

Научная статья
УДК 78.03
DOI: 10.26086/NK.2025.79.4.009

Особенности композиционного решения «NoaNoa» для флейты и электроники К. Саариахо

Букирева Елена Викторовна¹,
Сыров Валерий Николаевич²

^{1,2} Нижегородская государственная консерватория
им. М. И. Глинки, Нижний Новгород, Россия

¹ E-mail: lena-muz13@yandex.ru,

¹ ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1771-0232>

² E-mail: valerysyrov@gmail.com,

² ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3673-1556>

Аннотация. Статья посвящена исследованию произведения финского композитора Кайи Саариахо «NoaNoa» для флейты и электроники. Это сочинение стало одним из первых ее опытов в жанре live-electronic. В качестве литературного источника сочинения выступает одноименная книга П. Гогена, в которой описаны годы пребывания художника на Таити.

В 1980-е годы Саариахо проходит стажировку в IRCAM, обучаясь методам работы с пленкой и живой электроникой. Там же она знакомится с идеями спектралистов и, обобщая полученные знания, определяет свое отношение к тембру. К. Саариахо формулирует концепцию тембральной оси звук/шум. В своих произведениях она накладывает избранную матрицу на различные уровни сочинения: драматургия (от чистого звука к шуму), приемы у акустического солиста (к примеру, air noise, мультифоники, пение в инструмент), электроника.

В статье представлены основные формы работы с точки зрения взаимодействия электроники и акустического материала флейты для выстраивания общей драматургии. Используя разные виды реверберации, композитор дифференцирует материалы «чистого» звука и шума. Помимо обработки звука в режиме реального времени, в произведении звучат предзаписанные аудио (флейтовые фрагменты и произнесенные шепотом фразы). Пьеса была подготовлена в компьютерной программе по обработке сигналов (ISPW), позже интегрирована в среду музыкального программирования MAX/MSP.

Ключевые слова: К. Саариахо, электроакустическая музыка, живая электроника, флейта, тембральная ось, NoaNoa

Для цитирования: Букирева Е. В., Сыров В. Н. Особенности композиционного решения «NoaNoa» для флейты и электроники К. Саариахо // Актуальные проблемы высшего музыкального образования. 2025. № 4(79). С. 52–57. <http://doi.org/10.26086/NK.2025.79.4.009>

Original article

Features of the “NoaNoa” composite solution for flute and electronics by K. Saariaho

Bukireva Elena V.¹, Syrov Valery N.²

^{1,2} Glinka Nizhny Novgorod State Conservatoire,
Nizhny Novgorod, Russia

¹ E-mail: lena-muz13@yandex.ru,

¹ ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1771-0232>

² E-mail: valerysyrov@gmail.com,

² ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3673-1556>

Abstract. The article examines the work of the Finnish composer Kaija Saariaho “NoaNoa” for flute and electronics. This

essay was one of her first experiences in the live-electronic genre. The primary source is P. Gauguin’s book of the same name, which describes the years of the artist’s stay in Tahiti.

In the 80s, Saariaho completed an internship at IRCAM, learning how to work with film and live electronics. There she gets acquainted with the ideas of the spectralists and, summarizing the knowledge gained, determines her attitude to timbre. K. Saariaho formulates the concept of the sound/noise timbral axis.

The composer applies a selected matrix to various levels of composition: drama (from pure sound to noise), acoustic soloist techniques (for example, air noise, multiphonics, singing into an instrument), electronics.

The article analyzes the play from the point of view of the interaction of electronics and acoustic flute material to build a common drama. Using different types of reverberation, the composer differentiates the materials of “pure” sound and noise. In addition to real-time audio processing, the piece contains pre-recorded audio (flute fragments and whispered phrases).

The piece was developed in a computer signal processing program (ISPW), and later integrated into the MAX/MSP music programming environment.

Keywords: K. Saariaho, electro-acoustic music, live-electronic, flauto, NoaNoa

For citation: Bukireva E. V., Syrov V. N. Features of the “NoaNoa” composite solution for flute and electronics by K. Saariaho. Aktualnye problemy vysshego muzykalnogo obrazovaniya = Actual problems of high musical education. 2025; 4(79); 52–57 (In Russ.). <http://doi.org/10.26086/NK.2025.79.4.009>

Двадцатое столетие, благодаря революционным научным достижениям, открывает широкое поле для экспериментов в области искусства. Композиторы стремились расширять возможности музыки, изобретая различные техники сочинения, углублялись в природу звука, отыскивали иные формы музыкальной фиксации¹. На волне разнообразных экспериментов второй половины XX века имя финского композитора Кайи Саариахо прочно входит в плеяду ведущих авангардистов. Ее творчество охватывает многочисленные сочинения: от сольных опусов до театральных постановок, от академических работ до электроакустических композиций и звуковых инсталляций.

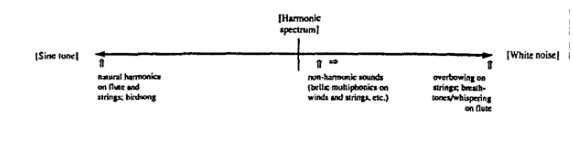
Творческое наследие композитора исследуется рядом зарубежных (С. Итти, Л. Хаутсало, Ю. Нуорвала, К. Корхонен, Р. Ниёминен) и отечественных (Г. А. Схаплок (Сидорова), Н. Н. Саамишвили) музыковедов [1]. Однако электроакустические произведения на данный момент остаются не изученными в должной мере.

Кайя Саариахо (1952–2023) родилась в Хельсинки, училась в Академии Сибелиуса у «пионера» модернизма Пааво Хейнинена. С детства занималась

разными видами искусства: живописью, литературой и музыкой. Она продолжила обучение композиции у Брайана Фернейхоу во Фрайбурге и Клауса Хубера на летних курсах в Дармштадте [2].

В 1980-е годы Саариахо знакомится с идеями композиторов-спектралистов (Тристан Мюррей, Жерар Гризе, Юг Дюфур), чьи методы основаны на компьютерном анализе звукового спектра. Исследуя гармонический потенциал обертонового ряда, они интуитивно создавали музыкальное пространство, что наиболее подходило творческим поискам Саариахо². В эти же годы она проходит стажировку в IRCAM, обучаясь методам работы с магнитофонной пленкой и живой электроникой, что во многом повлияло на ее подход к сочинению. Большое внимание во время обучения композитор уделяла разработке идей взаимодействия тембровых и гармонических структур. Впоследствии К. Саариахо обобщает полученные на практике знания и определяет свое отношение к тембру³.

Тембр воспринимается композитором как результат взаимодействия между чистыми (простыми колебаниями, синус-волна) и шумовыми (полный частотный спектр) звуками. Подобное соотношение разнополярных координат формируется у Саариахо в концепцию тембральной оси звук/шум (Пример 1). В привычном понимании функциональной гармонии подобные явления могут восприниматься как отношение консонанса и диссонанса.



Пример 1. Тембральная ось звук/шум
Example 1. Timbral sound/noise axis

Проходя практику в IRCAM, К. Саариахо знакомится с компьютерными программами, синтезом звука и спектральным анализом. Идея тембральной оси стала основополагающей в драматургии последующих сочинений. Задачей одной из первых электронных работ «Vers Le Blanc» (1982) становится плавная трансформация аккордов. Произведение было реализовано с помощью программы CHANT. Композитор продолжает реализовывать процесс плавного перетекания одного в другое — интерполяцию — в последующих сочинениях («Esquisses», «Patchwork»), где для каждого из параметров (высота, время, громкость и т.п.) существует своя матрица изменений.

Рассматривая электроакустические произведения композитора (более 30 сочинений), можно отметить несколько особенностей применения электронных средств. Чаще всего они выступают как дополнение к солисту/ансамблю и выполняет подчиненную роль. Подтверждением сказанного стано-

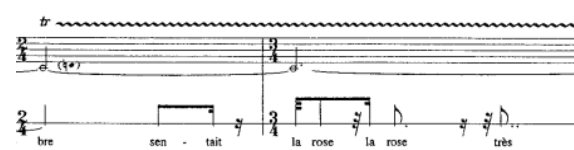
вится то, что «чистых» электронных произведений у Саариахо не много, а некоторые сольные пьесы с электроникой могут быть исполнены без нее. Несмотря на возможность исполнения привычным «акустическим» способом, композитор искусно вплетает электронное звучание, подкрепляя им музыкальную драматургию сочинения.

К середине 1980-х годов использование магнитофонной ленты устаревает. Появляются новые способы звукозаписи и преобразования звука в режиме реального времени, и в 1992 году К. Саариахо экспериментирует с live-electronic и пишет «NoaNoa» для флейты и электроники.

Название опуса отсылает слушателя к дневнику путешествий французского художника Поля Гогена, написанного во время поездки на Таити в 1891–1893 годах⁴. Фрагменты фраз, озвученные в пьесе, взяты из этой книги. Многие детали в партии флейты прорабатывались композитором совместно с исполнительницей Камиллой Хойтенга, а электронная часть сочинения разработана под руководством Жана-Батиста Барьера и Ксавье Шабо. Следует отметить, что флейта, как и виолончель, является излюбленным тембром К. Саариахо. В рамках одного инструмента композитор выстраивает систему «тембральной оси», лежащую в основе музыкального материала. К примеру, различные приемы звукоизвлечения распределяются от «шума» (air noise) к «чистому» звуку (ординарное звучание, мультифоники). Обозначим чистый звук как «+» (Пример 2), шум — «-» (Пример 3).



Пример 2. тт. 1–2
Example 2. bars 1–2



Пример 3. тт. 24–26
Example 3. bars 24–26

Произведение состоит из трех разделов ABC, где А — чистый звук (т. 1–55), В — систематическое чередование «+» и «-» (т. 56–113), С — в основном состоит из шума (с т. 114). «Мне хотелось злоупотребить некоторыми особенностями флейты... Формально я экспериментировала с идеей создания нескольких элементов одновременно, сначала располагая их последовательно, затем накладывая их друг на друга», — объясняет замысел автор [3].

Перемещения по тембральной оси осуществляются не только на макро-, но и на микроуровне. Так, к категории «+» относится ординарный прием звукоизвлечения, к категории «-» — трель, глissандо по натуральным гармоникам, мультифоники, air noise и произнесение фонем шепотом в инструмент [4]. «Категория “трелей” содержит: мордент, трель, микротональную трель, вибрато, флаттерный язык, мультифоники; “шумовые” приемы игры включают: хриплые ноты, переходы на частотные призвуки, говорение на флейте, произношение фонем, мультифоники, флаттерный язык; к группе “паттернов” относятся: шкала, микротональная шкала, глissандо, повторяющиеся паттерны и т.д.» [5, с. 75–76].

Используя расширенные техники, К.Саариахо вписывает их в звуковой контекст пьесы по-своему. При произнесении фонем в инструмент флейта воспринимается композитором как своеобразная сурдина (фильтр) для голоса, которая меняет его спектральный состав. В большинстве случаев инструментальное звучание становится продолжением говорящих или певческих голосов. К текстовой составляющей пьесы мы вернемся чуть позже.

Электронный компонент сочинения был разработан в компьютерной программе по обработке сигналов (ISPW). Со временем «NoaNoa», как и многие электроакустические работы композитора, была реализована в среде музыкального программирования MAX/MSP.

Для исполнения произведения инструменталисту необходим микрофон для флейты и педаль для переключения событий в электронике (включение, остановка или обработка звука). Автор рекомендует использовать два микрофона: локальный, закрепленный на самом инструменте, и установленный перед исполнителем. Педаль подключена к компьютеру через устройство для передачи MIDI сообщений [3]. К.Саариахо не использует пространство как элемент драматургии. Однако в зависимости от технической оснащённости зала полученное звучание можно транслировать как на два динамика (расположенных рядом с солистом), так и на четыре (два спереди, два позади аудитории).

Электроника в «NoaNoa» дополняет движение флейты от «+» к «-». Перечислим электронные средства, используемые в пьесе:

- Infinite reverberation (бесконечная реверберация). Происходит захват звука продолжительностью 500 ms.
- Реверберация речи.
- Harmonizer (гармонизатор). Два гармонизатора, настроенные по –500 и +500 центов.
- Delay. К каждому гармонизатору подключен Delay с задержкой на 250 ms.

Исполнитель с помощью педали самостоятельно контролирует переключение по меткам в партиту-

ре. При помощи триггеров происходит включение и выключение модулей, запускающих данные. В режиме реального времени воспроизводятся такие модули как:

- Записанные флейтовые фрагменты;
- Записанная речь с возможностью изменять скорость ее воспроизведения;
- Бесконечная реверберация;
- Сверточный модуль (позволяет сэмплировать спектры в процессе игры и объединять их с живым звучанием флейты);
- Резонансные модули (фильтры, параметры которых меняются в зависимости от получаемых данных).

В последней версии пьесы «NoaNoa» интерактивна, так как электронные модификации варьируются в зависимости от получаемых данных акустического солиста: звуковысотности, амплитуды, артикуляции.

Используя разные виды реверберации, композитор дифференцирует материалы «чистого» звука и шума. Эффект бесконечной реверберации принадлежит к категории «-». В сочетании с узкополосным и резонансным⁶ фильтрами он создает небольшой кластер белого шума. В программном комментарии, предваряющего пьесу, 1998 года К.Саариахо пишет, что реверберация постоянно изменяется в зависимости от амплитуды входного сигнала. Общая идея здесь такова: чем тише звук, тем длиннее реверберация. Усиленный звук флейты должен хорошо сочетаться со звуком реверберации, но, тем не менее, оставаться на переднем плане. Еще одна роль, которую выполняет этот эффект — сглаживание амплитудированного звука и предзаписанного аудиоматериала. По мере продвижения два типа реверберации уступают место резонансным фильтрам с гармонической окраской, поскольку они получены в результате анализа мультифоник флейты. Композитор, следуя идее тембральной оси, рассматривает эффект реверберации как фильтр, который максимально пропускает все частоты, постепенно закрываясь на определенных участках.

В большинстве случаев Саариахо применяет два типа реверберации, бесконечная и переменная, которые создают эффект «белого света» вокруг инструментального звука. Постепенное закрытие резонансного фильтра соответствует драматургической идее композитора, а также вдохновившему ее произведению П.Гогена — одноименной гравюре «NoaNoa» (Рис. 1).

К.Саариахо пишет: «Жест гравера по дереву начинается с грубой и толстой поверхности, которая потенциально может содержать любую форму. Постепенно в рельефе появляются плоскости, силовые линии. Вокально-инструментальная “икота” [чередование флейтового материала и вокала — примечание автора] в конце произведения



Рис. 1. П. Гоген гравюра
«NoaNoa» (1893–1894)⁸
Ill. 1. P. Gauguin engraving
“NoaNoa” (1893–1894)⁸

представляет собой своего рода рельефную фигуру, в то время как резонансный фильтр выполняет скорее функцию приглушения звукового материала» [4]⁷.

Вернемся к тексту, взятому из дневника П. Гогена. К. Саариахо предписывает исполнителю шептать отобранные фразы, слова и фонемы на флейте. В отличие от предыдущих работ, композитор обогащает флейтовую «речь» с чисто музыкальной точки зрения, добавляя артикуляционные согласные и гласные. Слова не несут повествовательной нагрузки, но хорошо воспринимаются и распознаются из-за постоянного повтора и акцентирования.

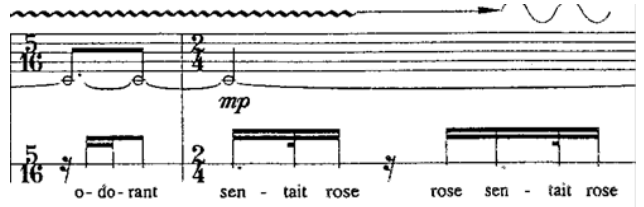
*«l'arbre sentait la rose la rose très odorant setait rose
rose sen-tait rose sen-tait rose s t r t s t s t
mes-s yeux voi-lés par mon coeur-rr
sen-tait la rose la fleur-r
la... fleur
t t t t t t très... odorant me-lange me-lange me-lange...
d'odeur l'ar-bre sen-tait la rose fleur-r»*

На вербальном уровне движение от «+» к «-» осуществляется за счет семантического размывания. Подобное решение композитора внедрить словесный фрагмент выполняет две функции. Первая, драматургическая, представляет собой постепенное расщепление текста, что поддерживает музыкальную составляющую перехода из одного состояния в другое, от «чистого» звука к шуму. Вторая, — создание и поддержка «иног» инструментальному миру — вербального. Шепот флейтиста словно отделяется от первоисточника и живет своей жизнью.

Быстрое чередование вокала и инструментальной игры в конце пьесы напоминает вокальную традицию африканского народа (пигмеев) – виртуозную технику смешивания голоса с игрой на бамбуковой флейте (Пример 4). Фонемы, лишённые



Пример 4. тт. 161–162
Example 4. bars 161–162



Пример 5. тт. 26–27
Example 5. bars 26–27

смысла, противопоставляются понятному тексту в начале пьесы (Пример 5).

В электронике переход от понятного текста к его фрагментации осуществлен путем добавления аудиофайла с записью мужских голосов. Фразы взяты из дневника Гогена, но благодаря электронной обработке повествовательная нагрузка снимается. Слушатель узнает только обрывки слов и интонации. Еще одна функция обращения к предзаписанным голосам — создание эффекта двойственности мира, ирреальности происходящего.

К. Саариахо выстраивает драматургию произведения «NoaNoa» по тембральной оси от «чистого звука» к «шуму» за счет:

- Сочетания различных приемов игры у акустического солиста (от ординарных приемов звукоизвлечения до мультифоник, air poise и произнесение текста в дутьце флейты);
- Использования голоса акустического исполнителя и в электронике. Изначально понятный текст разделяется на слова, слоги и фонемы, к концу теряя свою смысловую нагрузку — уходит в «шум».
- Применения реверберации с различными видами фильтров, которая позволяет дифференцировать материалы «чистого» звука и шума;
- Подключения harmonizer (гармонизаторов) и delay, которые немного размывают основной тон, создавая вокруг него дополнительное звучащее поле.

В течение 90-х годов у К. Саариахо складывается свой индивидуальный вариант работы с композицией: компьютерный анализ звука, техника музыкальных интерполяций. Она продолжает исследования в области тембра, расширяет звучания акустических инструментов посредством электроники (реверберации, гармонизация, фильтрация).

Творчество К. Саариахо неотрывно связано с литературой и живописью. Словно искусный художник она рисует свои звуковые полотна, используя разнообразные виды фильтров и сочетания неповторимых обертонов и гармоник в электронике. Несмотря на сочинение в рамках тембральной оси звук/шум, композитор сохраняет поэтичность, заложенную французским живописцем. Завершим последними строчками из дневника П. Гогена о путешествии по свободному и «благоухающему» острову архипелага Французской Полинезии:

«О, рай Таити — чудная страна!... Я проникся ее ароматом: ноа, ноа!... Понимание души твоих людей и любовь к этому цветку, который уже отцветает, и благоухание которого уже никто не будет вдыхать, сделало меня лучше... цветок, который она приколола утром за ухо, завял и упал на ее колени» [6].

Статья поступила в редакцию 15.09.2025; одобрена после рецензирования 10.10.2025; принята к публикации 13.10.2025.

The article was submitted 15.09.2025; approved after reviewing 10.10.2025; accepted for publication 13.10.2025

Примечания

¹ 1) Додекафония, сериализм, алеаторика, сонорика, пуантилизм и т.д.; 2) манифесты футуристов, допуск шумовых звуков в партитуры, переосмысления звуковой семантики у последователей конкретной музыки, синтез искусственных звуков у Штокхаузена, идеи спектралистов; 3) создание своей нотации, запись материала на пленку, формулирование алгоритмов для компьютера.

² В качестве первоначального материала у спектралистов выступает анализ спектра богатого обертонами звука. Исходя из полученной информации композитор создает структуру, гармонический язык и оркестровку.

³ Статьи «Использование компьютера в поисках новых аспектов организации тембра и сочинения» (1983), «Формирование композиционной сети с помощью компьютера» (1984), «Тембр и гармония: интерполяция тембровых структур» (1987) наиболее ярко отражают ее видение звукового мира.

⁴ Одну из трактовок необычного названия дает Б. Даниельссон в книге «Гоген в Полинезии»: «ноапоа это таитянский слово означает “благоухающий”».

Гоген знакомит читателя с культурой и бытом жителей экзотического Таити, описывает противостояние цивилизации и природы. На протяжении всей книги главный герой занят поисками идеального мира, свободного от скреп, мира, открытого для истинного творчества.

«Цивилизация мало-помалу отходит от меня... Да, отныне старый культурный человек во мне умер. Я возродился, или вернее, во мне родился другой, чистый и более сильный человек!».

⁵ Подобный вариант трактовки инструмента К. Саариахо применяла в пьесе «*Laconisme de l'aile*» (1982). Это сочинение основано на стихотворении святого Иоанна Персидского «Птицы». Партия флейтиста чередует и микширует звучание текста и звука.

⁶ Резонансный фильтр — это устройство, предназначенное для выделения в электрическом сигнале определенной частоты. Резонансный фильтр может пропускать сигналы на заданной частоте — полосовой — или подавлять — режекторный.

⁷ Перевод Е. В. Букиревой.

⁸ Источник. URL: clck.ru/3PL8b7 (дата обращения 10.10.2025).

Список источников

1. Схаплок Г. А. Музыка Кайи Саариахо: монография. М.: Композитор, 2017. 141 с.
2. Kaija Saariaho. Biography. Timeline. FAQ. URL: <https://saariaho.org/about> (дата обращения 26.08.2025).
3. Kaija Saariaho. NoaNoa for solo flute and electronics. URL: <https://saariaho.org/works/noanoa> (дата обращения 26.08.2025).
4. Grégoire Lorieux. Analyse de NoaNoa (1992) de Kaija Saariaho. URL: <https://brahms.ircam.fr/fr/analyses/noanoa/> (дата обращения 26.08.2025)
5. Саариахо К., Шабо К., Баррьер Ж.-Б. О создании «NoaNoa» и «Pres» — двух пьес для солирующих инструментов и рабочей станции обработки сигналов (IRCAM) / пер. Схаплок Г. А. // Музыкальный альманах Томского государственного университета. 2021. № 12. С. 73–82.
6. Gauguin P. «NoaNoa» / пер. Е. Джунковской // Современник. 1912. кн. VII. URL: http://az.lib.ru/g/gogen_p/text_1904_noa-noa-oldorfo.shtml (дата обращения 26.08.2025).

Информация об авторах

Букирева Е. В. — преподаватель кафедры музыкально-информационных технологий

Сыров В. Н. — доктор искусствоведения, профессор, заслуженный деятель искусств РФ, научный сотрудник кафедры теории музыки

(formation of an idea, development of key points of the concept), writing a text (drafting a manuscript, making comments of intellectual content, preparing and creating a published work), structuring and formatting the text, approval of the final version of the article (taking responsibility for all aspects of the work, the integrity of all parts of the article and its final version).

The authors declare that there is no conflict of interest.

Вклад авторов

Букирева Е. В. — разработка концепции исследования (формирование идеи, развитие ключевых моментов концепции), написание текста (составление черновика рукописи, внесение замечаний интеллектуального содержания, подготовка и создание опубликованной работы), структурирование и оформление текста, утверждение окончательного варианта статьи (принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант).

Сыров В. Н. — разработка концепции исследования, (формирование идеи, развитие ключевых моментов концепции), написание текста (составление черновика рукописи, внесение замечаний интеллектуального содержания, подготовка и создание опубликованной работы), структурирование и оформление текста, утверждение окончательного варианта статьи (принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

References

1. Shaplok, G.A. (2017), *Muzyka Kaii Saariaho: monografiia* [The music of Kaya Saariaho: a monograph], Composer, Moscow, Russia.
2. Saariaho (2024), "Kaija Saariaho. Biography. Timeline. FAQ", available at: <https://saariaho.org/about> (accessed 26 August 2025).
3. Saariaho (2024), "Kaija Saariaho. NoaNoa for solo flute and electronics", available at: <https://saariaho.org/works/no-noa> (accessed 26 August 2025).
4. brahms.ircam (2022), "Grégoire Lorieux. Analyse de NoaNoa (1992) de Kaija Saariaho", available at: <https://brahms.ircam.fr/fr/analyses/no-noa> (accessed 26 August 2025).
5. Saariyaho, K., and Chabot, K., and Barriere, J.-B., and Shaplok, G. A. (trans.) (2021), "About the creation of "NoaNoa" and "Pres" — two pieces for solo instruments and a signal processing workstation (IRCAM)", *Muzykalnyi almanakh Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* [Musical almanac of Tomsk State University], vol. 12, pp. 73–82.
6. Az.lib.ru (2020), Gauguin, P. (1901), and Dzhunkovskaya, E. (trans.) (1904), "NoaNoa", available at: http://az.lib.ru/g/gogen_p/text_1904_noa-noa-oldorfo.shtml (accessed 26 August 2025).

Information about the authors

Bukireva E. V. — Lecturer at the Department of Music and Information Technology

Syrov V. N. — Doctor of Art History, Professor, Honored Artist of the Russian Federation, Researcher at the Department of Music Theory

Contribution of the authors

Bukireva E. V. — development of the research concept (formation of an idea, development of key points of the concept), writing a text (drafting a manuscript, making comments of intellectual content, preparing and creating a published work), structuring and formatting the text, approval of the final version of the article (taking responsibility for all aspects of the work, the integrity of all parts of the article and its final version).

Syrov V. N. — development of the research concept