



ISSN 2782-358X (Print), 2782-3598 (Online)

Горизонты музыкознания

Научная статья

УДК 51-78:37.01

DOI: 10.33779/2782-3598.2022.1.035-049

О применении вероятностно-статистических методов в изучении закономерностей музыки и музыкально-педагогических исследованиях

Ирина Борисовна Горбунова¹, Михаил Сергеевич Заливадный²

¹ *Российский государственный педагогический университет
имени А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург, Россия*

² *Санкт-Петербургская государственная консерватория
имени Н. А. Римского-Корсакова, г. Санкт-Петербург, Россия*

¹ *gorbunovaib@herzen.spb.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4389-6719>*

² *trifonov_e_d@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9599-5925>*

Аннотация. В середине XX века музыкознанием и смежными науками был предложен ряд перспективных идей, содержащих широкие возможности для изучения факторов неопределённости в системе музыкального мышления и частично опередивших аналогичные идеи в области точных наук. В предлагаемой статье рассматривается ряд вероятностно-статистических методов в применении к исследованиям закономерностей музыки, а также приводятся разработки, посвящённые применению этих методов в музыкально-педагогической практике. Авторы статьи уделяют особое внимание музыкально-компьютерным технологиям, получившим развитие на рубеже XX–XXI веков как средства изучения музыки в рамках системы современного музыкального образования на различных его уровнях – профессиональном и дополнительном профессиональном. В статье освещаются также некоторые проблемы инклюзивного музыкального образования, связанные с освоением вероятностно-статистических закономерностей музыки, включая логику и технику музыкальной композиции. Характеризуются комплексные исследования и научно-методические разработки, предпринятые учебно-методической лабораторией «Музыкально-компьютерные технологии» Российского государственного педагогического университета имени А. И. Герцена, послужившие основанием для развития музыкальной науки и практики музыкальной композиции и повлиявшие на музыкальную культуру начала XXI века.

Ключевые слова: алгоритмическая композиция, вероятностно-статистические методы в музыкознании, музыкально-компьютерные технологии, музыкальное образование, Учебно-методическая лаборатория «Музыкально-компьютерные технологии», Российский государственный педагогический университет имени А. И. Герцена

Для цитирования: Горбунова И. Б., Заливадный М. С. О применении вероятностно-статистических методов в изучении закономерностей музыки и музыкально-педагогических исследованиях // Проблемы музыкальной науки / Music Scholarship. 2022. № 1. С. 35–49. DOI: 10.33779/2782-3598.2022.1.035-049

Horizons of Musicology

Original article

About Applying Probabilistic-Static Methods in Studying Regular Laws of Music and Musical-Pedagogical Research Works

Irina B. Gorbunova¹, Mikhail S. Zalivadny²

¹ Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia

² Saint-Petersburg Rimsky-Korsakov State Conservatory, St. Petersburg, Russia

¹ gorbunovaib@herzen.spb.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4389-6719>

² trifonov_e_d@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9599-5925>

Abstract. In the mid-20th century musicology and the contiguous disciplines presented a set of farsighted ideas containing broad possibilities for studying the factors of uncertainty in the system of musical thought and partially anticipating analogous ideas in the sphere of exact sciences. The article examines a set of probabilistic-statistical methods in application to researching the regular laws of music, and also carries out elaborations devoted to applying these methods to musical-pedagogical practice. The authors of the article draw special attention to musical-computer technologies, which received development at the turn of the 20th and the 21st centuries as means of studying music within the framework of the system of contemporary musical education on its various levels – professional and supplementary professional. The article also elucidates certain issues of inclusive musical education connected with the mastery of probabilistic-statistical regular laws of music, including the logic and the technique of musical composition. Characterization is provided to the complex research and scholarly-methodic elaborations undertaken by the Tutorial-Methodological Laboratory “Music Computer Technologies” affiliated with the Herzen State Pedagogical University of Russia, which served as the basis for development of music scholarship and the practice of music composition and exerted an influence on the musical culture of the early 21st century.

Keywords: algorithmic composition, probabilistic-statistical methods in musicology, music computer technologies, musical education, Tutorial-Methodological Laboratory “Music Computer Technologies,” Herzen State Pedagogical University of Russia

For citation: Gorbunova I. B., Zalivadny M. S. About Applying Probabilistic-Static Methods in Studying Regular Laws of Music and Musical-Pedagogical Research Works. *Problemy muzykal'noj nauki / Music Scholarship*. 2022. No. 1, pp. 35–49. (In Russ.) DOI: 10.33779/2782-3598.2022.1.035-049



К истории вопроса и постановка проблемы

Изучение вероятностно-статистических аспектов музыкальных синестезий ведёт начало с последней четверти XIX века (статья Г. Т. Фехнера «Статистика ассоциаций»¹). Однако статистические методы исследования синестетических закономерностей музыки длительное время (практически до середины XX века) оставались преимущественно достоянием психологии, не переходя в область искусствознания в собственном смысле слова.

Важный шаг вперёд в решении данной проблемы был сделан С. Эйзенштейном в статье «Вертикальный монтаж» (1940)². Формально относящаяся к теории кинематографа, эта статья имеет существенное значение как одно из проявлений комплексного подхода к исследованию закономерностей музыкального мышления (включая область музыкальных синестезий). Стремясь выявить наиболее целесообразные и действенные возможности синтеза музыки и изображения в кино, Эйзенштейн рассматривает наиболее распространённые соответствия, сложившиеся в музыкальной практике (ритм звучания – ритмическая организация зрительного образа; мелодия – графическая линия; изменения звука по высоте – игра света; тональность – цвет), указывает на изменчивость зрительных (в частности цветовых) представлений, связанных в слушательском восприятии со звучанием музыки, выявляет изменения общественно-психологической значимости самих этих представлений (выразительным примером в этом отношении может служить входящий в статью очерк о семантике жёлтого цвета). В результате этих исследований мастер делает вывод о невозможности до-

стижения однозначных и раз и навсегда данных соответствий между составляющими синестезий (соответственно – различными языковыми «планами» синтетических художественных композиций), выдвигая идею активной и исходящей из конкретного содержания задачи художника в формировании синестетических соответствий. Одновременно он подчёркивает идею существенной значимости «общепринятого чтения», то есть наиболее распространённых (ранее автор статьи уточняется: в «отдельных группах» людей) синестезий при выборе конкретных художественных решений. При этом Эйзенштейн указывает на статистические методы как на инструмент выявления и обобщения закономерностей такого «чтения», иначе говоря – на статистически-вероятностный характер самих этих закономерностей.

Научно-техническая революция середины XX века уже в начальный период своего развития оказавшая заметное влияние на музыкознание и музыкальную практику, вызвала характерные новые тенденции и в исследовании внезвуковых закономерностей музыкального мышления. К числу этих тенденций относится развитие точных методов исследования, связанное прежде всего с изучением вероятностной стороны данных закономерностей. Значительным результатом в этом направлении явилось создание в 1950-е годы Ч. Осгудом и его сотрудниками методики исследования, получившей название «метода семантического дифференциала». К нему (позднее нашедшему широкое применение в различных областях психологии, в том числе – музыкальной) авторы пришли на основе изучения слухозрительных синестезий в музыке (включая представления цветного слуха³). Метод

«семантического дифференциала» привлёк внимание И. Стравинского⁴, который увидел в нём (благодаря вероятностно-статистическим аспектам значений, характеризуемых теми или иными координатами точек в многомерном семантическом пространстве) перспективную постановку проблемы «выразительности» (а по существу – содержательности) в музыке. Такой подход существенно отличается от попыток однозначной трактовки конкретно-содержательных характеристик музыкальных построений, равно как и от проявлений отрицания за этими построениями какого-либо конкретно-образного характера.

Ступенчатая шкала характеристик, используемая в данном методе, создаёт возможность детальной ориентировки во внезвуковых областях музыкального мышления, включая малоизученные (например, слухо-осязательные, слухо-моторные, слухо-вестибулярные, органически-слуховые).

Постановка задачи дальнейшей детализации ориентиров в этих областях и роста их соизмеримости со звуковыми вызывает, однако, необходимость модификации структуры семантического пространства Осгуда в направлении: 1) увеличения числа делений в каждом из измерений, соответственно – «шкал семантики» (у Осгуда таких делений всего семь); 2) перемещения основных смысловых функций с отрезков каждой из шкал на точки стыков между отрезками.

Метод «семантического дифференциала» Осгуда и его соавторов, выросший из исследования закономерностей слухо-зрительных синестезий⁵, является важным шагом вперёд в изучении области музыкально-синестетических представлений благодаря их группировке на основе ступенчатых шкал различий.

Помимо возможности статистического обобщения данных синестетического восприятия музыки различными слушателями (с чем также связаны факторы неопределённости музыкального содержания), этот метод допускает элемент неопределённости в структуре самих шкал, что позволяет говорить о зонной природе музыкальных синестезий. Каждый дифференциал (единица различения) в такой шкале представлен отрезком прямой (между противоположными понятиями), который также может быть трактован как зона синестетических представлений. Само различение этих представлений возможно на основе как количественных, так и качественных различий и, таким образом, не требует обязательного равенства отрезков по величине.

С точки зрения логической организации музыки представляется возможной модификация этого аппарата, когда носителями музыкального значения оказываются не отрезки («дифференциалы семантических шкал»), а точки на их стыках, местоположение которых также допускает определённые колебания в пределах некоторой полосы (зоны). Такая модификация придаёт 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»⁶). Оригинальный вариант методики изучения синестетических закономерностей музыки на этой основе (с разомкнутой внутренней структурой шкал и



качественным различием самих элементов синестетических соответствий) был предложен позднее (в 1970-е годы) Б. Галеевым применительно к изучению слухо-зрительных синестезий⁷.

В необходимости такой модификации убеждают и проведённые в то же время (1950–1960-е годы) опыты систематизации «элементов музыкальной выразительности» и «измерения формальной динамики» в работах Д. Кука⁸ и А. Проснака⁹, где выстраиваются сходные по структуре (хотя и более ограниченные по содержанию) музыкально-семантические пространства; при этом в роли ориентирующих смысловых элементов в каждом из измерений этих пространств выступают именно конкретные звуковые величины. То же относится к ступенчатым шкалам внезвуковых характеристик музыки, известных из ряда теоретических работ Средневековья, Возрождения и начала Нового времени. Это – пространственные терминологические обозначения ступеней традиционного античного звукоряда у Аль-Фараби, параллель между этими же ступенями и оттенками чёрного и белого цвета у Дж. Арчимбольдо, пространственные характеристики ступеней звукоряда в древнерусской теории «киноварных помет». В их числе – упорядоченные множества сенсорно-чувственных воздействий в проектах «клавесина для глаз» и «клавесина для органов чувств» Л.-Б. Кастеля¹⁰.

Так, Д. Кук выстраивает свою систематизацию на основе противопоставлений (трактуемых пространственно): «вверх – вниз», «мажор – минор», «быстро – медленно», «громко – тихо». Далее он указывает на возможность образования 16 типов «базового контекста» конкретных музыкально-семантических построений¹¹. Аналогичным, но более

элементарным по структуре составляющих его измерений является семантическое пространство музыки у А. Проснака, допускающее так же, как у Кука, «унисоны» и «контрапункты» разнородных характеристик «формальной динамики» (соответственно – силы воздействия¹²). Заслуживает внимания то, что в числе измерений этого пространства у Проснака представлены артикуляция, сближающая данную модель с некоторыми идеями Дж. Шиллингера¹³, и статистика звучаний, образующая известную параллель к позднейшей модели А. Гейна¹⁴.

На рубеже 1940–1950-х годов учёный-акустик и музыкант-теоретик Н. Гарбузов выдвинул теорию зонной природы музыкального слуха, охватывающую все основные свойства звука¹⁵. Согласно его теории, каждой элементарной логической единице музыки соответствует на практике ряд близких друг другу звуковых характеристик (высот, длительностей, громкостей, тембров), вместе образующих целую полосу – зону. Границы этих зон со временем меняются; меняться может также само их число.

Примерно в это же время группой американских композиторов (Дж. Кейдж, Э. Браун, Д. Тюдор и др.) был выдвинут ряд предложений по введению факторов неопределённости в логическую структуру музыки, позднее оформившихся в виде алеаторической и сонористической техники письма и получивших широкое распространение во всём мире¹⁶. Некоторые аспекты этих предложений родственны зонной теории Гарбузова, но относятся в большей мере к исполнительской стороне музыки и предполагают значительно более широкие границы зон высот и длительностей звука. Практические опыты по реализации этих предложений (их конкретная

эстетическая характеристика не входит в нашу задачу) способствовали осознанию элементов логической неопределённости, присутствующих в самой музыкальной традиции (партии ударных инструментов с неопределённой высотой звука, мелизматика, артикуляция, традиционная система динамических оттенков).

В 1973 году Б. Галеев¹⁷ предложил модель семантического пространства, по значению составляющих сходную с осгудовской, но допускающую свободный, не сводимый к парам контрастных понятий характер рядов этих составляющих (соответственно – измерений семантического пространства), а также чисто качественные характеристики различий между элементами рядов. Как и осгудовская, эта модель выдвинута в связи с вопросами статистического исследования слухозрительных синестезий и составляет необходимое к ней дополнение. Необходимость такого дополнения оказывается особенно очевидной при систематизации синестезий предметно-определённого характера, где отнюдь не всегда достижима группировка на основе парной контрастности, определяющей структуру и содержание измерений семантического пространства у Осгуда. В дальнейшем Галеевым и его сотрудниками на основе этой модели был разработан ряд анкет, посвящённых синестетической проблематике, и получен ряд статистических обобщений, относящихся к данной области¹⁸.

Уровень исследования музыкальных синестезий, представленный моделью Галеева, очевидным образом приближается к пространственным моделям «общесемантического» рода, формируемым обычно на материале словесного языка. Содержание и структура этих моделей характеризуются особенно значитель-

ной подвижностью и, можно сказать, находятся «в постоянном внутреннем переустройстве». Вместе с тем этот уровень также содержит в себе определённые устойчивые ориентиры, связанные в конечном счёте с общими закономерностями строения реальных объектов и освоения этих закономерностей в ходе исторического развития.

Аналогичный вывод относительно действия вероятностных закономерностей в сфере конкретно-содержательных характеристик музыки содержится в работах Пражской команды 1970–1980-х годов, в связи с чем представителями этого объединения была выдвинута идея «диахронно-синхронного континуума интерпретационных возможностей музыки»¹⁹. Пражская команда пришла к выводу о вероятностном характере законов музыкальной семантики. При этом авторы идеи указывали не только на факторы изменчивости, но и на факторы устойчивости в составляющих данный континуум интерпретациях. В качестве таких факторов выступают, в частности, постоянство выражаемой в звуках логической структуры музыкальных построений, постоянство контекста этой структуры и функций её в этом контексте. В свете данной идеи разнообразные опыты выявления конкретной музыкальной семантики (включая синестетическую) воспринимаются как опыты воспроизведения и моделирования участков такого «континуума» (которые могут в дальнейшем играть роль действенного ориентира для последующей музыкальной практики в различных её аспектах).

В этом же ряду идей находится и предлагаемая Галеевым категория «музыкального фонда синестезий» (иначе – «синестетического фонда музыки»²⁰), развивающая далее обобщения



С. Танеева, Б. Асафьева («интонационный словарь эпохи») и А. Веллека в данном направлении. Этот фонд (аналогично синестетическому фонду художественного мышления в целом) эволюционирует от одной исторической эпохи к другой. В этой эволюции исследователь выделяет общую тенденцию прогрессивного (восходящего) развития («усложнение», «обогащение», и т. п.), не исключая, разумеется, проявления тех или иных закономерностей в частности.

Интересно высказывание Стравинского, посвящённое процессу музыкальной композиции и сопряжённое с рассматриваемыми выше идеями: «Когда решение относительно моей главной темы принято, я уже знаю в общих чертах, какого рода музыкальный материал мне понадобится. Я начинаю его поиски, иногда играя старых мастеров (чтобы сдвинуться с места), иногда прямо принимаюсь импровизировать ритмические единства на основе условной последовательности нот (которая может стать и окончательной). Так я формирую свой строительный материал»²¹. Сходные мысли о «значении алгоритмических методов сочинения музыки» для «отыскания общих законов, связей и взаимодействия различных сторон и частей музыкальных произведений»²² высказывает учёный-кибернетик, композитор Р. Зарипов²³.

При этом предполагается, что алгоритмическая композиция может нотироваться как в «нормальном» (соответствующем действительным метроритмическим характеристикам музыки), так и в «отклоняющемся» («неестественном», по известному выражению О. Мессиана²⁴, то есть внешнем по отношению к этим характеристикам) метре. Ещё один из отмеченных композитором случаев мо-

жет оказаться полезным для работы с секвенсорами цифровых музыкальных синтезаторов и с музыкально-компьютерными программами. Так, например, второй ритмический этюд Мессиана «Modes de valeurs et d'intensités»²⁵ представляет собой пример стохастической музыки, где важную роль играет относительная частота отдельных элементов системы.

Позднее, с развитием музыкально-компьютерных технологий во второй половине XX – начале XXI века стало возможным более детальное исследование ряда музыкальных явлений, использующих логико-математические разработки предшественников [1]. В ряде работ музыкально-компьютерные технологии раскрываются как инструмент трансляции музыкальной культуры народов мира. Это даёт возможность воссоздания существовавшего ранее, либо создания нового звукового семантического пространства при помощи секвенсора с опорой на комплексную модель семантического пространства музыки.

С точки зрения такого взаимодействия нами исследуется и область музыкального образования. Так, М. Заливадный разработал курс «Математические методы исследования в музыкознании» для студентов композиторского и музыковедческого отделений Санкт-Петербургской государственной консерватории имени Н. А. Римского-Корсакова. В дальнейшем элементы этого курса были использованы в процессе преподавания дисциплин «Математика и информатика», «Информационные технологии», «Информационные технологии в образовании», которые были разработаны и преподавались И. Горбуновой студентам музыкального факультета Российского государственного педаго-

гического университета (РГПУ) имени А. И. Герцена.

О разработках учебно-методической лаборатории «Музыкально-компьютерные технологии»

Музыкально-научные и музыкально-педагогические идеи получили развитие в работах профессорско-преподавательского сообщества сотрудников учебно-методической лаборатории «Музыкально-компьютерные технологии» (УМЛ) РГПУ имени А. И. Герцена, созданной в 2002 году. Они в свою очередь нашли отражение также в трудах учёных-исследователей ведущих музыкальных учреждений России и других стран.

Приведём обзор основной тематики:

- анализ ситуации подготовки преподавателей музыкальных дисциплин к овладению современными информационными технологиями в высших учебных заведениях различных стран мира на примере Испании [2], Северного Кипра [3]; России, США [4], Турции [5];

- внедрение элементов распределённого моделирования и использование технологий виртуальной реальности в процессе решения музыкально-творческих задач для повышения эффективности подготовки музыкантов и решения ряда конкретных проблем (включающих изучение физиологических состояний музыкантов в моменты их концертных выступлений и процесса подготовки к ним) в целях улучшения музыкального обучения, разрабатываемого учёными из Великобритании, Швейцарии, Австрии²⁶;

- музыкально-компьютерное программное обеспечение как элемент технологии интегрированного музыкального образования в Турции²⁷;

- использование учащимися индивидуальных компьютерных средств обучения музыке и необходимость подготовки преподавателей музыкальных дисциплин для интеграции такого рода технологий в их профессиональную деятельность²⁸;

- факторы, ограничивающие использование музыкально-компьютерных технологий в учебных заведениях Великобритании, и целесообразность применения этих технологий²⁹;

- факторы создания цифровых музыкальных инструментов и их практическое применение [6; 7];

- формальные, неформальные и междисциплинарные аспекты онлайн-обучения музыке, включающие: технологии и контексты STEAM-образования [8], применение музыкальных интерактивных игр в качестве новой образовательной стратегии [9], концептуальные основы обучения музыке с использованием музыкально-компьютерных технологий [10] и комплексное рассмотрение роли цифровых технологий в современном музыкальном образовании [11].

В УМЛ «Музыкально-компьютерные технологии» РГПУ разработан комплекс образовательных программ, ориентированных на актуальные задачи современного музыкального образования и новые запросы учащихся: под руководством профессора И. Горбуновой лицензирован и внедрён в педагогический процесс профиль подготовки бакалавров «Музыкально-компьютерные технологии», на который с 2004 года осуществляется набор абитуриентов; разработана и в 2006 году введена в образовательный процесс программа магистерской подготовки «Музыкально-компьютерные технологии в образовании».



В настоящий момент в УМЛ «Музыкально-компьютерные технологии» РГПУ осуществляется обучение по ряду образовательных направлений, включая обучение по многим программам повышения квалификации и профессиональной переподготовки (перечень программ приводится в Приложении).

Все образовательные программы предполагают широкое использование точных методов исследования в музыковедении и воспроизведение музыки с применением музыкально-компьютерных технологий, базирующихся на исторических достижениях и современных разработках в данной области.

Особое значение рассмотренные в статье вопросы приобретают для возможностей организации инклюзивного музыкального образования, в том числе следующих направлений:

- обучение творческим дисциплинам в различных музыкально-образовательных учреждениях учащихся с глубокими нарушениями зрения;

- разработка музыкально-технологических устройств, которые первоначально не были предназначены для широкого круга пользователей и могут быть адаптированы к другим устройствам или сенсорным интерфейсам, соответствующим возможностям людей с уникальными способностями и особыми потребностями [12];

- применение инновационных компьютерных технологий в музыкально-терапевтических целях, в том числе для людей, страдающих аутизмом [13].

В круг вопросов, рассматриваемых в этих работах, входит также такая особая тема, как исследование потенциала «хакерства» в музыкальном образовании для создания инклюзивной образовательной среды, которая способна сде-

лать методы музыкального образования более доступными для людей с ограниченными возможностями. Примером здесь может служить деятельность Ежемесячного музыкального хакатона, проводимого в Нью-Йорке, участниками которого являются музыканты, преподаватели, программисты и разработчики программного и аппаратного обеспечения [14].

Новые возможности в изучении логических закономерностей музыкальной композиции, открывшиеся благодаря процессам развития кибернетики и информатики во второй половине XX – начале XXI века, способствовали продвижению по пути решения проблем музыкального творчества, в частности – «более отчётливому осмыслению роли алгоритмических и стохастических факторов в композиторском творчестве <...> Наряду с приложением к музыкальной области логических и математических обобщений, первоначально сформировавшихся в иных областях знания, опыты по созданию алгоритмической и стохастической музыки также включают учёт и дальнейшее развитие исторических форм систематизации и моделирования музыкально-творческого процесса, выдвигавшихся в рамках самой музыкальной традиции» [15, с. 176]. Данное утверждение автора статьи «Алгоритмическая музыкальная композиция с применением шрифта Л. Брайля: проблемы творческой и педагогической практики» – разработчика «методики алгоритмической композиции на основе соотношения элементов буквенной и нотной разновидностей точно-осязательного шрифта» [там же, с. 177] – в полной мере относится к тематике проводимых нами исследований, посвящённых использованию вероятностно-статистических методов

изучения музыки с помощью музыкально-компьютерных технологий, включая область инклюзивного музыкального образования.

Рассмотренные проблемы, связанные с исследованием вероятностно-статистических закономерностей музыки и применением результатов этих исследований в практике преподавания музыкальных дисциплин, являются основанием для их дальнейшего использования. Особо отметим, что перспективные идеи содержат широкие возможности для изучения факторов неопределённости в системе музыкального мышления и частично опережают аналогичные идеи в области точных наук. Это в свою очередь не только повлияло на широко используемые

в современном музыкальном творчестве техники музыкальной композиции и музыкально-научные исследования, но и нашло активное воплощение в разработке и преподавании целого ряда музыкальных дисциплин, в том числе появившихся впервые в педагогической практике. К их числу следует отнести направления, связанные с компьютерным музыкальным творчеством, звукотембральным программированием, саунд-дизайном, искусством исполнительского мастерства на цифровых музыкальных инструментах и другие направления, предполагающие активные методы включения точных и смежных наук и базирующиеся на применении музыкально-компьютерных технологий.

Приложение

Программы повышения квалификации, разработанные в РГПУ имени А. И. Герцена

1. Музыкально-компьютерные технологии
2. Компьютерное музыкальное творчество
3. Методика преподавания музыкальных дисциплин с использованием музыкально-компьютерных технологий
4. Электронный музыкальный синтезатор
5. Искусство исполнительского мастерства и аранжировки на клавишном синтезаторе
6. Современные методы преподавания музыкальных дисциплин с использованием компьютерных технологий
7. Информационные технологии в музыкальном образовании
8. Планшетные и облачно-ориентированные технологии в музыкальном образовании
9. Создание мультимедийных пособий с использованием музыкально-компьютерных технологий
10. Интерактивные сетевые технологии обучения музыке
11. Музыкальная звукорежиссура
12. Технологии создания аудиовизуальных проектов
13. Цифровые технологии в современной концертной практике
14. Использование ресурсов интерактивной доски в обучении музыке
15. Музыкальная информатика
16. Дистанционные технологии в музыкальном образовании
17. Дистанционные технологии и электронное обучение в музыкальном образовании



18. Создание аудиовизуального контента в системе дистанционного музыкального образования

19. Создание электронной образовательной среды для дистанционного музыкального обучения

20. Создание цифрового образовательного контента в условиях реализации дистанционного обучения

21. Методика преподавания музыкальных дисциплин с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения и др.

Список Программ профессиональной переподготовки

1. Преподавание музыкальных дисциплин с использованием музыкально-компьютерных технологий
2. Преподавание электронного клавишного синтезатора
3. Технологии создания и художественной обработки звуковой информации
4. Информационные технологии в музыке и музыкальном образовании
5. Дистанционные образовательные технологии в музыке и музыкальном образовании

Примечания

¹ Fechner G. Th. Assoziationsstatistik // Wissenschaftliche Beilage der Leipziger Zeitung. 1880. No. 4. S. 17–19.

² Эйзенштейн С. М. Вертикальный монтаж // Эйзенштейн С. М. Избранные произведения в 6 т. 1964. Т. 2. С. 189–266.

³ Osgood Ch., Suci J., Tannenbaum P. The Measurement of Meaning. Urbana, Illinois: Illinois University Press, 1957, pp. 21–24, 290.

⁴ Стравинский И. Ф. Диалоги. Л.: Музыка, 1971. С. 216.

⁵ Osgood Ch., Suci J., Tannenbaum P. The Measurement of Meaning. Urbana, Illinois: Illinois University Press, 1957. 342 p.

⁶ Танеев С. И. Подвижной контрапункт строгого письма. М.: Музгиз, 1959. 383 с.

⁷ Галеев Б. М. Проблема синестезии в искусстве // Искусство светящихся звуков: сб. работ СКБ «Прометей». Казань, 1973. С. 67–88.

⁸ Cooke D. The Language of Music (1959); London: Oxford University Press, 1962. 289 p.

⁹ Prosnak A. Metody pomiarów dynamiki formalnej // Muzyka, 1962. No. 2. S. 25–46.

¹⁰ См., например: Горбунова И. Б., Заливадный М. С., Кибиткина Э. В. Музыкальное программирование. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2012. С. 20–21; 28.

¹¹ Cooke D. The Language of Music (1959). London: Oxford University Press, 1962, pp. 103–105.

¹² Prosnak A. Metody pomiarów dynamiki formalnej // Muzyka, 1962. No. 2. S. 25–46.

¹³ Schillinger J. The Schillinger System of Musical Composition. Vols. 1–2. New York: Carl Fischer, 1946; Da Capo Press, 1978. 1640 p.

¹⁴ Гейн А. Г. О формализации понятия «гармонического поля» // Всесоюзная школа молодых учёных и специалистов «Свет и музыка». Казань, 1979. С. 77–78.

¹⁵ Н. А. Гарбузов – музыкант, исследователь, педагог. М.: Музыка, 1980. 303 с.



¹⁶ См., например: Денисов Э. В. Стабильные и мобильные элементы музыкальной формы и их взаимодействие // Денисов Э. В. Современная музыка и проблемы эволюции композиторской техники. М.: Сов. композитор, 1986. С. 112–136; Когоутек Ц. Техника композиции в музыке XX века. М.: Музыка, 1976. 367 с.; Nordvall T. Krzysztof Penderecki – studium notacji i instrumentacji // Res facta 2. Kraków, 1968, s. 79–112.

¹⁷ Галеев Б. М. Проблема синестезии в искусстве // Искусство светящихся звуков: сборник работ СКБ «Прометей». Казань, 1973. С. 82–83.

¹⁸ Трофимова И. А. Анкетный опрос по изучению «цветного слуха» среди школьников // Всесоюзная школа молодых учёных и специалистов «Свет и музыка». Казань, 1979. С. 99–100; Овсянников А. А. Анкетное исследование «цветного слуха» и «цветового мышления» // Прометей-2000 (о судьбе светомузыки на рубеже веков): материалы междунар. науч.-практ. конф. Казань, 2000. С. 107–113.

¹⁹ Пражская команда (Pražský tým) – творческое объединение в области искусствознания и эстетики, действовавшее в 1970–1980 годах в Институте теории и истории искусств в г. Праге (Чехия). См.: Černý M. K., Fukač J., Jiránek J., Lébl V., Poledňák I., Ludvová J. Teorie hudební vědy // Hudební věda, 1975. No. 4. S. 291–323; Jiránek J. Houslový koncert Albana Berga // Hudební věda, 1977. Č. 1. S. 3–50. (S. 5).

²⁰ Галеев Б. М. Человек, искусство, техника (проблема синестезии в искусстве). Казань: КГУ, 1987. 264 с.

²¹ Стравинский И. Ф. Диалоги. Л.: Музыка, 1971. С. 225.

²² Зарипов Р. Х. Кибернетика и музыка. 2-е изд. М.: Наука; URSS: Либроком, 2014. С. 29, 211–214.

²³ Рудольф Хафизович Зарипов – математик и кибернетик, один из первых отечественных исследователей проблем искусственного интеллекта, автор трудов по компьютерному моделированию музыкального творчества. Разработал обширную программу исследований, нацеленную на создание систем искусственного интеллекта и способную воспроизводить деятельность, характерную для процессов творчества.

²⁴ Мессиаан О. Техника моего музыкального языка. М.: Греко-латинский каб. Ю. А. Шичалина, 1994. 124 с.

²⁵ Мессиаан О. Четыре ритмических этюда. Л.: Музыка, 1974.

²⁶ Williamon A., Aufegger L., Eiholzer H. Simulating and Stimulating Performance: Introducing Distributed Simulation to Enhance Musical Learning and Performance // *Frontiers in Psychology*. 2014. No. 5, p. 25.

²⁷ Nart S. Music Software in the Technology Integrated Music Education // *Turkish Online Journal of Educational Technology*. 2016. No. 15 (2), pp. 78–84.

²⁸ Dorfman J. Music Teachers' Experiences in One-to-One Computing Environments // *Journal of Research in Music Education*. 2016. No. 64 (2), pp. 159–178.

²⁹ Gall M. Trainee Teachers' Perceptions: Factors that Constrain the Use of Music Technology in Teaching Placements // *Journal of Music, Technology & Education*. 2013. No. 6 (1), pp. 5–27; Gall M. ТРАСК and Music Teacher Education. In A. King, E. Himonides, A. Ruthmann (Eds.) // *The Routledge Companion to Music, Technology, and Education*, 2016, pp. 305–318.

Список источников

1. Gorbunova I. B., Zalivadny M. S. Leonhard Euler's Theory of Music: Its Present-Day Significance and Influence on Certain Fields of Musical Thought // *Problemy muzykal'noj nauki / Music Scholarship*. 2019. No. 3, pp. 104–111.
DOI: 10.17674/1997-0854.2019.3.104-111
2. Díez N. La formación en TIC de los pedagogos de música. Análisis de la situación en las Enseñanzas Superiores de Música // *Revista Electrónica de LEEME*. 2018. No. 42, pp. 31–51.
<https://doi.org/10.7203/LEEME.42.13067>
3. Gorgoretti B. The Use of Technology in Music Education in North Cyprus According to Student Music Teachers // *South African Journal of Education*. 2019. No. 39 (1), p. 1436.
<https://doi.org/10.15700/saje.v39n1a1436>
4. Gorbunova I., Hiner H. Music Computer Technologies and Interactive Systems of Education in Digital Age School // *Proceedings of the International Conference Communicative Strategies of Information Society (CSIS 2018)*. 2019, pp. 124–128. <https://doi.org/10.2991/csis-18.2019.25>
5. Arici I. Computer-Assisted Music Teaching in Music Teacher Education Departments: Marmara University Sample // *Educational Policy Analysis and Strategic Research*. 2018. No. 13 (1), pp. 71–80. <https://doi.org/10.29329/epasr.2018.137.4>
6. Emerson G., Egermann H. Exploring the Motivations for Building New Digital Musical Instruments // *Musicae Scientiae*. 2018. Vol. 24, Issue. 3, pp. 313–329.
<https://doi.org/10.1177/1029864918802983>
7. Dickens A., Greenhalgh C., Koleva B. Facilitating Accessibility in Performance: Participatory Design for Digital Musical Instruments // *Journal of the Audio Engineering Society*. 2018. No. 66, pp. 211–219. <https://doi.org/10.17743/jaes.2018.0010>
8. Johnson C., Hawley S. H. Online Music Learning: Informal, Formal, and Steam Contexts // *International Journal on Innovations in Online Education*. 2017. No. 1 (2), pp. 1–13.
<https://doi.org/10.1615/IntJInnovOnlineEdu.2017015989>
9. Chao-Fernandez R., Román-García S., Chao-Fernandez A. Analysis of the Use of ICT through Music Interactive Games as Educational Strategy // *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2017. No. 237, pp. 576–580. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2017.02.109>
10. Bauer W. I. *Music Learning Today: A Conceptual Framework for Technology-Assisted Music Learning*. 2nd Edition. Oxford University Press: New York, 2020. 256 p.
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199890590.001.0001>
11. Song B., Chen J. On Digital Technology and Music Education // *2017 3rd International Conference on Economics, Social Science, Arts, Education and Management Engineering (ESSAEME 2017)*. <https://doi.org/10.2991/essaeme-17.2017.113>
12. Samuels K. The Drake Music Project Northern Ireland: Providing Access to Music Technology for Individuals with Unique Abilities // *Social Inclusion*. 2019. No. 7, pp. 152–163.
<https://doi.org/10.17645/si.v7i1.1706>
13. Johnston D., Egermann H., Kearney G. Innovative Computer Technology in Music-Based Interventions for Individuals with Autism Moving beyond Traditional Interactive Music Therapy Techniques // *Cogent Psychology*. 2018. No. 5. 1554773.
<https://doi.org/10.1080/23311908.2018.1554773>
14. Bell A. P., Bonin D., Pethrick H., Antwi-Nsiah A., Matterson B. Hacking, Disability, and Music Education // *International Journal of Music Education*. 2020, pp. 1–16.
<https://doi.org/10.1177/0255761420930428>

15. Самсонова Е. В. Алгоритмическая музыкальная композиция с применением шрифта Л. Брайля: проблемы творческой и педагогической практики // Бюллетень международного центра «Искусство и образование»: электронный научно-методический журнал / Bulletin of the International Centre of Art and Education. 2021. № 5. С. 174–190.
URL: <http://www.art-in-school.ru/bul/2021-5.pdf> (дата обращения: 24.01.2022).

Информация об авторах:

И. Б. Горбунова – доктор педагогических наук, главный научный сотрудник учебно-методической Лаборатории музыкально-компьютерных технологий, профессор кафедры цифрового образования.

М. С. Заливадный – кандидат искусствоведения, старший научный сотрудник учебно-методической Лаборатории музыкально-компьютерных технологий.

References

1. Gorbunova I. B., Zalivadny M. S. Leonhard Euler's Theory of Music: Its Present-Day Significance and Influence on Certain Fields of Musical Thought. *Problemy muzykal'noj nauki / Music Scholarship*. 2019. No. 3, pp. 104–111.
DOI: doi.org/10.17674/1997-0854.2019.3.104-111
2. Díez N. La formación en TIC de los pedagogos de música. Análisis de la situación en las Enseñanzas Superiores de Música. *Revista Electrónica de LEEME*. 2018. No. 42, pp. 31–51.
<https://doi.org/10.7203/LEEME.42.13067>
3. Gorgoretti B. The Use of Technology in Music Education in North Cyprus According to Student Music Teachers. *South African Journal of Education*. 2019. No. 39 (1), p. 1436.
<https://doi.org/10.15700/saje.v39n1a1436>
4. Gorbunova I., Hiner H. Music Computer Technologies and Interactive Systems of Education in Digital Age School. *Proceedings of the International Conference Communicative Strategies of Information Society (CSIS 2018)*. 2019, pp. 124–128. <https://doi.org/10.2991/csis-18.2019.25>
5. Arici I. Computer-Assisted Music Teaching in Music Teacher Education Departments: Marmara University Sample. *Educational Policy Analysis and Strategic Research*. 2018. No. 13 (1), pp. 71–80. <https://doi.org/10.29329/epasr.2018.137.4>
6. Emerson G., Egermann H. Exploring the Motivations for Building New Digital Musical Instruments. *Musicae Scientiae*. 2018. Vol. 24, Issue. 3, pp. 313–329.
<https://doi.org/10.1177/1029864918802983>
7. Dickens A., Greenhalgh C., Koleva B. Facilitating Accessibility in Performance: Participatory Design for Digital Musical Instruments. *Journal of the Audio Engineering Society*. 2018. No. 66, pp. 211–219. <https://doi.org/10.17743/jaes.2018.0010>
8. Johnson C., Hawley S. H. Online Music Learning: Informal, Formal, and Steam Contexts. *International Journal on Innovations in Online Education*. 2017. No. 1 (2), pp. 1–13.
<https://doi.org/10.1615/IntJInnovOnlineEdu.2017015989>
9. Chao-Fernandez R., Román-García S., Chao-Fernandez A. Analysis of the Use of ICT through Music Interactive Games as Educational Strategy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2017. No. 237, pp. 576–580. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2017.02.109>



10. Bauer W. I. *Music Learning Today: A Conceptual Framework for Technology-Assisted Music Learning*. 2nd Edition. Oxford University Press: New York, 2020. 256 p.
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199890590.001.0001>
11. Song B., Chen J. On Digital Technology and Music Education. *2017 3rd International Conference on Economics, Social Science, Arts, Education and Management Engineering (ESSAEME 2017)*. <https://doi.org/10.2991/essaeme-17.2017.113>
12. Samuels K. The Drake Music Project Northern Ireland: Providing Access to Music Technology for Individuals with Unique Abilities. *Social Inclusion*. 2019. No. 7, p. 152–163.
<https://doi.org/10.17645/si.v7i1.1706>
13. Johnston D., Egermann H., Kearney G. Innovative Computer Technology in Music-Based Interventions for Individuals with Autism Moving beyond Traditional Interactive Music Therapy Techniques. *Cogent Psychology*. 2018. No. 5. 1554773.
<https://doi.org/10.1080/23311908.2018.1554773>
14. Bell A. P., Bonin D., Pethrick H., Antwi-Nsiah A., Matterson B. Hacking, Disability, and Music Education. *International Journal of Music Education*. 2020, pp. 1–16.
<https://doi.org/10.1177/0255761420930428>
15. Samsonova E. V. Algoritmicheskaya muzykal'naya kompozitsiya s primeneniem shrifta L. Braylya: problemy tvorcheskoy i pedagogicheskoy praktiki [Algorithmic Musical Composition using L. Braille: Problems of Creative and Pedagogical Practice]. *Byulleten' mezhdunarodnogo tsentra "Iskusstvo i obrazovanie": elektronnyy nauchno-metodicheskiy zhurnal* [Bulletin of the International Centre of Art and Education: Electronic Scientific and Methodical Journal]. 2021. No. 5, pp. 174–190. URL: <http://www.art-in-school.ru/bul/2021-5.pdf> (24.01.2022).

Information about the authors:

Irina B. Gorbunova – Dr.Sci. (Pedagogy), Chief Researcher of the Educational and Methodical Laboratory of Music Computer Technologies, Professor at the Department of Digital Education.

Mikhail S. Zalivadny – Ph.D. (Arts), Senior Research Associate of the Educational and Methodical Laboratory of Music Computer Technologies.

Поступила в редакцию / Received: 07.02.2022

Одобрена после рецензирования / Revised: 14.02.2022

Принята к публикации / Accepted: 16.02.2022

