

© Чжоу Ваньи, 2025

УДК 781.61

DOI: 10.63219/2308-1031-2025-3-42-50

О НЕКОТОРЫХ СТИЛЕВЫХ И ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ПРИНЦИПАХ ЦИКЛА «МАКРОКОСМОС» ДЖОРДЖА КРАМА (НА ПРИМЕРЕ I ТЕТРАДИ)

Чжоу Ваньи¹

¹ Российский государственный педагогический университет имени А.И. Герцена, 191186, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. Статья посвящена некоторым стилевым и художественным принципам цикла «Макрокосмос» выдающегося американского композитора новейшего времени Джорджа Крама. Метацикл «Макрокосмос» рассматривается в ряду других фортепианных произведений композитора. Особое внимание уделяется тембровой стилистике, характерной для цикла, в контексте значения сонористического ландшафта для понимания образного мира композиции. Рассмотрены исполнительские приемы и особенности графической нотации первой тетради метацикла. Отмечается, что основные закономерности расширенной техники и нотных графических символических записей будут прослеживаться и в других тетрадах «Макрокосмоса». Фортепианная музыка Джорджа Крама уникальна своей необычайно многообразной тембровой палитрой, композитор раскрывает те звуковые ресурсы инструмента, которые максимально расширяют его сонористический потенциал. Углубление технических и художественных звуковых возможностей происходит за счет собственно игры (во всех возможных игровых зонах рояля) и посредством подключения голоса исполнителя. Применение звукоусиления, так называемой «амплификации», привносит новые оттенки в тембровую палитру композиции, усиливая динамические границы звучания инструмента. Стилиевые особенности макроцикла отражают характерные для композиторского письма Крама черты такие, как полистилистичность, тембровая детализованность, символизм звукового и графического представления, рафинированность метроритмической организации ткани и многослойность кросскорреляций между частями целого, на уровне как отдельных номеров, так и внутри всего метацикла. Концепция первой тетради представляется погружением в звуковую космогоническую систему Крама, в которой устанавливаются тонкие связи между человеком и вселенной. Музыка при этом становится проводником в мистический, непознанный, метафизический мир Духа.

Ключевые слова: Макрокосмос, Джордж Крам, расширенные техники игры на фортепиано, графическая нотная нотация

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Чжоу Ваньи. О некоторых стилевых и художественных принципах цикла «Макрокосмос» Джорджа Крама (на примере I тетради) // Вестник музыкальной науки. 2025. Т. 13, № 3. С. 42–50. DOI: 10.63219/2308-1031-2025-3-42-50.

ABOUT SOME STYLISTIC AND ARTISTIC PRINCIPLES OF THE CYCLE “MACROCOSMOS” BY GEORGE KRAM (USING THE EXAMPLE OF I NOTEBOOK)

Zhou Wanyi¹

¹ A.I. Herzen Russian State Pedagogical University, 191186, Saint Petersburg, Russian Federation

Abstract. The article is devoted to some stylistic and artistic principles of the cycle “Macrocosmos” by the outstanding American composer of modern times George Crumb. The metacycle “Macrocosmos” is considered in a number of other piano works by the composer. Particular attention is paid to the timbre style characteristic of the cycle, in the context of the importance of the sonoristic landscape for understanding the figurative world of the composition. The article examines the performance techniques and features of the graphic notation of the first notebook of the metacycle, however, it is noted that the main patterns of the extended technique and musical graphic symbolic notations will be traced in other parts of “Macrocosmos”. Piano music by George Crumb is unique in its unusually diverse timbre palette, the composer reveals those sound resources of the instrument that maximize its sonoristic potential. The expansion of technical and artistic sound capabilities occurs both due to the playing itself (in all possible playing zones of the piano) and by connecting the performer's voice. The use of sound amplification, the so-called “amplification”, brings new shades to the timbre palette of the composition, expanding the dynamic boundaries of the instrument's sound. The stylistic features of the macrocycle reflect the features characteristic of Crumb's compositional writing, such as polystylistics, timbre detail, symbolism of sound and graphic representation, refinement of the metro-rhythmic organization of the texture and multi-layered cross-correlations between parts of the whole, both at the level of individual numbers and within the entire metacycle. The concept of the first notebook is presented as an immersion in Crumb's sound cosmogonic system, in which subtle connections are established between man and the universe. Music thus becomes a guide to the mystical, unknown, metaphysical world of the Spirit.

Keywords: Makrokosmos, Georg Crumb, extended piano playing techniques, graphic musical notation

Conflict of interest. The author declares the absence of conflict of interests.

For citation: Zhou Wanyi (2025), “About some stylistic and artistic principles of the cycle «Macrocosmos» by George Kram (using the example of I notebook)”, *Journal of Musical Science*, vol. 13, no. 3, pp. 42–50. DOI: 10.63219/2308-1031-2025-3-42-50

Выдающийся американский композитор Джордж Крам (George Crumb, 1929–2022) прожил долгую творческую жизнь, застав стремительные художественные перемены и культурологические смены парадигм в музыкальном искусстве современности. Ему удалось сформировать уникальный художественный язык и создать систему техник, приемов, стилевых находок, которые помогают безошибочно узнавать его произведения. С начала творческого становления и до конца жизни композитор сохранил особую преданность фортепиано, для которого напишет большую часть своих произведений.

Фортепиано Дж. Крама – это, фактически, мультиинструмент. Не прибегая к препарации¹, подобно Дж. Кейджу, он расширяет игровые зоны инструмента, позволяя исполнителю извлекать невероятное количество тембровых оттенков, нюансов, используя при этом целостную конструкцию рояля, включая его струнную часть, и применяя все возможные методы туше, аппликатурные приемы, педальные техники. На этом пути Крам,

прежде всего, следует Генри Коуэллу в его философии слышания и интерпретации фортепиано как источника колоссально-го и до сих пор целиком не раскрытого звукового ресурса.

Однажды немецкий композитор, один из выдающихся экспериментаторов XX в., Карлхайнц Штокхаузен сказал вышеупомянутому Джону Кейджу: «Две вещи я требую от композитора: чтобы тот изобретал и чтобы поражал меня» (Когутек Ц., 1976, с. 185). В музыке Крама мы находим другое качество, другую грань этого явления. Да, он изобретает, виртуозно и фантастично, но при этом не ставит цель поразить слушателя. Его задача – погрузить, покорить и увлечь в мир своей музыки. Как отмечает Ольга Манулкина: «Построение музыкальной формы у Крама связано прежде всего с отказом от длительного развития образа, от конфликтных взаимоотношений тематизма. Структура цикла нередко предопределена идеями метафизики, религии, археологии, эволюционной теории, астрологии, астрономии или экологической чистоты.

Композитор предпочитает экспозиционные типы изложения и развертывание на протяжении пьесы какого-либо одного образа, контрастные сопоставления законченных характеров» (2010, с. 304).

Метацикл «Макрокосмос» состоит из четырех тетрадей (созданных в 1972, 1973, 1974 и 1979 гг.); третья из них написана для двух амплифицированных фортепиано² и ударных, а четвертая – для амплифицированного фортепиано в четыре руки. В 1972 г. была создана первая тетрадь, которую композитор посвятил своему другу и единомышленнику Дэвиду Берджу. Она имела программное название: «Двенадцать фантастических пьес о зодиаке» и определенную концентрическую структуру, состояла из трех частей, в каждой из которых содержалось четыре номера. Все номера были предварены программными названиями. В следующем году появляется вторая тетрадь, получив посвящение памяти Густава Малера. В 1974 г. для расширенного состава написана третья тетрадь, которая имела самостоятельный заголовок: «Музыка для летнего вечера». В этой тетради пять номеров. Заключительная часть цикла получила название «Небесная механика» и содержала подзаголовок «Космические танцы для амплифицированного фортепиано в четыре руки». Название каждой пьесы оказалось связано с определенной звездой: α Центавра, β Лебеда, γ Дракона и δ Ориона. Последняя тетрадь была окончательно дописана только в 1979 г. В полном варианте метацикл³ прозвучал 12 июня 1980 г. в г. Буффало.

Говоря о терминологических названиях, которые используются в заголовках третьей и четвертой тетради, следует отметить, что помимо «подзвучивания», в метацикле так или иначе применяются техники «расширения»⁴ звучания инструмента. Специфика технических приемов раскрывается композитором в предисло-

вии и комментариях в нотном тексте. Для понимания базовых стилевых установок, которые лежат в основе этого замысла Джорджа Крама, следует четко представлять важность дифференциации типов функционирования фортепиано, в зависимости от художественных задач композитора. Мы встречаем три варианта классификации рояля: «conventional piano» («обычное фортепиано») – фортепиано с применением традиционных исполнительских приемов игры; «extended piano» («расширенное фортепиано») – фортепиано с применением прямого контакта со струнами, но без звукового усиления; «amplified piano» («усиленное фортепиано») – фортепиано, усиленное электрическими средствами. В большей части пьес совмещаются приемы игры, относящиеся к трем этим вариантам. Можно также заметить, что чем более метафорична и «космична» программа пьесы, тем больше Крам отходит от традиционного звучания. Как отмечают В. Петров и Ю. Горбунова: «Макрокосмос I» и «Макрокосмос II» на образно-содержательном уровне становятся диптихом, в котором раскрываются основные проблемы человеческой эволюции — от зарождения жизни до сегодняшних апокалиптических моментов (Петров В., 2021а; Сигида С., 2007).

В первую тетрадь входят следующие пьесы:

1. Primeval Sounds (Genesis I) (Cancer) / Первозданные звуки (Генезис I) (Рак);
2. Proteus (Pisces) / Протей (Рыбы);
3. Pastorale (from the Kingdom of Atlantis, ca. 10,000 B.C.) (Taurus) / Пастораль (из царства Атлантиды, около 10 000 лет до н.э.). (Телец);
4. Crucifixus (Capricorn) / Распятие (Козерог);
5. The Phantom Gondolier (Scorpio) / Призрачный гондольер (Скорпион);
6. Night-Spell I (Sagittarius) / Ночное заклинание (Стрелец);

7. Music of Shadows (for Aeolian Harp) (Libra) / Музыка теней (для эоловой арфы) (Весы);

8. The Magic Circle of Infinity (Moto Perpetuo) (Leo) / Магический круг бесконечности (Вечное движение) (Лев);

9. The Abyss of Time (Virgo) / Бездна времени (Дева);

10. Spring-Fire (Aries) / Весенний огонь (Овен);

11. Dream Images (Love-Death Music) (Gemini) / Сонные образы (Музыка любви и смерти) (Близнецы);

12. Spiral Galaxy (Aquarius) / Спиральная галактика (Водолей) (Crumb C., 1972).

Название цикла не может не вызывать прямых эстетических ассоциаций у слушателя с другим метациклом – «Микрокосмосом» Бела Бартока, что и сам автор подтверждает во вступительном слове к партитуре: «Название и структура моего “Макрокосмоса” отражает мое восхищение двумя великими композиторами двадцатого века, писавшими фортепианную музыку – Бела Бартоком и Клодом Дебюсси. Конечно, я имел в виду «Микрокосмос» Бартока и Двадцать четыре прелюдии Дебюсси <...> Однако эти ассоциации – чисто внешние, и я предполагаю, что “духовный импульс” моей музыки ближе к темной стороне Шопена и даже к по-детски непосредственным фантазиям раннего Шумана» (Crumb C., 1972, p. 2).

Во вступительном слове к первой тетради приводится небольшая эмоциональная оценка творческого состояния композитора в процессе работы над циклом: «Во время работы над первой тетрадью “Макрокосмоса” мне постоянно являлись какие-то образы. Иногда довольно четкие, иногда смутные и почти подсознательные, эти образы, казалось, объединялись вокруг следующих нескольких идей (даны вне логической последовательности за неимением таковой): “магические

свойства” музыки; проблема происхождения зла; “безвремя” времени; чувство глубокой иронии по отношению к жизни (так прекрасно переданное в музыке Моцарта и Малера); не дающие покоя слова Паскаля: “Вечное молчание бесконечных пространств ужасает меня”...» (Crumb C., 1972, p. 2).

Как уже было отмечено, цикл разделен на три части по четыре пьесы. Четвертая, восьмая и двенадцатая выполняют роль драматургических узлов – это пьесы-знаки. В них, используя особую графику (рис. 1–3), композитор располагает ноты в символических формах: креста в четвертой («Crucifixus»), круга в восьмой («The Magic Circle of Infinity») и спирали – в двенадцатой («Spiral Galaxy»). Как отмечает Алла Аблова: «В каждом произведении Крам каждый раз заново изобретает форму нотографического выражения своих мыслей» (Аблова А., 2001, с. 138).

Композитор не дает объяснение графической символике, однако некоторые предположения не могут не возникнуть, в частности, о движении в глубину разного постижения мироздания, в котором спираль становится символом неразрывности временно-континуума его устройства. Еще одна гипотеза возникает как предположение о скрытой метафизической сюжетности первой тетради. Безусловную драматургическую нагрузку несут «арки» – номера «символы», это закрепляется также при помощи сквозных тем. Ряд трехзвучных аккордов, открывающий цикл, повторяется в начале четвертой пьесы и в начале девятой («The Abyss of Time»). Эта последовательность как будто запечатывает образ времени, в самом обобщенном, философском его понимании.

В первой тетради «Макрокосмоса» мы сталкиваемся с определенной системой тембровых символов, которые воз-

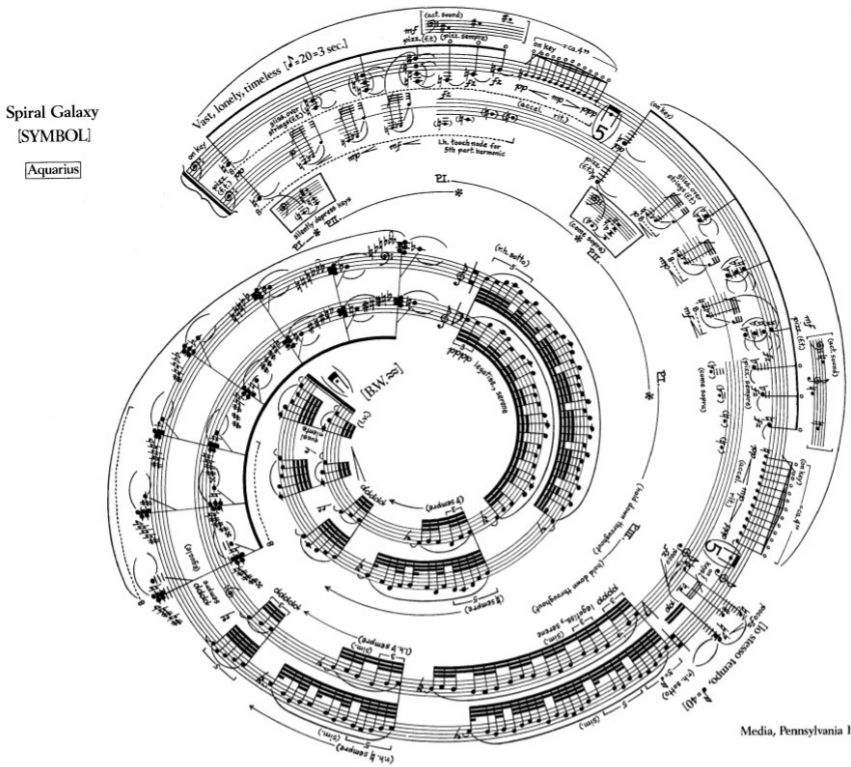


Рис. 3. Нотная запись Пьесы № 12

действуют уже не на умственную, а на эмоциональную сферу восприятия слушателя. В этой тетради очень большое внимание уделяется игре на струнах (под-робное исследование расширенных тех-ник игры на фортепиано в области струн представлено в монографии Александра Радвиловича (2011)). Крам выделяет два вида пиццикато: более острое – ногтем и менее острое – подушечкой (обозначают-ся «pizz.» плюс соответственно «f.n.» /«fingernail» – ноготь/ и «f.t.» /«fingertip» – кончик пальца/). Подобным образом дифференцируются два вида глиссандо на струнах («gliss. over strings»). Сильный удар по струне кончиком пальца – мартел-лято на струне («Mart. /f.t./»). Приглушить струну («+») – ставится над / под нотой, исполняемой на клавиатуре. Заглушить вибрирующую струну («▯»). Последнее и предпоследнее – кончиком пальца. Скре-сти струну («scrub string»), с помощью ног-тя – используется на струнах с обмоткой.

При переходе от игры на струнах к игре на клавишах указывается «on keys» («на кла-вишах»). Особым образом применяются гармоника, т.е. выделяется второй («2nd partial») и пятый («5th partial») обертон пу-тем зажатия струны в соответствующих местах. Также необычные звуковые эф-фекты достигаются при использовании та-ких предметов, как металлическая цепоч-ка, металлические наперстки, надеваемые на пальцы и металлический плектр.

Большое внимание автор уделяет использованию всех педалей: правой, средней (sostenuto) и левой («PI», «PII» и «PIII»). Например, приподнятые без-звучным двухоктавным кластером и за-фиксированные в таком состоянии при помощи средней педали 25 нижних демп-феров в «Протее» и «Пасторали» создают особую звучность, удивительным обра-зом сочетающую в себе чистоту и ясность беспедальной и объемность педальной тембровой палитры.

В число «расширенных» звуковых техник входит применение в цикле голоса и микрофона. По мнению автора, такие исполнительские приемы придают музыке «характер магического заклинания» и «раскрывают метафизическую сущность музыки» (Сигида С., 2007, с. 379). Фразы, произносимые в Пьесе № 5 «The Phantom Gondolier», в случае если пианист – женщина, должны исполняться на октаву выше, чем они записаны. Фразы, исполняемые свистом, даны на высоте их реального звучания. Микрофон, располагаемый над зоной басовых струн, используется для звукоусиления фортепиано. Уровень звукоусиления должен быть достаточно сильным, так, чтобы самые громкие пассажи звучали очень мощно. Громкость должна оставаться стабильной во время исполнения.

Первая тетрадь «Макрокосмоса» выполняет функцию введения в макроцикл и погружает слушателя в сложный сонорный метафизический мир, который воссоздает композитор. Основная сюжетная линия раскрывается в пьесах-символах. Так, Пьеса № 4 – это символ креста. Она исполняется по горизонтали, потом, после произнесения пианистом имени Христа, ноты переворачиваются и играют с другой стороны. Темы, которые изложены на двух станах, являются антагонистами. Первая, изложенная по горизонтали, подобно нашей реальности мрачная, темная, таинственная. Вторая, изложенная по вертикали, воплощает в себе образ небесного мира, она светла и возвышенна. В Пьесе № 5 «Призрачный гондольер» используются цитаты из оперы «Фауст» Гектора Берлиоза (проклятия Фауста). Звуки, извлекаемые наперстком, создают ощущение ужаса, страха.

В Пьесе № 7, с подзаголовком «Музыка теней (для эоловой арфы)», мир как будто разделяется на две зоны: слышимую и представляемую. Помогает создать та-

кую сложную звуковую иллюзию эффект, впервые примененный Генри Коуэллом, глиссандо по струнам при специально выстроенном аккорде. Мы опять попадаем в двоимирие Крама – перед нами предстает макрокосмос земной и небесный, которые сообщаются языком высшей материи – музыкой. В Пьесе № 8 встречаем графический символ, на этот раз – круг. Музыка становится воплощением вечного движения к обновлению, в котором нет жизни и смерти. Темы старения и возрождения возвращаются в следующем номере, в котором Крам опять прибегает к цитате, в этот раз обращаясь к Ф. Шопену, образ любви, который стоит выше жизни и смерти заимствован им из «Фантазии-экспромта». В № 12 тетрадь подытоживает образ спирали. Спираль как начало без конца, как образ Вселенной, космоса, это и завершение первой тетради, и открытие второй, приглашение в новые пласты и слои Макрокосмоса.

Что является основной концепцией первой тетради «Макрокосмоса»? Как нам кажется, это погружение в атмосферу космической гармонии, выстраивание тонких связей между человеком и Вселенной посредством звука как проводника в мистический, непознанный, метафизический мир Духа. Герой цикла это сам слушатель, он созерцает космические пространства, соединяясь в процессе звучания с символическими архетипами, воссоздающими образ вечности, время для него теряет свой темп и границы, образы прошлого сливаются с настоящим и будущим. Тут, как отмечает Юлия Маркина, «представлено растворение природного (в том числе человеческого) начала в космическом: в музыке преобладают тишина и спокойствие, а содержание погружает слушателя в атмосферу отрешения от мирских сует» (Маркина Ю., 2018; Петров В., 2021б).

Метаморфозы, которые происходят со звучанием фортепиано, его расширение в сторону новых технических возможностей, звукоусиление, применение голоса и специальных устройств для звукоизвлечения, делают сам процесс исполнения синтетическим инструментальным

перформансом. Выходя за пределы звуковых границ, установленных предшественниками Крама, композитор позволяет расширить философское представление о границах жизни и смерти, космоса и времени, приглашая продолжить этот путь в своей Музыкальной Вселенной.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ Препарированное фортепиано (prepared piano) – инструмент, в корпус которого на молоточки, струны или между ними помещаются или ввинчиваются различные предметы. Изобретателем препарированного (или подготовленного) фортепиано и автором этого музыкального термина был Джон Кейдж.

² Амплифицированное фортепиано (amplified piano) – термин, обозначающий звуковое усиление громкости инструмента с помощью специальной технологии, при которой используются микрофоны, преобразователь звуковых волн в электрические сигналы и усилитель их мощности в процессе воспроизведения акустическими мониторами.

В композиторской практике впервые стал применяться Джорджем Крамом.

³ Термин «метацикл» образован от понятия «цикл» с помощью приставки «мета». В древнегреческом языке предлог μετά (metá) и приставка мета- имеют значения: «после», «следующее», «за», а также «через», «между». Термин применяется в искусствоведении в понимании «цикла над циклом», большего или нового цикла, следующего, соответственно, за меньшим или более ранним.

⁴ Расширенное фортепиано (extended piano) – инструмент, при игре на котором применяются различные приспособления и рабочей зоной звукоизвлечения становится весь корпус рояля.

ЛИТЕРАТУРА

- Аблова А. Мир композитора Джорджа Крама // Музыкант в традиционной и современной культуре: Материалы междунар. симпоз.: К 60-летию И.В. Мациевского / ред. Д. Абдулнасырова. СПб., 2001. 155 с.
- Когоутек Ц. Техника композиции в музыке XX века. М.: Музыка, 1976. 367 с.
- Манулкина О.Б. От Айвза до Адамса: Американская музыка XX века. СПб.: Изд-во Ивана Лимбаха, 2010. 777 с.
- Маркина Ю.В. «Макрокосмос III» Джорджа Крама: Созерцание природы Космоса // Philharmonica. 2018. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/makrokosmos-iii-dzhordzha-krama-sozertsanie-prirody-kosmosa> (дата обращения: 27.03.2025).
- Петров В.О., Горбунова Ю.В. «Макрокосмос I» и «Макрокосмос II» Джорджа Крама: явления человеческой жизни // Музыка и время. 2021а. № 1. С. 8–14.
- Петров В.О., Маркина Ю.В. «Макрокосмос III» и «Макрокосмос IV» Джорджа Крама: Созерцание природы Космоса и Вечность // Музыка и время. 2021б. № 2. С. 3–8.
- Радвилевич А.Ю. Инструментарий новой музыки. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2011. 240 с.
- Сигида С.Ю. Постмодернизм. Джордж Крам // Музыкальная культура США: Учеб. пособие

REFERENCES

- Ablova, A. (2001), "The world of composer George Cram", *Muzykant v traditsionnoi i sovremennoi kul'ture* [The musician in traditional and modern culture]. in D. Abdunasyrova (ed.), Saint Petersburg, 155 p. (in Russ.)
- Crumb, G. (1972), *Makrokosmos*, Vol. I, New York, London, Frankfurt, 17 p. (in Eng.)
- Kogoutek, C. (1976), *Tekhnika kompozitsii v muzyke XX veka* [The technique of composition in music of the XX century], Muzyka, Moscow, 367 p. (in Russ.)
- Manulkina, O.B. (2010), *Ot Aivza do Adamsa: amerikanskaya muzyka XX veka* [From Ives to Adams: American music of XX century], Izd-vo Ivana Limbakha, Saint Petersburg, 777 p. (in Russ.)
- Markina, Yu.V. (2018), "«Macrocosmos III» by George Krum: Contemplation of the nature of the Cosmos", *Philharmonica*, no. 4. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/makrokosmos-iii-dzhordzha-krama-sozertsanie-prirody-kosmosa> (Accessed 27 March 2025).
- Petrov, V.O., Gorbunova, Yu.V. (2021a), "«Macrocosmos I» and «Macrocosmos II» by George Kram: phenomena of human life", *Muzyka i vremya* [Music and time], no. 1, pp. 8–14. (in Russ.)
- Petrov, V.O., Markina, Yu.V. (2021b), "«Macrocosmos III» and «Macrocosmos IV» by George

для педагогов и студентов вузов, обучающихся по специальности «Музыковедение» / отв.ред. М. Переверзева. М.: МГК им. П.И. Чайковского, 2007. С. 373–383.

Crumb G. Makrokosmos. Vol. I. New York; London; Frankfurt, 1972. 17 p.

Kram: Contemplation of the nature of the Cosmos and Eternity”, *Muzyka i vremya* [Music and time], no. 2, pp. 3–8. (in Russ.)

Radvilovich, A.Yu. (2011), *Instrumentarii novoi muzyki* [The toolkit of new music], Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, 240 p. (in Russ.)

Sigida, S.Yu. (2007), “Postmodernism. George Krum”, *Muzykal'naya kul'tura SShA* [Musical culture of USA], in M. Pereverzeva (ed.), MGK im. P.I. Chaikovskogo, Moscow, pp. 373–383. (in Russ.)

Сведения об авторе

Чжоу Вань, аспирант кафедры музыкального воспитания и образования Российского государственного педагогического университета имени А.И. Герцена (научный руководитель – кандидат искусствоведения, профессор Н.В. Медведева) (Санкт-Петербург)

E-mail: zhouwany1996@yandex.ru

Author Information

Zhou Wanyi, Postgraduate of the Department of Musical Education and Training at the A.I. Herzen Russian State Pedagogical University (scientific supervisor – Cand. Sc. (Art Criticism), Professor N.V. Medvedeva) (Saint Petersburg)

E-mail: zhouwany1996@yandex.ru

Поступила в редакцию 12.02.2025

После доработки 14.07.2025

Принята к публикации 15.08.2025

Received 12.02.2025

Revised 14.07.2025

Accepted for publication 15.08.2025