



## Программное обеспечение в обучении дошкольников нотной грамоте с использованием музыкально-цветовой информации

Р. К. Потапова<sup>1</sup>, В. В. Потапов<sup>2</sup>, Н. Д. Померанцев<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Московский государственный лингвистический университет, Москва, Россия

<sup>2</sup>Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>1</sup>RKpotapova@yandex.ru

<sup>2</sup>Volikpotapov@gmail.com

<sup>3</sup>nicetes@gmail.com

**Аннотация.** Восприятие цвета – одна из врожденных способностей человека. Исходя из того, что цвет может выполнять две функции (сигнальную и эмоциональную), мы предполагаем, что эти две вышеупомянутые функции могут лечь в основу обучения детей дошкольного возраста нотной грамоте. В статье представлено описание программного обеспечения в процессе освоения дошкольниками музыкальной грамоты на основе использования сигнальной функции цветомузыки. Данный программный продукт основан на алгоритме согласования цвета и локализации конкретной ноты на нотном стане. Впервые разработанная нами программа «Музыкальная радуга» написана на языке программирования Python 3. Она предлагает визуализацию звука в реальном времени с возможностью выбора аудиоустройства или визуализацию звука из аудиофайла. Практическое использование предлагаемой программы реализуется поэтапно.

**Ключевые слова:** психосемиотика, рационально-сигнальная функция цвета, эмоционально-сигнальная функция цвета, алгоритм координации цвета, локализация нот в цвете на нотном стане, язык программирования Python 3, методы машинного обучения

**Для цитирования:** Потапова Р. К., Потапов В. В., Померанцев Н. Д. Программное обеспечение в целях обучения дошкольников нотной грамоте с использованием музыкально-цветовой информации // Вестник Московского государственного лингвистического университета. Образование и педагогические науки. 2025. Вып. 1 (854). С. 53–59.

---

Original article

## Software for Teaching Musical Notation to Preschoolers Using Musical Color Information

Rodmonga K. Potapova<sup>1</sup>, Vsevolod V. Potapov<sup>2</sup>, Nikita D. Pomerantsev<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Moscow State Linguistic University, Moscow, Russia,

<sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>1</sup>RKpotapova@yandex.ru

<sup>2</sup>Volikpotapov@gmail.com

<sup>3</sup>nicetes@gmail.com

**Abstract.** Based on the fact that color can perform two functions (signal and emotional) we assume that these two above-mentioned functions can form the basis for teaching musical notation to preschool children. The article presents a description of software used in the process of mastering musical notation by preschoolers based on the use of the signal function of color music. This software product is based on the algorithm for matching color and localizing a specific note on the staff. The

program “Musical Rainbow” first developed by us is written in the Python 3 programming language and offers real-time sound visualization with the option to select an audio device or visualize sound from an audio file. The practical use of the proposed program is implemented gradually.

**Keywords:** psychosemiotics, rational-signaling function of color, emotional-signaling function of color, color coordination algorithm, localization of notes in color on the staff, Python 3 programming language, machine learning methods

**For citation:** Potapova, R. K., Potapov, V. V., Pomerantsev, N. D. (2025). Software for teaching musical notation to preschoolers using musical color information. *Vestnik of Moscow State Linguistic University. Education and Teaching*, 1(854), 53–59. (In Russ.)

## ВВЕДЕНИЕ

Цвет и звук исходно предметы семиотики. Ранее нами была представлена концепция исследования речи и музыки на основе **семиотики** [Потапова, Потапов, 2018; Potapova, Potapov, 2019]. В рамках педагогического подхода к феноменам цвета и звука вышеозначенная концепция имеет практическое значение. Она способствует эффективному обучению нотной грамоте и может успешно актуализироваться с использованием музыкально-цветовой информации. Таким образом, еще раз подтверждается наличие хорошо «работающей» **психосемиотической системы**. Она функционирует на зрительном и слуховом уровне, которые непосредственно связаны с различными психофизиологическими анализаторами человека.

Феномен цвета формирует визуальное восприятие людьми окружающей среды, меж тем как сама среда порождает эмоциональные настроения, несет в себе функциональную информацию, а также – совокупность значений. Потенциал цвета, существующий для выражения и коммуникации, развивается вместе с людьми и обществами. Он находит выражение во всех проявлениях жизни, в словах, изображениях, объектах, пространствах и выступлениях. Цвет является важнейшим инструментом дизайна для эстетического конструирования среды, поскольку абстрактные линейные структуры фазы планирования обретают физическую форму в атмосферных и материальных проявлениях построенного пространства (более подробно о функции цвета см. [Buether, 2018]).

В своем «Учении о цвете» Иоганн Вольфганг фон Гёте акцентировал внимание современников на том факте, что именно цвет оказывает непосредственное влияние на чувство зрения и в то же самое время опосредованно воздействует на душевное состояние реципиента [Гёте, 2021]. По мнению Карла Юнга, психика человека представляет собой саморегулирующуюся систему, где

большое значение приобретает именно цвет (цвет напрямую связан с подсознанием) и в зависимости от ассоциаций, человек выбирает тот или иной цвет. Данная система посылок в дальнейшем привела Юнга к разработке концепции арт-терапии. Она способствует преодолению травмирующих и стрессовых переживаний, которые обнаруживаются у пациентов [Юнг, 2021]. В юнгианском контексте также следует упомянуть работу «Заметки о цвете» Людвиг Витгенштейна, которая в основном посвящена логике цветовых понятий и ее языковой и социокультурной обусловленности [Витгенштейн, 2022].

Эволюция *Homo sapiens* неразрывно связана с ролью цветовой и звуковой информации, источником которой является окружающий мир. Первоначальная роль изменения цветовой гаммы имела **сигнальное**<sup>1</sup> значение в различных видах коммуникации членов социума. К социальной сфере относится и **рационально-сигнальная**<sup>2</sup> функция цвета. Наряду с сигнальной цвет выполняет **эмоциональную** функцию. Она актуализируется в различных видах искусства, например, в живописи, орнаменталистике и музыке. Цвет в искусстве, несомненно, связан с эмоциональной сферой мироощущения человека, со структурой его личности в целом. Означенные аспекты воздействия искусства на человека связываются с **суммарной сигнально-эмоциональной** функцией цвета и звука.

В произведениях композиторов различных стран представлена связь цвета и звука. Однако особая роль в работе с цветом и звуком принадлежит русскому композитору Александру Скрябину.

<sup>1</sup>Примерами сигнальной функции цвета в жизни социума могут служить цветовые шифры в мореходной сфере (информация с помощью флажков определенного цвета), в дорожной информации в виде светофора, в цветовой гамме различного рода униформ (военных, медицинских работников и служащих различных сфер деятельности) и т. д.

<sup>2</sup>В качестве примеров рационально-сигнальной функции цвета может быть упомянута функция цвета на различного рода эмблемах, геральдике, государственных знаменах и национальных костюмах обрядового характера различных народов мира и т. д.

Так, в его музыку включена специальная партия света («Прометей»), она ассоциируется с наличием **«цветного слуха»**. Необходимо упомянуть исполнение «Поэмы экстаза» Александра Скрябина в Большом зале Московской консерватории имени Петра Ильича Чайковского с применением соответствующих цветовых эффектов. Работа Скрябина с цветом всегда оказывала значительное эмоциональное воздействие на присутствующих слушателей, что еще раз подтверждает функционирование такого направления, как **«импрессионизм в музыке»** [Kennedy, 2006].

Такое понятие, как музыкально-цветовая **«синестезия»**<sup>1</sup> [Simner, Hubbard, 2006; Dael, Sierrro, Mohr, 2013; Price, Mattingley, 2013] рассматривалась учеными как разновидность **«хроместезии»**<sup>2</sup> или **«цветного слуха»**, т. е. особенности, при которой музыкальные звуки вызывают у человека определенные цветовые ассоциации (см. [Greenwald, McGhee, Schwartz, 1998]). Между тем в психологии понимание синестезии неоднозначно. Существует достаточно много материала по субъективности восприятия сочетания «цвет-звук». Оно используется различными композиторами. Некоторые из них используют прием запоминания цвета через известную последовательность цветов радуги. Она хорошо запоминается согласно известной мнемонической фразе о цветах спектра: **«Каждый охотник желает знать, где сидит фазан»**. Иначе говоря, цветовая последовательность зиждется на базовом механизме запоминания информации дошкольниками – рифму.

Проблема заключается в специфике обучения детей дошкольного возраста. Работа педагога с детьми требует опоры на игровой формат и возможности позитивного использования гаджетов. Опыт работы педагога с детьми дошкольного возраста связывается также с идеей обучения музыкальной грамоте в процессе **«игры»**<sup>3</sup> при помощи мультимедийного контента. Задача решается посредством создания авторами настоящей статьи специальной компьютерной программы **«Музыкальная радуга»**, которая предполагает визуализацию звука, соотнося цвет с определенной нотой. Таким образом, цель обучения нотной грамоте

<sup>1</sup>Синестезия – нейрологический феномен, при котором раздражение в одной сенсорной или когнитивной системе ведет к автоматической, произвольной реакции в другой сенсорной системе [Cytowic, 2002].

<sup>2</sup>Хроместезия (фонопсия, акустико-цветовая синестезия, «цветной слух») – тип синестезии, при котором слышимые звуки автоматически и произвольно вызывают образы цвета [Cytowic, Eagleman, 2009].

<sup>3</sup>По мнению Й. Хейзинга, игра старше культуры (в его концепции – это культурно-историческая универсалия) [Хейзинга, 2011].

при помощи программного алгоритма основывается на использовании именно данного подхода в качестве вспомогательного средства в обучении музыке применительно к контингенту детей дошкольного возраста.

### К ОПЫТУ ПРИМЕНЕНИЯ ЦВЕТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ОБУЧЕНИИ МУЗЫКАЛЬНОЙ ГРАМОТЕ (СОЗДАНИЕ СООТВЕТСТВУЮЩЕГО ПРОГРАММНОГО АЛГОРИТМА)<sup>4</sup>

Работа с программой **«Музыкальная радуга»** включает в себя несколько этапов. Наша программа написана на языке программирования Python 3 и предлагает **«визуализацию звука»**<sup>5</sup> в реальном времени с возможностью выбора аудиоустройства или визуализацию звука из аудио-файла в формате .wav. Кроме того, программа пишет журнал зарегистрированных сигналов. Для визуализации графического интерфейса используется библиотека «Tkinter» для обработки аудиосигнала – Librosa и PyAudio. Следовательно, у дошкольников есть возможность освоить и закрепить знания о различных локализациях нот на грифе, опираясь на сигнальную функцию цвета и ее связь с гаммой. В то же время учащиеся имеют возможность услышать визуально представленное обозначение нот на стане.

Ранее было указано на то, что восприятие музыки и цвета характеризуется огромным эмоциональным воздействием на психику слушателей и является подтверждением тонкого взаимодействия этих двух вышеупомянутых стихий.

Исходя из того, что цвет может выполнять две функции, а именно сигнальную и эмоциональную, мы предполагаем, что эти две вышеупомянутые функции могут лечь в основу преподавания музыкальной грамоты для детей дошкольного возраста.

Разрабатываемый нами программный продукт имеет в основе алгоритм координации цвета и локализации определенной ноты на нотном стане. Цветовая гамма обозначений нот на нотном стане включает очередность цветового изображения, располагаемых согласно Фурье, в следующем порядке: первая нота – красный цвет, вторая нота – оранжевый, третья – желтый, четвертая – зеленый, пятая – голубой, шестая – синий, седьмая – фиолетовый (см. рис. 1). Работа с программой **«Музыкальная радуга»** включает

<sup>4</sup>Авторы статьи выражают благодарность Петру Банникову за помощь в разработке программного продукта.

<sup>5</sup>О визуализации инвариантных компонентов речевых сигналов см.: [Zhenilo, Potapov, 2015; Женило, Потапов, 2016].

несколько этапов: а) распознавание обучающимся цвета каждой ноты; б) распознавание обучающимся локализации ноты на нотном стане; в) постепенный ввод распознавания обучающимся локализации ноты на нотном стане в соответствии с ее звучанием.

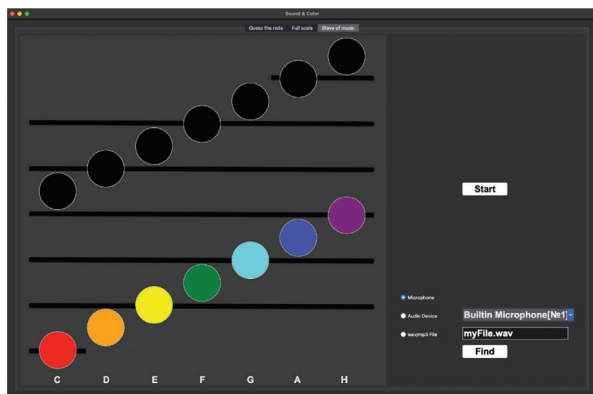


Рис. 1. Вкладка «Нотный стан» (первая и вторая октавы для наглядности ноты первой октавы раскрашены)

Следовательно, дети дошкольного возраста имеют возможность освоить и закрепить различные варианты локализации нотных знаков на нотном стане, опираясь на сигнальную функцию цвета и связи его со звукорядом. Одновременно обучающиеся имеют возможность слышать визуально представленное обозначение ноты на нотном стане.

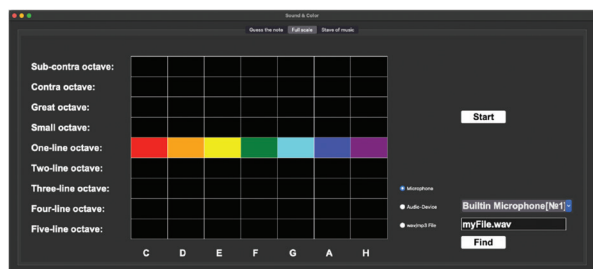


Рис. 2. Вкладка «Полный звукоряд» (для наглядности ноты первой октавы раскрашены)

На вкладках «Полный звукоряд» (рис. 2) и «Нотный стан» (рис. 1) доступны два вида **визуализации звука** в реальном времени с использованием сигнальной функции цвета: матрица, где ноте каждой октавы соответствует отдельная цветовая ячейка с подписью ноты и нотный стан с 14 цветовыми кругами, представляющими основные ноты первой и второй октавы. Источником звука можно выбрать встроенный микрофон, внешнее аудиоустройство или аудиофайлы в форматах .wav и mp3. Принимая звуковой сигнал, программа определяет доминирующую частоту звука в конкретный момент

времени с помощью преобразования Фурье, ищет ближайшую подходящую ноту (частотные значения нот прописаны внутри класса обработки звука) и динамически отображает результат в виде изменения цвета ячейки соответствующей ноты. Предлагаемый способ отображения призван облегчить для контингента детей дошкольного возраста ориентацию на локализацию нотных знаков в цветовом режиме с помощью создания визуальных цветовых ассоциаций. Дополнительно программа пишет лог<sup>1</sup> зарегистрированных сигналов и ответов в тестировании.

Одна из основных задач программы – создать наглядное представление нотного полотна с помощью музыкально-цветовых ассоциаций. Данный принцип реализован и на вкладке тестирования (рис. 3). На ней представлены клавиши с диахроническим звукорядом, каждая нота имеет свой цвет. При загадывании ноты звучит записанный звук, пользователь может проиграть звук повторно или сразу выбрать вариант ответа. При неправильном ответе отображается правильный ответ с названием ноты и соответствующим цветом, при правильном ответе нота звучит повторно и так же загорается отображение правильно опознанной ноты, подкрепляя результат, засчитывается правильный ответ.

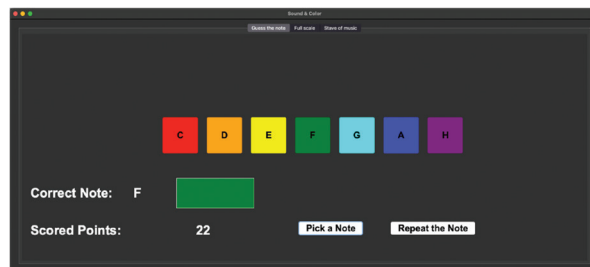


Рис. 3. Вкладка тестирования

Нами была выбрана библиотека Tkinter для визуализации пользовательского интерфейса. Она является стандартным модулем Python. Несмотря на то что у Tkinter есть свои преимущества перед другими библиотеками, такие как относительная простота освоения и использования вышеупомянутой библиотеки, мы рассматриваем возможность перехода на PyQt для улучшения пользовательского опыта. Однако наиболее вероятным видится переход на веб-платформу.

В настоящее время для аудиоанализа в нашей программе используется библиотека «PyAudio» в связке с Librosa. На первых этапах для

<sup>1</sup>Лог (log) – это текстовый файл, куда автоматически записывается важная информация о работе системы или программы.

# Педагогические науки

обработки звука и определения звучащей ноты мы задействовали только библиотеку «PyAudio», однако наша программа реагировала не только на ноты, но и на шумы. Для решения этой проблемы мы задействовали библиотеку «Librosa» (предоставляющую расширенный функционал для обработки аудио), добавив усиление сигнала, фильтры высоких и низких частот, набор полосных фильтров, соответствующих интервалам нот, а также задействовали вычисление хроматических нот, что в совокупности позволило существенно увеличить точность реакции программы и добавить отображение звучащих созвучий, а не только одной ноты. Наибольшая точность определения нот наблюдается при чтении аудиофайлов, при обработке звука из встроенного микрофона все еще наблюдается реакция на внешние шумы. Для решения этой проблемы в настоящее время мы работаем над использованием методов машинного обучения. Означенная практика позволит улучшить качество аудио-анализа и добавить новые функции в программу.

В дальнейшем мы планируем привлечь большее число дополнительных возможностей визуализации для более детального представления. Например, планируется ввести обновляемое изображение, в котором будут видны последовательности цветных ячеек, соответствующих нотной партии воспринимаемого произведения. Фиксация взаимных соответствий цвета и звука позволит визуально наблюдать ритмические рисунки музыкального произведения. Ведется разработка различных упражнений на улучшение и контроль запоминания.

Завершающие этапы разработки – тестирование и апробация. После перечисленных этапов следует проведение эксперимента для подтверждения действенности метода обучения.

Вышеописанные функции составляют первый предлагаемый аспект применения музыкально-цветовых соответствий для обучения нотной грамоте, а именно: использование цвета как дополнительной сигнальной системы, облегчающей процесс идентификации и запоминания нот.

Вторым аспектом музыкально-цветовых соответствий является эмоциональная составляющая. Она присутствует в процессе восприятия как звука, так и цвета. Не вызывает сомнения, что тот или иной цвет и звук оказывают определенное эмоциональное и психофизиологическое воздействие (например, красный цвет часто ассоциируется с активностью или даже угрозой, а синий и зеленый, наоборот, обычно воспринимаются как более спокойные). Предлагается использовать сочетания звука и цвета для эмоциональной

репрезентации музыкального текста. Использование эмоциональных ассоциаций поможет в развитии музыкальных навыков.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стихия цвета и звука сопровождают человека на протяжении всей его жизни. Эти две стихии позволяют реализовать функции сигнала применительно к процессу коммуникации, с одной стороны, и функции эмоционального восприятия на внешние стимулы, с другой. Взаимосвязь двух стихий особенно ярко проявляется в состоянии реакции на внешние стимулы, приобретая два типа поведения: сигнальной реакции на звук и эмоциональной реакции на цвет.

Все вышеописанное послужило основой для разработки специального программного продукта, предназначенного для обучения нотной грамоте детей дошкольного возраста. Эффективность предлагаемого метода гарантирована сигнальной функцией цвета, сопряженной в предлагаемой методике с музыкальным рядом. Разрабатываемый проект рассматривается как перспективный. Он дает возможность последовательно и эмоционально вводить юных обучающихся в мир музыки.

Также стоит упомянуть, что мультимодальное обучение, предполагающее использование нескольких сенсорных видов модальности, актуально в сфере образования. Интеграция визуальной и слуховой информации потенциально может улучшить процесс обучения. Его можно сделать и более целостным, и более многообразным путем практического применения различных возможностей когнитивистики. Исследования по совмещению визуального и аудиального видов модальности при обучении подтверждают пользу подобных методов: скоординированные визуальные и слуховые «подсказки» в мультимедийном обучении приводят к повышению внимания к релевантной информации и улучшению результатов после тестирования по сравнению с мономодальными «подсказками» или нескоординированными двойными «подсказками» [Xie et al., 2019]. Сочетание визуальных и слуховых видов модальности в целом улучшает процесс обучения за счет активизации внимания, кодирования памяти и обработки информации. Также встречаются исследования, свидетельствующие об улучшении работы нейронов в слуховой системе мозга при мультимодальной стимуляции. Данное направление представляется полезным для развития нашего метода и программного обеспечения, в связи с чем будет продолжен поиск в области подобных работ.

На данном этапе разрабатываемая нами программа является рабочим инструментарием для

визуализации звука при помощи сигнального компонента цвета. Эта двуединая практика способствует первичному освоению нотной грамоты и включает в себя средство проверки и закрепления полученных навыков. На основе предварительной апробации логично утверждать, что применяемые метод и инструмент действительно способствуют улучшению музыкального слуха, а наглядность представления добавляет интерактивность в процесс и помогает усвоить как положение нот, так и «привязать» их звучание к конкретной части звукоряда.

Предлагаемые нами программа и методика нуждаются в дальнейшем развитии и проведении

исследований с привлечением большего числа испытуемых для подтверждения гипотезы. В настоящий момент ведется работа над включением в данную программу методов машинного обучения для повышения качества определения нот в более сложных произведениях и улучшения пользовательского опыта. Помимо всего вышеизложенного несомненный интерес представляет дополнительный аспект взаимоотношений звука и цвета. Целесообразно выявить влияние цветовых ассоциаций на дальнейшее восприятие нот. Оно знаменательно в контексте эмоциональных реакций реципиента как на видеоряд, так и на звукоряд.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Потапова Р. К., Потапов В. В. Синкретический дуализм музыки и речи как особый семиотический феномен бытия человека // *Человек: Образ и сущность. Гуманитарные аспекты*. 2018. № 3 (34). С. 52–71.
2. Potapova R., Potapov V. Acoustic and Perceptual-Auditory Determinants of Transmission of Speech and Music Information (in Regard to Semiotics) // *Communications in Computer and Information Science*. 2019. Vol. 943. P. 35–46.
3. Buether A. The Function of Colour: An Introduction to Colour Theory and a Definition of Terms // *Colour Turn 2018: An Interdisciplinary and International Journal*. No 1. URL: <https://journal.colourturn.net/ojs/index.php/tct/article/view/671>
4. Гёте И. В. Учение о цвете. М.: АСТ, 2021.
5. Юнг К. Г. Психология бессознательного. М.: Канон, 2021.
6. Витгенштейн Л. Заметки о цвете. М.: Канон, 2022.
7. Kennedy M. Impressionism // *The Oxford Dictionary of Music*. 2nd edition, revised. Ass. editor J. Bourne. Oxford; New York: Oxford University Press, 2006.
8. Cytowic R. E. Synesthesia: A Union of the Senses. 2nd edition. Cambridge: MIT Press, 2002.
9. Cytowic R. E, Eagleman D. M. Wednesday is Indigo Blue: Discovering the Brain of Synesthesia (with an afterword by Dmitri Nabokov). Cambridge: MIT Press, 2009.
10. Simmer J., Hubbard E. M. Variants of synesthesia interact in cognitive tasks: Evidence for implicit associations and late connectivity in cross-talk theories // *Neuroscience*. 2006. Vol. 143 (3). P. 805–814.
11. Dael N., Sierro G., Mohr C. Affect-related synesthesias: a prospective view on their existence, expression and underlying mechanisms // *Frontiers in Psychology*. 2013. Vol. 4. Article 754. URL: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00754>
12. Price M. C., Mattingley J. B. Automaticity in sequence-space synaesthesia: a critical appraisal of the evidence // *Cortex*. 2013. Vol. 49 (5). P. 1165–1186.
13. Greenwald A. G., McGhee D. E., Schwartz J. L. K. Measuring individual differences in implicit cognition: The implicit association test // *Journal of Personality and Social Psychology*. 1998. Vol. 74 (6). P. 1464–1480.
14. Хейзинга Й. Homo ludens. Человек играющий / сост., пер. и предисл. Д. В. Сильвестрова ; комм. Д. Харитоновича. СПб.: Издательство Ивана Лимбаха, 2011.
15. Zhenilo V., Potapov V. Invariant components of speech signals: analysis and visualization // *Lecture Notes in Computer Science*. 2015. Vol. 9319. P. 251–258.
16. Женило В. Р., Потапов В. В. Инварианты речевых сигналов – их диагностика и визуализация // *Вестник Московского государственного лингвистического университета*. 2016. Вып. 15 (754). С. 89–102.
17. Xie H. et al. Coordinating visual and auditory cueing in multimedia learning / H. Xie, R. E. Mayer, F. Wang, Z. Zhou // *Journal of Educational Psychology*. 2019. Vol. 111 (2). P. 235–255.

### REFERENCES

1. Potapova, R. K., Potapov, V. V. (2018). Sinkreticheskiy dualizm muzyki i rechi kak osobyby semioticheskiy fenomen bytiya cheloveka = Syncretic dualism of music and speech as a special semiotic phenomenon of the human being. *Human Being: Image and Essence. Humanitarian Aspects*, 3(34), 52–71. (In Russ.)
2. Potapova, R., Potapov, V. (2019). Acoustic and Perceptual-Auditory Determinants of Transmission of Speech and Music Information (in Regard to Semiotics). *Communications in Computer and Information Science*, vol. 943, 35–46.
3. Buether, A. (2018). The Function of Colour: An Introduction to Colour Theory and a Definition of Terms. *Colour Turn 2018: An Interdisciplinary and International Journal*, 1. <https://journal.colourturn.net/ojs/index.php/tct/article/view/671>.

4. Goethe, J. W. (2021). Ucheniye o tsvete = The doctrine of color. Moscow: AST. (In Russ.)
5. Jung, C. G. (2021). Psikhologiya bessoznatel'nogo = Psychology of the Unconscious. Moscow: Canon. (In Russ.)
6. Wittgenstein, L. (2022). Zametki o tsvete = Notes on Color. Moscow: Canon. (In Russ.)
7. Kennedy, M. (2006). "Impressionism". In Bourne, J. (Ass. Ed.), The Oxford Dictionary of Music. 2nd ed. Oxford; New York: Oxford University Press.
8. Cytowic, R. E. (2002). Synesthesia: A Union of the Senses. 2nd ed. Cambridge: MIT Press.
9. Cytowic, R. E., Eagleman, D. M. (2009). Wednesday is Indigo Blue: Discovering the Brain of Synesthesia (with an afterword by Dmitri Nabokov). Cambridge: MIT Press.
10. Simner, J., Hubbard, E. M. (2006). Variants of synesthesia interact in cognitive tasks: Evidence for implicit associations and late connectivity in cross-talk theories. *Neuroscience*, 143(3), 805–814.
11. Dael, N., Sierro, G., Mohr, C. (2013). Affect-related synesthesias: a prospective view on their existence, expression and underlying mechanisms. *Frontiers in Psychology*, 4, article 754. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00754>.
12. Price, M. C., Mattingley, J. B. (2013). Automaticity in sequence-space synaesthesia: a critical appraisal of the evidence. *Cortex*, 49(5), 1165–1186.
13. Greenwald, A. G., McGhee, D. E., Schwartz, J. L. K. (1998). Measuring individual differences in implicit cognition: The implicit association test. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74(6), 1464–1480.
14. Huizinga, J. (2011). Homo ludens. Chelovek igrayushchiy = Homo Ludens: The Man Playing. Comp., trans. and preface by D. V. Silvestrov. Commentary by D. Kharitonovich. St.Petersburg: Ivan Limbach Publishing House. (In Russ.)
15. Zhenilo, V., Potapov, V. (2015). Invariant components of speech signals: analysis and visualization. *Lecture Notes in Computer Science*, 9319, 251–258.
16. Zhenilo, V. R., Potapov, V. V. (2016). Invariants of speech signals – their diagnostics and visualization. *Vestnik of Moscow State Linguistic University. Humanities*, 15(754), 89–102. (In Russ.)
17. Xie, H., Mayer, R. E. Wang, F., Zhou, Z. (2019). Coordinating visual and auditory cueing in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 111(2), 235–255.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

### **Потапова Родмонга Кондратьевна**

доктор филологических наук, профессор  
действительный член Международной академии информатизации  
директор Института прикладной и математической лингвистики  
Московского государственного лингвистического университета

### **Потапов Всеволод Викторович**

доктор филологических наук  
старший научный сотрудник Учебно-научного компьютерного центра филологического факультета  
Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова

### **Померанцев Никита Дмитриевич**

аспирант кафедры прикладной и экспериментальной лингвистики  
Московского государственного лингвистического университета

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

### **Potapova Rodmonga Kondratyevna**

Doctor of Philology (Dr. habil.), Professor  
Full Member of the International Informatization Academy  
Head of Department of Applied and Experimental Linguistics  
Director of Institute of Applied and Mathematical Linguistics of Moscow State Linguistic University

### **Potapov Vsevolod Viktorovich**

Doctor of Philology (Dr. habil.)  
Senior Researcher of the Centre of New Technologies for Humanities,  
Philological Faculty, Lomonosov Moscow State University,

### **Pomerantsev Nikita Dmitrievich**

Post-graduate student of the Department of Applied and Experimental Linguistics  
Moscow State Linguistic University

Статья поступила в редакцию  
одобрена после рецензирования  
принята к публикации

10.12.2024  
22.12.2024  
23.12.2024

The article was submitted  
approved after reviewing  
accepted for publication