как обобщение ряда результатов, полученных ранее в том же направлении другими исследователями (Э. Курт, Б. Яворский, Ч. Осгуд, А. Моль, Я. Ксенакис, Б. Галеев и др.). В практике музыкознания одной из важнейших сфер применения комплексной модели семантического пространства музыки может служить *комплексный анализ музыкальных произведений*, включая достаточно сложную по содержанию и структуре проблематику восприятия и эстетической оценки музыки и изучение способов существования музыкальных композиций в связи с особенностями их исполнительской интерпретации. Термин «комплексный анализ музыкальных произведений» принадлежит выдающемуся советскому музыковеду В. Цуккерману, ученику Б. Яворского. Это понятие он развивал в дальнейшем совместно с Л. Мазелем. Отметим также, что теория и практика комплексного анализа музыкальных произведений (включая и сам принцип комплексного подхода к рассмотрению фундаментальных закономерностей музыки [3]) – одно из характерных направлений

¹ См., например: *Заливадный М.С., Игнатъев М.Б., Решетникова Н.Н.* Комплексная модель семантического пространства музыки // VII Междунар. науч.-метод. конф. «Высокие технологии образования и науки». СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. С. 57–58; *Заливадный М.С., Соловьева Н.А.* Виртуальные миры на основе графических моделей музыки // *Соврем. музыкальное образование-2003: материалы междунар. науч.-практ. конф.* (9–11 октября 2003 г.). СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2003. С. 254–258; *Заливадный М.С., Бурштын Л.Н., Будейкина Т.Б.* Декартово произведение множеств и композиция функций: взаимодействие в музыкальном пространстве // *Научная сессия ГУАП. Ч. I. Техн. науки.* СПб.: Изд-во СПбГУАП, 2007. С. 101–102.

в развитии музыкознания начиная с первой половины XX века.

Логические закономерности строения музыкальных произведений стали предметом целенаправленного изучения музыкантов с первой половины XIX века (в теоретических работах этого времени обнаруживаются элементы теории множеств). Фундаментальные идеи, составившие теоретическую основу данных исследований, представлены рядом значительных работ², среди которых особое место занимает книга Я. Ксенакиса «Формализованная музыка» (подробный анализ рассматриваемого аспекта см. в [5]). Ранее близкая к понятию информации («субъективно воспринимаемого разнообразия») характеристика «приятности» созвучий выдвигалась в книге Л. Эйлера «Опыт новой теории музыки, ясно изложенной в соответствии с непреложными принципами гармонии» [6], при этом автором рассматривались различные аспекты данной характеристики, в частности результаты объединения созвучий в тональности и переходы одних тональностей к другим (подробнее см. в [7]).

Результаты использования математических методов в музыкознании в первой половине XX века получили дальнейший импульс благодаря развитию теории *нечетких множеств*. В середине XX века музыкознанием и смежными науками предложен ряд перспективных идей, содержащих широкие возможности для изучения *факторов неопределенности в системе музыкального мышления*. В начале 1950-х годов музыкант-теоретик (и ученый-акустик) Н. Гарбузов предложил *теорию зонной природы музыкального слуха*, охватывающую все основные свойства звука. В это же время группой американских композиторов (Дж. Кейдж, Э. Браун, Д. Тюдор и др.) были введены *факторы неопределенности*

² См., например: *Marx A.B.* Die Lehre von der musikalischen Komposition. Bd. 1–4. Berlin, 1837–1847; *Riemann H.* Grundriss der Kompositionslehre. Leipzig, 1897; *Лосев А.Ф.* Музыка как предмет логики (1927); *Эйзенштейн С.М.* Вертикальный монтаж // *Избр. произв.* В 6 т. Т. 2. М.: Искусство, 1964; *Зарунов Р.Х.* Кибернетика и музыка. М.: Наука, 1971; *Xenakis I.* Musiques formelles // *La Revue musicale.* No. 253/254. P., 1963; *Idem.* Formalized Music. Thought and Mathematics in Music. Stuyvesant and Hillsdale, N. Y.: Pendragon Press, 1992.

в логическую структуру музыки, в дальнейшем интерполированные в технике письма алеаторической и сонористической музыки, получившей широкое распространение во всем мире³. Творческие опыты по реализации этих предложений способствовали выявлению элементов *логической неопределенности*, присутствующих в самой музыкальной традиции, например партии ударных инструментов с неопределенной высотой звука, мелизматика, артикуляция, традиционная система динамических оттенков (подробно рассмотрено в исследованиях М. Заливадного, а также в работах [4, 8, 9]).

К 50-м годам XX века относятся исследования закономерностей слухо-зрительных синестезий и формирование *метода «семантического дифференциала»* Ч. Осгуда и его соавторов [10]. Этот метод является важным шагом на пути изучения музыкальных синестезий благодаря их группировке на основе ступенчатых шкал различий, допуская элемент неопределенности в структуре самих шкал, что позволяет говорить о *зонной природе музыкальных синестезий*. Такой подход придавал *шкалам синестетических значений элементов музыки* сходство с существующими в музыкальной теории шкалами различий самих этих элементов (простой пример — *высотный звукоряд*), также допускающими различные степени точности и соответственно колебания в расстояниях между отдельными элементами (например, *шкала интервалов* в работе С. Танеева «Подвижной контрапункт строгого письма» [11]). Оригинальный вариант методики изучения *синестетических закономерностей музыки* на этой основе (с разомкнутой внутренней структурой шкал и качественным различием самих элементов синестетических соответствий) был предложен Б. Галеевым применительно к изучению *слухо-зрительных синестезий*. Данные методы и подходы составили предпосылки к применению аппарата *нечетких* и «*грубых*» мно-

*жеств*⁴, а также *теории вероятностей* и *математической статистики* в музыкально-научных исследованиях. Э. Курт и Дж. Шиллингер исследовали более сложные формы, выявляя *закономерности пространственно-слуховых синестезий в мелодическом движении* и обозначая отдельные звуки мелодии как точки, выражающие моменты смены направлений движения («*границы отдельных фаз*», «*высшие точки линейных кривых*») [12, 13]. Шиллингер указывает также на зависимость характера линий во входящих в музыкальные синестезии зрительных представлениях от артикуляции звуков (кривая линия — legato, ломаная линия — non legato, точечная структура — staccato) (подробнее данный аспект рассматриваемой проблемы проанализирован в [4]).

Рассмотренные теоретические идеи и обобщения представляют также основы исследований различных составляющих системы музыкального мышления, включая ее синестетическую область. Данный аспект важен при моделировании синестезий как частного случая виртуальных реальностей средствами информационных технологий и тем самым — использования возможностей музыки в качестве источника таких реальностей [14]. Идея непосредственного включения зрительного ряда в музыку с помощью компьютерных средств приобретает существенное значение не только для синтетических форм художественной деятельности с участием музыки, но и для самого музыкального искусства [15]. Отметим, что все эти закономерности частично уже находят выражение в творчестве отдельных композиторов (например, система *UPIC* Я. Ксенакиса, «*поющих шамаль*» Б. Галеева и В. Скороходова [16]), а также в современных МКТ, определяющих программное и аппаратное обеспечение профессиональной деятельности музыкантов (*программы-секвенсоры, аудиоредакторы, звуко-тембральное программирование, электронные музыкальные инструменты* и др.) [17–19].

Разработка отдельных композиционных закономерностей, а также их совокупности спо-

³См., например: Денисов Э.В. Стабильные и мобильные элементы музыкальной формы и их взаимодействие // *Соврем. музыка и проблемы эволюции композиторской техники*. М.: Сов. композитор, 1986. С. 112–136; Когоутек Ц. *Техника композиции в музыке XX века*. М.: Музыка, 1976; Nordvall T. Krzysztof Penderecki — studium notacji i instrumentacji // *Res facta 2*. Kraków: PWM, 1968. S. 79–112.

⁴См., например: Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1977; Soft Computing. Third International Workshop on Rough Sets and Soft Computing. San Diego, CA (USA), 1995.



способствует раскрытию понятия гармонии. Так как функцией гармонии является скрепление, связь некоторого числа элементов с целью синергетического согласования их друг с другом для выполнения общей задачи, то при обучении студентов музыке с использованием информационных технологий, в соединении компьютера и искусства, большое значение приобретает раздел математики – *теория групп*. В известном труде по теории групп А. Шубникова и В. Копцика, посвященном вопросам использования принципов и методов симметрии в различных областях искусства, отмечается: «Понятие *симметрии* входит в искусствознание через понятие структуры. Искусство, как образная форма познания и моделирования мира, должно отображать и действительно отражает его структурную сторону. Структурность – достаточно общий закон, форма существования и движения материи, и этому закону подчинены также продукты научного и художественного творчества. Хорошо известно, что произведения искусства – художественной литературы, поэзии, музыки, живописи, архитектуры и т. д. – обладают *сложной художественной структурой*, представляют органическое переплетение и взаимопроникновение различных подструктур отдельных компонент художественной выразительности» [20, с. 296–297].

Мы живем в эпоху утверждения эры цифровой цивилизации, а вместе с тем – смены возможностей и средств обучения искусству, музыкальному искусству в частности. В художественной сфере произошли кардинальные перемены, возникли новые творческие направления: «*цифровые искусства*», «*distant reading*», «*digital reading*» (термин Ф. Моретти), «*музыкально-компьютерные технологии*», «*медиа-музыка*» (термин А. Чернышова), «*медиаобразование*» и др., требующие совместных исследований гуманитариев и специалистов в области цифровых технологий.

С развитием МКТ в современном музыкальном искусстве и образовании значимое место занимают технологические аспекты представлений о музыкальном творчестве и музыкальном инструментарии (в том числе музыкально-компьютерном); без знания этих аспектов невозможна грамотная интерпретация музыкальных произведений исполнителем. Существование музыкальных инструментов,

их звучание, воплощенное в музыкальных звуках, иллюстрирует основополагающие идеи, связанные с изучением *комплексной модели семантического пространства музыки*. Внимание музыкантов привлекает изучение физических характеристик музыкальных звуков, способов их записи и воспроизведения, объяснение психоакустических особенностей слухового восприятия звука человеком, основные принципы компьютерной генерации музыкального звука и др.

Многое в этом направлении уже основательно наработано отечественными учеными. Коснемся, в частности, вопроса о необходимости изучения основ *музыкальной акустики*, которая сегодня, при активном внедрении современных информационных технологий и МКТ, получила действенное и качественно новое развитие, определила многое в процессе развития музыкальной науки в целом. Уже подготовлены курсы учебных дисциплин, направленные на формирование представлений современного музыканта о музыкальной акустике, о МКТ и в целом об *информационных технологиях в музыке* [См., например: 8, 17, 21–23].

В этой связи особое значение приобретают труды Ю. Рагса, который работал в различных областях науки о музыке, проводя исследования в области музыкальной психологии (включая проблематику музыкальных синестезий), проблем музыкальной эстетики, раскрывая особенности взаимодействия композиторского и исполнительского творчества, утверждая роль и место новых информационных технологий в музыке и музыкальном образовании, разрабатывая концептуальные основы курса «*Музыкальная информатика*», оценивая роль электронной и компьютерной музыки в современном музыкально-художественном пространстве и др.⁵ Глубоко и содержательно занимаясь музыкальной акустикой и определяя ее место в современном музыкальном образовании, Рагс

⁵См., например: Назайкинский Е., Рагс Ю. Восприятие музыкальных тембров и значение отдаленных гармоник звука // Применение акустических методов исследования в музыкознании. М.: Музыка, 1964. С. 79–100; Они же. О художественных возможностях синтеза музыки и света (на материале «Прометей» А. Скрябина) // Музыкальное искусство и наука. Вып. 1. М.: Музыка, 1970. С. 166–190.

в то же время проявлял обеспокоенность по поводу разобщенности в организации музыкально-ведческих знаний. Он на протяжении многих лет обращался к этой теме, пытаясь найти инструмент, с помощью которого можно было бы осуществить процесс объединения разрозненных областей музыкальных исследований: «Мы исходили из того, что единая по своей сущности система музыкального искусства должна и в научном знании обрести единство. С этой целью был рассмотрен один из вариантов модели – модели *целостной* системы изучения музыкального искусства» [23, с. 140]. Недостающий компонент, инструмент музыканта-исследователя и творца, с помощью которого оказалось возможным объединить в одно целое всю «*многослойную музыкальную культуру*» (термин З. Лиссы [24]), – это, по мнению Рагса, *музыкальная акустика*, непосредственно изучающая материал «*гомогенной посредующей системы*» музыки (термин Д. Лукача [25, с. 352]) и тем самым призванная обеспечить необходимый уровень обобщения.

Знания особенностей тембрового и акустического воздействия музыки обогащает творческое воображение истинного музыканта, тонкая вязь музыкальной ткани становится более осязаемой для него, дает стимул к художественному новаторству. «Всю свою жизнь музыкант проводит в мире звуков, в кругу образов, ими порождаемых. Он мыслит звуками, творит искусство – прекрасное, гармоничное», – пишет Рагс [26, с. 10]. Ученик Н. Гарбузова, он понимает, что «знания об акустике нужны каждому педагогу-музыканту, каждому студенту» [Там же. С. 11]. Его заботит судьба акустики как науки, тот факт, что сегодня «акустика *как наука* оторвана от подлинной творческой жизни музыканта» [Там же. С. 12].

В своих научных трудах, статьях, учебных пособиях он широко освещает и обсуждает технологические аспекты современных представлений о музыке, о музыкальном инструментарии (в том числе музыкально-компьютерном), поясняет, что сегодня без знания этих аспектов невозможна грамотная интерпретация музыкальных произведений исполнителем. «Музыканты постоянно приобретают необходимые для практической деятельности акустические знания. Но обычно они у них несистематичны», – замечает Рагс. Музыкальная акустика

«должна быть понятной каждому музыканту» [Там же. С. 11].

Говоря о будущем акустики, которое «в новом качестве уже началось, а именно в электронной и компьютерной музыке, синтезаторах, звукорежиссерской деятельности, в учебных занятиях по музыкальной информатике», Рагс рассматривает музыкально-образовательный процесс как сложную систему, устанавливающую связь различных подходов к формированию адекватного образовательного потенциала музыкантов в области информационных технологий в контексте происходящих изменений и реформирования системы образования в целом, позволяющих объединить возможности традиционных, классических методов в подготовке музыканта и возможности МКТ [Там же. С. 13]. Обсуждая роль МКТ в современном музыкально-образовательном пространстве и творчестве, ученый отмечает, что «сейчас – с изобретением звукозаписи, звукового кино, радио, телевидения, с развитием деятельности звукорежиссеров, а также тех, кто занимается компьютерной музыкой, – музыкальная акустика становится всё более и более значительной научно-исследовательской дисциплиной. На ее основе возможно управлять сложным процессом сочинения музыкального произведения, его воспроизведения, редактирования звучания» [Там же. С. 245].

В использовании МКТ таятся большие возможности для сочинения, исполнения, исследования музыки и музыкального образования и воспитания; этого процесса не следует опасаться, а, напротив, нужно поддерживать и принимать в нем активное участие. На часто звучащий вопрос: «Для чего нужно заменять одаренных музыкантов „машинами“, отводить живое искусство на какой-то последний план и тем самым понижать эстетическую ценность музыкального искусства?» Рагс отвечал: «Но в таком плане задачу никто не ставит. Известно, что компьютерное и электронное звучание заполняет уже сейчас рекламу, клипы, телевизионные и радиопередачи, кинофильмы и т. п. Их качество нас далеко не всегда удовлетворяет. Поэтому возникает необходимость готовить в этой сфере настоящих профессионалов, которые могли бы действительно поднять художественный уровень искусства. И учебные заведения должны не отходить от дела, а, по возможности, руководить им» [27, с. 202].



Призывая к объединению музыковедческих теорий, знаний о музыке, Рагс говорит и о необходимости объединения самих музыкантов: «Объединить по интересам музыкантов, работающих в общеобразовательных школах и в специальных музыкальных учебных заведениях по всем специальностям и на всех ступенях обучения (в ДМШ, училище или колледже, вузе)» и «использовать богатые возможности новых информационных технологий и в деле методического развития системы музыкального образования» [28, с. 65, 67]. Ю. Рагс указывает на необходимость взаимопонимания между представителями различных направлений музыкально-научных исследований, призывает «к более гармоничным отношениям между ними: одно не может существовать без другого, и искусственно созданные преграды между музыкой и акустикой, возникшие в учебных заведениях, окажутся ненужными. В реальной действительности этих преград не существует» [26, с. 83]. Он подчеркивает особый смысл и роль *музыкальной акустики* в обобщении направлений музыковедческих исследований: «Проблема метода акустики на разных периодах ее развития, значение музыкальной акустики для разных сфер научного познания музыки и множество других вопросов — эти проблемы составляют содержание будущих исследований, которые, *мы верим* (выделено мною. — И. Г.), *будут проводиться совместно музыкантами*, в том числе и педагогами, и акустиками» [Там же. С. 244–245]. Так, например, проводятся педагогические исследования, направленные на выявление путей и методик формирования информационной компетентности современного музыканта в современном музыкально-образовательном пространстве с использованием «метода акустики», на основе возможностей музыкальной звукорежиссуры и современных МКТ [29].

Акустическое пространство залов для музыкальных представлений часто выполняло определенную фильтрующую функцию в музыкальной культуре, корректируя характер музыкальных произведений, исключая элементы, неприемлемые с позиции эстетической слуховой оценки. Исследования в области пространственной обработки художественных фонограмм, проводимые такими мастерами отечественной звукорежиссуры, как Б. Меерзон, П. Кондрашин и др., описание функцио-

нального проявления звукового образа пространства в культуре (Б. Блессер, Л. Зальтер и др.) внесли весомый вклад в исследования *звукового образа пространства* как феномена музыкального искусства.

Стремительное развитие художественно-технического инструментария музыкальной звукорежиссуры, в частности технологий создания трехмерного звука, и необходимость разработки методов его эффективного использования в процессе создания звуковых составляющих комплексного художественного образа — *комплексной модели семантического пространства музыки* — являются органической частью формирования пространственных свойств «*звуковой картины*» (термин В.Г. Динова) пространства. Акустические процессы часто оказывают определяющее влияние на различные аспекты творческой деятельности музыканта, композитора, звукорежиссера (к ним можно отнести различные модели и схемы микрофонного приема звукового материала и размещения музыкантов в процессе звукозаписи, способы организации и обработки звукового материала в создании конечной версии звуковой картины и др.). Качественная сторона этих процессов характеризуется, как правило, субъективными описаниями воспроизведения результата, когда музыканты или слушатели отмечают, каким образом пространство концертного зала влияет на звучание музыкальных инструментов, ансамблей, оркестров и т. п.

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.

Отмечая значительный прогресс в процессе развития МКТ для создания звукового образа пространства, возможности управления пространственными характеристиками помещения, формирующими слуховой образ пространства, как в развитии пространственных систем звукопередачи — от моно, стерео, матричной и бинауральной стереофонии к системам типа Ambiphonics, Wave Field Synthesis и др., — так и в процессе создания и совершенствования систем искусственной реверберации — от аналоговых ревербераторов к цифровым системам и применению процессов аурализации в создании виртуальных звуковых пространств, А. Рустапов показал, что коррелируя субъективные оценки трехмерных синтезированных образов пространств, созданных с применением *технологии аурализации* (критерии: *жизненность, ширина источника, окружение звуком, ясность, теплота звучания* и др.), с их объективными акустическими параметрами, можно наблюдать те же тенденции, что и для оценки акустических качеств реальных пространств. Это означает, что, манипулируя объективными коррелятами этих параметров оценки, музыкальный звукорежиссер может предиктивно воздействовать на ключевые (в эстетическом отношении) качества синтезированного методом аурализации звукового образа пространства [30].

В эпоху развития МКТ, которые используются повсеместно — в творчестве, науке о му-

зыке, музыкальной педагогике, — А. Чернышов 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*, которые затронули как сугубо информационные формы и жанры средств массовой информации, так и художественные жанры, определяя тем самым новую историческую эпоху, связанную с развитием *цифровых искусств* [31]. Медиамузыкальные технологии затрагивают исследования в области музыкальной семантики, музыкальной психологии, музыкальной медицины. Современные МКТ и другие прикладные исследования, иллюстрирующие широкий спектр новых музыкально-теоретических направлений в науке о музыке, расширяют спектр научных проблем, определяемых комплексной моделью семантического пространства музыки, объединяющей разные уровни музыкальной семантики.

В учебных пособиях [8, 9, 17, 21, 22] рассматриваются различные аспекты и элементы формирования *комплексной модели семантического пространства музыки* и формы взаимодействия музыки, математики и информатики в их историческом развитии (включая современный этап), содержатся рекомендации к построению учебного курса, посвященного применению информационных технологий в музыке и МКТ в музыкальной науке и практической музыкальной композиции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбунова И.Б. Феномен музыкально-компьютерных технологий как новая образовательная творческая среда // Изв. Рос. гос. пед. ун-та им. А.И. Герцена. 2004. № 4 (9). С. 123–138.
2. Гофман И. Фортепианная игра. Ответы на вопросы о фортепианной игре / пер. с англ. Г.А. Павловой. М.: Музгиз, 1961. 224 с.
3. Швейцер А. Иоганн Себастьян Бах. М.: Классика-XXI, 2011. 816 с.
4. Горбунова И.Б., Заливадный М.С. О математических методах в исследовании музыки и подготовке музыкантов // Проблемы музыкальной науки. 2013. № 1 (12). С. 272–276.
5. Они же. Опыт математического представления музыкально-логических закономерностей в книге Я. Ксенакиса «Формализованная музыка» // Общество. Среда. Развитие. 2012. № 4 (25). С. 135–139.
6. Эйлер Л. Опыт новой теории музыки, ясно изложенной в соответствии с непреложными принципами гармонии / пер. с лат. Н.А. Алмазовой. СПб.: Нестор-История, 2007. 273 с.
7. Горбунова И.Б., Заливадный М.С. Музыкально-теоретические воззрения Леонарда Эйлера: актуальное значение и перспективы // Вестн. Ленингр. гос. ун-та им. А.С. Пушкина. 2012. № 4, т. 2. С. 164–172.
8. Они же. Информационные технологии в музыке: учеб. пособие. Т. 4. Музыка, математика, информатика. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2013. 180 с.
9. Горбунова И.Б., Заливадный М.С., Кибиткина Э.В. Основы музыкального программирования: учеб. пособие. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2012. 195 с.



10. **Osgood Ch., Suci J., Tannenbaum P.** The Measurement of Meaning. Urbana, Illinois: Illinois University Press, 1957. 350 p.
11. **Танеев С.И.** Подвижной контрапункт строгого письма. М.: Музгиз, 1959. 383 с.
12. **Курт Э.** Основы линейного контрапункта / пер. с нем. З.В. Эвальд. М.: Музгиз, 1931. 304 с.
13. **Schillinger J.** The Schillinger System of Musical Composition. Vol. 1–2. N. Y.: Carl Fischer, 1946. 1640 с.
14. **Заливадный М.С.** Применение закономерностей слухо-зрительных синестезий в композиции и анализе музыки // Синестезия: содружество чувств и синтез искусств: материалы междунар. науч.-практ. конф. 2008. Казань: Изд-во КГТУ, 2008. С. 156–159.
15. **Ульянич В.С.** Компьютерная музыка и освоение новой художественно-выразительной среды в музыкальном искусстве: автореф. дис. ... канд. иск. М., 1997. 24 с.
16. **Галеев Б.М., Скороходов В.А.** Из рисунка – в мелодию // «Синестезия: содружество чувств и синтез искусств»: материалы междунар. науч.-практ. конф. 2008. Казань: Изд-во КГТУ, 2008. С. 236–241.
17. **Горбунова И.Б.** Информационные технологии в музыке: учеб. пособие. Т. 3. Музыкальный компьютер. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2011. 412 с.
18. **Горбунова И.Б., Кибиткина Э.В.** Музыкальное программирование: вопросы подготовки специалистов // Искусство и образование. 2010. № 5 (67). С. 104–111.
19. **Горбунова И.Б., Романенко М.Ю., Чибирёв С.В.** Моделирование процесса музыкального творчества с использованием музыкально-компьютерных технологий // Вестн. Ирк. гос. техн. ун-та. 2013. № 4 (75). С. 16–24.
20. **Шубников А.В., Копцик В.А.** Симметрия в науке и искусстве. М.; Ижевск: Изд-во Ин-та компьютерных исслед., 2004. 560 с.
21. **Горбунова И.Б.** Информационные технологии в музыке: учеб. пособие. Т. 1. Архитектоника музыкального звука. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. 175 с.
22. **Она же.** Информационные технологии в музыке: учеб. пособие. Т. 2. Музыкальные синтезаторы. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2010. 205 с.
23. **Парс Ю.Н.** Уровни и содержание музыковедческих измерений // Эстетика: информац. подход. Проблемы информац. культуры. Вып. 5 / ред. Ю. Зубов, В. Петров. М.: Смысл, 1997. С. 124–141.
24. **Lissa Z.** O wielowarstwowości kultury muzycznej // Muzyka. 1959. No. 1. S. 3–22.
25. **Лукач Д.** Своеобразие эстетического. В 4 т. Т. 2. М.: Прогресс, 1986. 467 с.
26. **Парс Ю.Н.** Акустические знания в системе музыкального образования: очерки. Рязань: Литера М, 2010. 336 с.
27. **Он же.** Перспективы развития курса информатики в музыкальных образовательных учреждениях // Современ. муз. образование-2003: материалы междунар. науч.-практ. конф. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2003. С. 200–203.
28. **Он же.** О сайте «Трибуна музыканта-педагога» // Современ. муз. образование-2004: материалы междунар. науч.-практ. конф. Ч. I. СПб.: ИПЦ СПГУТД, 2004. С. 64–67.
29. **Горбунова И.Б., Романенко Л.Ю., Родионов П.Д.** Музыкально-компьютерные технологии в формировании информационной компетентности современного музыканта // Науч.-техн. вест. СПбГПУ. Гуманит. и обществ. науки. 2013. № 1 (167). С. 39–48.
30. **Рустамов А.Р.** Звуковой образ пространства в структуре языка звукорежиссуры: дис. ... канд. иск. СПб., 2013. 195 с.
31. **Чернышов А.В.** Медиамузыка: основы теории, практика и история: дис. ... д-ра иск. М., 2014. 358 с.

I.B. Gorbunova

INFORMATION TECHNOLOGY IN MUSIC AND INTEGRATIVE MODEL OF ITS SEMANTIC SPACE

GORBUNOVA Irina B. – *Herzen State Pedagogical University of Russia.*

Nab. Moyki, 48, St. Petersburg, 191186, Russia

e-mail: gorbunova@herzen.spb.ru

The article discusses the application of music computer technology (MCT) when forming an integrative model for semantic space music. The author analyzes the mechanisms of forming virtual reality, focusing on specific components of that space. The need to develop MCT so as to transform the forms and methods for accumulating and transmitting knowledge about music and musicology is emphasized in the context of the general task to unify various approaches to the problem into an organic whole.

MUSIC COMPUTER TECHNOLOGIES; DIGITAL ART; MUSIC SEMANTIC SPACE;
VIRTUAL REALITY.

REFERENCES

1. Gorbunova I.B. [Phenomenon of Musical Computer Technologies as a new educational creative medium]. *IZVESTIA: Herzen Univ. J. of Humanities and Sciences*, 2004, no. 4 (9), pp. 123–138. (In Russ.)
2. Hofmann J. *Fortepiannaya igra. Otvetny na voprosy o fortepiannoy igre* [Piano Playing. Piano Questions answered by Josef Hofmann]. Moscow, Muzgiz Publ., 1961. 224 p. (In Russ.)
3. Schweitzer A. Johann Sebastian Bach. Moscow, Klassika-XXI Publ., 2011. 816 p. (In Russ.)
4. Gorbunova I.B., Zalivadnyy M.S. [On Mathematical Methods in Music Theory and Musical Education]. *Music Scholarship. Russian J. of Academic Research in Music*, 2013, no. 1 (12), pp. 272–276. (In Russ.)
5. Gorbunova I.B., Zalivadnyy M.S. [Formalized music by Iannis Xenakis as an attempt of mathematical representation of the logical regularities in music]. *TERRA HUMANA: Society. Environment. Development. Research and Theoretical Magazine*, 2012, no. 4 (25), pp. 135–139. (In Russ.)
6. Euler L. *Opyt novoy teorii muzyki, yasno izlozhennoy v sootvetstvii s neprelozhnymi printsipami garmonii* [An Attempt of New Theory of Music, Clearly Exposed in Correspondence with Inevitable Principles of Harmony]. St. Petersburg, Nestor-Historia Publ., 2007. 273 p. (In Russ.)
7. Gorbunova I.B., Zalivadnyy M.S. [Leonhard Euler's theoretical views on music: actual meaning and some perspectives]. *Vestnik of the Leningrad State Univ. named after A.S. Pushkin*, 2012, no. 4, vol. 2, pp. 164–172. (In Russ.)
8. Gorbunova I.B., Zalivadnyy M.S. *Informatsionnye tekhnologii v muzyke. T. 4. Muzyka, matematika, informatika* [Information technologies in music. Vol. 4. Music, mathematics, computer science. Textbook]. St. Petersburg, The Herzen State Pedagogical Univ. of Russia Publ., 2013. 180 p. (In Russ.)
9. Gorbunova I.B., Zalivadnyy M.S., Kibitkina E.V. *Osnovy muzykal'nogo programmirovaniya* [Programming in music. Textbook]. St. Petersburg, The Herzen State Pedagogical Univ. of Russia Publ., 2012. 195 p. (In Russ.)
10. Osgood Ch., Suci J., Tannenbaum P. *The Measurement of Meaning*. Urbana, Illinois; Illinois University Press, 1957. 350 p.
11. Taneyev S.I. *Podvizhnoy kontrapunkt strogogo pis'ma* [Convertible Counterpoint in the Strict Style]. Moscow, Muzgiz Publ., 1961. 383 p. (In Russ.)
12. Kurth E. *Osnovy linearnogo kontrapunkta* [Principles of Linear Counterpoint]. Moscow, Muzgiz Publ., 1961. 304 p. (In Russ.)
13. Schillinger J. *The Schillinger System of Musical Composition*. Vol. 1–2. New York, Carl Fischer, 1946. 1640 p.
14. Zalivadnyy M.S. [Experiments on applying the regularities of sight-and-hearing synaesthaesias in composing and analyzing music]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii "Sinesteziya: sodruzhestvo chuvstv i sintez iskusstv"* ["Synaesthesia: the unity of senses and the synthesis of arts". Materials of the Int. Research and Practical Conference]. Kazan, Kazan State Technical Univ. Publ., 2008. Pp. 156–159. (In Russ.)
15. Ulianich V.S. *Kompyuternaya muzyka i osvoineniye novoy khudozhestvenno-vyrazitel'noy sredy v muzykal'nom iskusstve*. Avtoref. kand. dis. [Computer music and the exploration of a new medium of artistic expression in the art of music. Abstr. cand. diss.]. Moscow, 1997. 24 p. (In Russ.)
16. Galeyev B.M., Scorochodov V.A. [From drawing into melody]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii "Sinesteziya: sodruzhestvo chuvstv i sintez iskusstv"* ["Synaesthesia: the unity of senses and the synthesis of arts". Materials of the Int. Research and Practical Conference]. Kazan, Kazan State Technical Univ. Publ., 2008. P. 236–241. (In Russ.)
17. Gorbunova I.B. *Informatsionnye tekhnologii v muzyke. T. 3. Muzykal'nyy kompyuter* [Information technologies in music. Vol. 3. Music computer. Textbook]. St. Petersburg, The Herzen State Pedagogical Univ. of Russia Publ., 2011. 412 p. (In Russ.)
18. Gorbunova I.B., Kibitkina E.V. [Musical programming: problems formation of specialists]. *Art and Education*, 2010, no. 5 (67), pp. 104–111. (In Russ.)
19. Gorbunova I.B., Romanenko M.Yu., Chibiryov S.V. [Modeling of Musical Composition Process with Using Music Computer Technologies]. *Vestnik of Irkutsk State Technical Univ.*, 2013, no. 4 (75), pp. 16–24. (In Russ.)
20. Shubnikov A.V., Koptsik V.A. *Simmetriya v nauke i iskusstve* [Symmetry in science and art]. Moscow, Izhevsk, Institut Computemnyh Issledovaniy Publ., 2004. 560 p. (In Russ.)



21. Gorbunova I.B. *Informatsionnye tekhnologii v muzyke. T. 1. Arkhitektonika muzykal'nogo zvuka* [Information technologies in music. Vol. 1. Architectonics of musical sound. Textbook]. St. Petersburg, The Herzen State Pedagogical Univ. of Russia Publ., 2009. 175 p. (In Russ.)
22. Gorbunova I.B. *Informatsionnye tekhnologii v muzyke. T. 2. Muzykal'nye sintezatory* [Information technologies in music. Vol. 2. Music synthesizers. Textbook]. St. Petersburg, The Herzen State Pedagogical Univ. of Russia Publ., 2010. 215 p. (In Russ.)
23. Rags Yu. [The levels and contents of dimensions in musicology]. *Estetika: informatsionnyy podkhod. Problemy informatsionnoy kul'tury* [Aesthetics: An information approach. Problems of Information Culture]. Iss. 5. Moscow, Smysl Publ., 1997. P. 124–141. (In Russ.)
24. Lissa Z. [On Multi-Layer Structure of Music Culture]. *Music*, 1959, no. 1, pp. 3–22. (In Polish)
25. Lukach D. *Svoeobrazie esteticheskogo* [Originality of aesthetic principles]. In 4 vol. Of vol. 2. Moscow, Progress Publ., 1986. 467 p. (In Russ.)
26. Rags Yu. *Acusticheskie znaniya v sisteme muzikal'nogo obrazovaniya: ocherki* [Acaustical Knowelegies in the System of Music Education: Esseys]. Riazan, Litera M Publ., 2010. 336 p. (In Russ.)
27. Rags Yu. [Perspectives of developing computer science course in educational institutions of music]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii "Sovremennoe musical'noe obrazovanie-2003"* ["Contemporary music education-2003"]. Materials of the Int. Research and Practical Conference]. St. Petersburg, The Herzen State Pedagogical Univ. of Russia Publ., 2003. P. 200–203. (In Russ.)
28. Rags Yu. [On the site: "Tribune for Teacher of Music"]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii "Sovremennoe musicalnoe obrazovanie-2004"* ["Contemporary music education-2004"]. Materials of the Int. Research and Practical Conference]. Vol. 1. St. Petersburg, IPC SPGUTD Publ., 2004. P. 64–67. (In Russ.)
29. Gorbunova I.B., Romanenko M.Yu., Rodionov P.D. [Music computer technologies in the forming of contemporary musician's competence in informatics]. *St. Petersburg State Polytechnical Univ. J. Humanities and Social Sciences*, 2013, no. 1 (167), pp. 39–46. (In Russ.)
30. Rustamov A. *Zvukovoy obraz prostranstva v structure khudozhestvennogo yazyka rezhissury*. Kand. dis. [Sound image of space in the structure of sound design artistic language. Cand. diss.]. St. Petersburg, 2013. 195 p. (In Russ.)
31. Chernyshov A.V. *Mediamuzyka: istoriya, teoriya, praktika. Dokt. dis.* [Media music: history, theory, practice. Doct. diss.]. Moscow, 2014. 358 p. (In Russ.)