

Адрес статьи / To link this article: <https://cat.itmo.ru/ru/2025/v10-i2/564>

«Квантовые портреты»: перенос принципов квантовой механики в визуальное искусство

А. Минова

Абитуриент магистерской программы Art & Science ИТМО, Россия

sashadalibakh@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена исследованию возможностей переноса ключевых принципов квантовой механики в сферу визуального искусства на примере междисциплинарного Art & Science проекта «Квантовые портреты», который направлен на моделирование и визуализацию портрета личности как динамической системы, подверженной воздействию внешних факторов и наблюдателя. В работе рассматривается художественная интерпретация таких понятий квантовой физики, как суперпозиция, неопределенность, вероятностный характер поведения системы и роль наблюдателя. Пиксели цифрового портрета трактуются как аналоги квантовых объектов с собственной волновой функцией, эволюционирующей по уравнению Шредингера. Важную роль играет фактор интерактивности — портрет становится нелинейной визуальной системой, которая изменяется в зависимости от контекста наблюдения. Проект акцентирует внимание на художественной интерпретации процессов квантовой суперпозиции и коллапса состояний, моделируя их средствами визуального искусства. «Квантовые портреты» рассматривают изображение не как фиксированный результат, а как пространство возможных состояний, разворачивающееся во времени и меняющееся под воздействием наблюдателя. Такая перспектива позволяет переосмыслить жанр портрета как процессуальную форму, чувствительную к условиям восприятия. Проект является междисциплинарным, сочетая вычислительное моделирование, визуальный код и философскую метафору, позволяя объединить эстетическое высказывание с научным исследованием.

Ключевые слова: science-art, квантовая механика, визуальное искусство, цифровой портрет, идентичность, суперпозиция, волновая функция, интерактивность

В условиях стремительных научно-технологических и социокультурных трансформаций возрастает значимость междисциплинарных проектов, объединяющих художественное и научное мышление. Одним из наиболее перспективных направлений на стыке этих областей является science-art, ориентированный на художественную интерпретацию научных понятий и визуализацию сложных абстрактных идей. С одной стороны, такие практики способствуют популяризации науки, делая ее доступной и эмоционально близкой широкой аудитории; с другой — они открывают художнику новые инструменты для переосмысления форм, процессов и понятий, выходя за пределы традиционных медиа [1, с. 84].

Современное общество все более остро осознает текучесть идентичности. Социальные сети, цифровая миграция, мультикультурность, переоценка ценностей и ролей — все это

формирует множественные, нередко противоречивые, аспекты самовосприятия человека [2, с. 52]. В эпоху постправды и цифровых масок все чаще звучит вопрос: существует ли единая, стабильная сущность личности, или мы пребываем в состоянии суперпозиции возможных «я»? Эта проблема находит отражение и в культурологическом аспекте [3, с. 406], где категория «неопределенности», являясь системообразующим элементом художественного сознания, актуализирует переход от устойчивых форм к множественности возможных интерпретаций и становится принципом организации художественного высказывания.

В таком контексте особенно актуальны проекты, способные осмыслить идентичность как динамическую, вероятностную структуру, находящуюся в постоянной эволюции. Одним из таких проектов является художественная инициатива «Квантовые портреты», направленная на визуализацию принципов квантовой механики через цифровой портрет, где каждый пиксель интерпретируется как элемент квантовой системы с собственной волновой функцией. Проект опирается на метафору личности как множества потенциальных состояний, которые схлопываются в конкретный образ в момент наблюдения.

Проект «Квантовые портреты» представляет собой попытку переноса ключевых принципов квантовой механики — суперпозиции, неопределенности, вероятностного поведения и роли наблюдателя — в визуальную художественную практику. Его ядром является идея интерпретации цифрового портрета как квантовой системы, где каждый пиксель образа рассматривается как аналог квантовой частицы, обладающей собственной волновой функцией.

В рамках квантовой физики состояние системы полностью описывается волновой функцией $\psi(x,y,t)$, эволюционирующей во времени по уравнению Шрёдингера [4, с. 14]:

$$i\hbar \partial\psi/\partial t = \hat{H}\psi, \quad \hat{H} = -\frac{1}{2}\nabla^2 + V(x, y),$$

где $\hat{H}$ — гамильтониан, оператор полной энергии системы, включающий кинетическую $(-\frac{1}{2}\nabla^2)$ и потенциальную $V(x,y)$ компоненты.

В контексте проекта «Квантовые портреты» потенциал $V(x,y)$ формируется на основе визуальной информации изображения — яркости, цвета или других параметров пикселя — и управляет поведением «квантовых» элементов портрета.

Таким образом, каждое изображение порождает собственное энергетическое поле, определяющее траекторию эволюции состояния. Это позволяет имитировать «движение» пикселей в соответствии с законами квантовой механики и визуализировать динамику суперпозиции и коллапса. Аналогичным образом, «квантовый портрет» рассматривается как совокупность потенциальных состояний личности — эмоциональных, психологических, поведенческих — которые сосуществуют одновременно. Только во взаимодействии с наблюдателем — зрителем, алгоритмом или внешней средой — происходит коллапс этой суперпозиции и формирование конкретного визуального образа.

Каждый элемент изображения — пиксель, слой, фрагмент — может быть осмыслен как квантовое состояние, изменяющееся под действием «операторов» (в терминах квантовой механики) [5, с. 114] — алгоритмических преобразований, зрительского вмешательства или изменяющихся условий окружения. Таким образом, портрет становится не статичным изображением, а динамической системой, способной к эволюции. Это позволяет переосмыслить сам жанр портрета — не как фиксацию устойчивого внешнего вида, а как визуальное отражение текучей, множественной идентичности.

Особое внимание в проекте уделяется роли наблюдателя: зритель, вступая в контакт с портретом, влияет на визуализацию, инициируя один из возможных «сценариев коллапса» изображения. Тем самым проект проблематизирует границу между субъектом и объектом, наблюдателем и наблюдаемым, перенося в художественное поле фундаментальный принцип квантовой теории. Концепция наблюдателя как активного соучастника реальности имеет глубокие основания в феноменологии Эдмунда Гуссерля, для которого вся предметность мира раскрывается только в опыте сознания. В «Идеях к чистой феноменологии» Гуссерль подчеркивает принцип интенциональности — направленности сознания на объект, без которой сам объект теряет свое существование как явление [6, с. 125]. Развивая эту линию, Морис Мерло-Понти в «Феноменологии восприятия» акцентирует внимание на теле человека как основном инструменте

восприятия и конституирования пространства. По Мерло-Понти, акт восприятия никогда не является пассивным отражением реальности — напротив, он представляет собой пластичное и изменчивое взаимодействие между воспринимающим телом и воспринимаемым миром [7, с. 60].

В художественной практике «Квантовых портретов» эта идея получает цифровую и визуальную интерпретацию. Наблюдатель становится не просто фиксирующим элементом или сторонним зрителем — его присутствие влияет на конфигурацию портрета, определяет траекторию его изменений, визуальных коллапсов и состояний. Таким образом, портрет перестает быть автономным изображением и превращается в динамическую среду, где граница между субъектом и объектом оказывается проницаемой и условной.

Визуализация квантовых состояний в проекте «Квантовые портреты» осуществляется с помощью цифровых алгоритмов, позволяющих интерпретировать данные изображения в терминах квантовой механики. Исходным материалом служит 2D-фотография портрета, которая подвергается алгоритмической обработке и преобразуется в многослойную структуру, имитирующую динамику квантовой системы. Каждый пиксель изображения интерпретируется как элемент квантовой системы, зависящий от волновой функции ψ , которая моделирует поведение всей сетки. Его основные параметры — цвет, яркость, пространственное положение — интерпретируются как переменные, влияющие на волновую функцию (рис. 1).

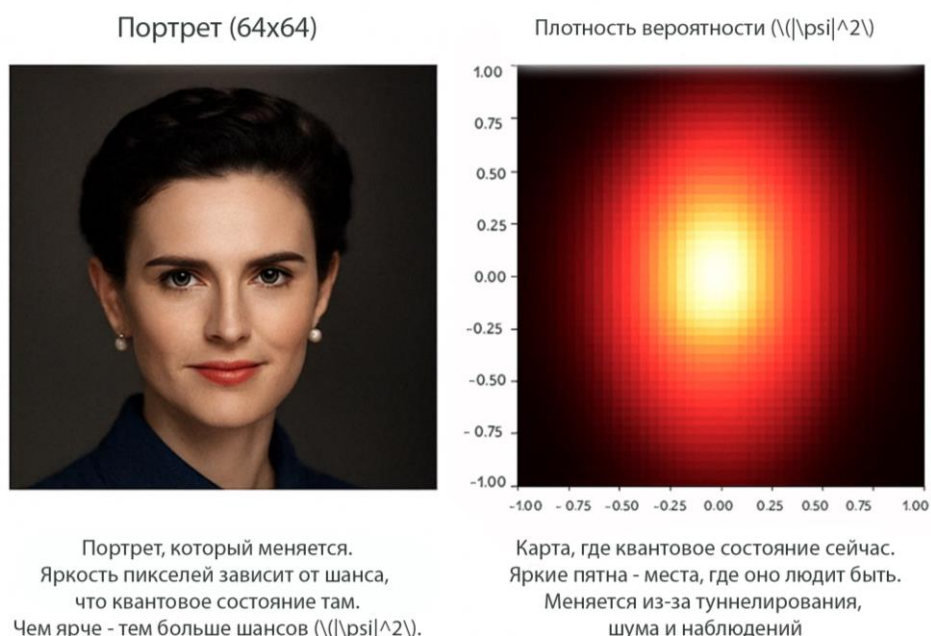


Рис. 1. Пример анимации квантового портрета с текучим движением пикселей

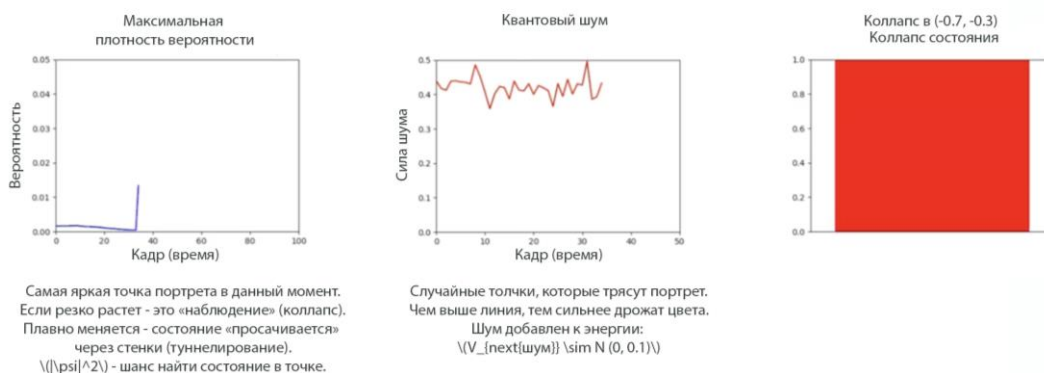


Рис. 2. Схема обработки: от пиксельной сетки к волновой функции

Для моделирования волновой функции использовалась библиотека QMsolve [GitHub], реализующая численное решение уравнения Шрёдингера [8]. Ключевые функции включают Hamiltonian для построения оператора энергии системы и TimeSimulation для временной эволюции волновой функции с использованием метода Split-Step (рис. 2).

Обработка изображения включает в себя несколько этапов:

- 1) цифровое преобразование портрета: исходное изображение разбивается на пиксельную сетку, каждому элементу которой приписывается набор параметров, соответствующих его визуальным характеристикам;
- 2) построение волновых функций: на основе выбранных параметров создаются визуальные аналоги волновых функций, которые моделируются как динамические объекты, изменяющиеся во времени или под действием «операторов»;
- 3) алгоритмические операторы: взаимодействие с пользователем или изменения в среде (например, движение, звук, освещение) рассматриваются как операторы, изменяющие состояние системы; это может быть реализовано с помощью скриптов на Python или в средах, поддерживающих интерактивную графику (например, Processing, TouchDesigner, Unity);
- 4) интерактивный вывод: в зависимости от реализации, финальный портрет может существовать в виде видеоарт-объекта, генеративной анимации или интерактивной установки, реагирующей на движения зрителя или параметры окружающей среды.

На основе подготовленного изображения создается координатная сетка фиксированного размера (например, 512×512), в которой каждый пиксель интерпретируется как точка двумерного пространства. Потенциал $V(x,y)$, задающий особенности системы, рассчитывается на основе визуальных характеристик изображения (яркость, цвет, насыщенность), тем самым каждый портрет образует уникальное поле взаимодействия. Далее формируется гамильтониан $\hat{H}$ — оператор полной энергии системы, в который входит как кинетическая компонента (лапласиан), так и рассчитанный потенциал. Вычисляются собственные значения и собственные состояния, после чего система иницируется с помощью начальной волновой функции $\psi(x,y,t=0)$, заданной, как правило, гауссовым распределением в области максимальной интенсивности.

Эволюция состояния во времени осуществляется с использованием метода Split-Step, реализованного в библиотеке QMsolve. Это позволяет получать динамическое поведение пикселей как элементов квантовой системы, имитируя эффекты интерференции, коллапса и декогеренции, что позволяет в рамках проекта сочетать принципы цифровой визуализации, вычислительной физики и художественной интерпретации данных. Таким образом, портрет становится нелинейной визуальной системой, находящейся в непрерывном процессе самоперестройки. Это подчеркивает основную метафору проекта — идентичность как флуктуирующую структуру [9, с. 50], зависящую от контекста восприятия и взаимодействия.

Проект «Квантовые портреты» не только визуализирует абстрактные принципы квантовой механики, но и переосмысливает фундаментальные вопросы субъективности, идентичности и взаимодействия между зрителем и изображением. В основе этого подхода — отказ от идеи личности как фиксированной сущности. Вместо этого предлагается концепция идентичности как суперпозиции множества потенциальных состояний, актуализирующихся в зависимости от контекста и восприятия.

Такое представление созвучно ряду современных философских и психоаналитических теорий, от деконструкции субъекта в постструктурализме до концепции «дисперсной идентичности» в трудах З. Баумана [10, с. 16]. В постцифровую эпоху, где индивид существует одновременно в онлайн- и офлайн-пространствах, в системе публичных аватаров, образов и самоинтерпретаций, идентичность утрачивает свою монолитность. В этом контексте квантовая метафора становится не просто инструментом интерпретации, но и языком описания повседневной реальности.

Подобно тому, как в квантовой физике акт измерения влияет на поведение частицы [11, с. 77], в «Квантовых портретах» зритель играет активную роль в формировании изображения. Это не просто интерактивность в техническом смысле — это метафизическая идея зависимости бытия от восприятия. Каждый акт наблюдения «схлопывает» потенциальные состояния образа в

конкретную визуальную форму. Портрет становится не просто отображением, а событием, в котором встречаются художник, алгоритм, зритель и сама культурная матрица.

Эта логика близка к современным генеративным и интерактивным художественным практикам, где работа не существует в завершенном виде до момента активации. Однако в «Квантовых портретах» добавляется более глубокий философский пласт: здесь не только форма, но и сам субъект изображения подвержен изменению. Проект задает вопрос: если наш образ зависит от наблюдателя, от алгоритма и от контекста — существует ли «мы» вне наблюдения?

Кроме того, проект предлагает потенциальные применения за пределами художественного поля — в сфере образования, психологии, а также в гуманитарных науках. Он может служить моделью для осмысления и визуализации сложных процессов самовосприятия, динамики социальных ролей и культурной рефлексии. Таким образом, «Квантовые портреты» раскрываются не только как художественная практика, но и как эпистемологический инструмент, позволяющий исследовать границы между наукой, искусством и философией.

Литература

- [1] Лопаткина М.А. Science-art как художественный способ презентации трансгуманизма. Специфика и тенденции развития внутри направления // Новое искусствознание. 2022. №1. С. 78-85. DOI: 10.24412/2686-7443-2022-1-78-85.
- [2] Прончев Г.Б., Сушко В.А. Эпоха глобальных идентичностей и социальных перемен в социологическом измерении // Теория и практика общественного развития. 2022. № 6(172). С. 52-57. DOI: 10.24158/tpor.2022.6.7.
- [3] Лысикова Н.П. Культурологические аспекты феномена неопределенности // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Социология. Политология. 2021. Т. 21. Вып. 4. С. 403–406. DOI: 10.18500/1818-9601-2021-21-4-403-406.
- [4] Шредингер Э. Квантование как задача о собственных значениях. Первое сообщение // Избранные труды по квантовой механике. М.: Наука, 1976. С. 9-20.
- [5] Дирак П. А. М. Принципы квантовой механики. М.: Наука, 1979. С. 112-116.
- [6] Гуссерль Э. Идеи к чистой феноменологии и феноменологической философии / пер. с нем. В. Н. Величко. М.: Дом интеллектуальной книги, 2009. 544 с.
- [7] Мерло-Понти М. Феноменология восприятия / пер. с фр. Г. Гобара. СПб.: Наука, 1999. 576 с.
- [8] QMsolve: A module for solving and visualizing the Schrödinger equation. URL: <https://github.com/quantum-visualizations/qmsolve> (дата обращения: 07.05.2025)
- [9] Гидденс Э. Ускользающий мир: как глобализация меняет нашу жизнь. М.: Весь Мир, 2004. С. 47-52.
- [10] Бауман З. Индивидуализированное общество. М.: Логос, 2005. 390 с.
- [11] Фейнман Р. Характер физических законов. М.: Мир, 1968. С. 75-83.

‘Quantum Portraits’: Transferring the Principles of Quantum Mechanics into Visual Art

A. Minova

Applicant for the Art & Science Master's Program at ITMO University, Russia

Abstract. The article explores the potential of transferring the fundamental principles of quantum mechanics into the field of visual art through the example of the interdisciplinary art & science project Quantum Portraits. The project is aimed at modeling and visualizing a portrait of personality as a dynamic system affected by external factors and the presence of an observer. The research examines the artistic interpretation of such key concepts of quantum physics as superposition, uncertainty, probabilistic behavior of a system, and the role of the observer. The pixels of a digital portrait are treated as analogues of quantum objects, each possessing its own wave function evolving according to the Schrödinger equation. A significant role is played by interactivity: the portrait becomes a nonlinear visual system that changes depending on the context of observation. The project focuses on the artistic interpretation of the processes of quantum superposition and state collapse, modeling them through the means of visual art. Quantum Portraits treats the image not as a fixed result, but as a space of possible states, unfolding over time and transforming under the influence of the observer. This perspective makes it possible to rethink the portrait genre as a processual form that is sensitive to the

conditions of perception. The project is interdisciplinary, combining computational modeling, visual code, and philosophical metaphor, allowing for the integration of aesthetic expression with scientific inquiry.

Keywords: science-art, quantum mechanics, visual art, digital portrait, identity, superposition, wave function, interactivity

References

- [1] Lopatkina, M.A. (2022). Science-art as an artistic way of presenting transhumanism. Special traits and development trends within the direction. *New Art Studies*. No. 1. 78-85. DOI: 10.24412/2686-7443-2022-1-78-85. [In Russian]
- [2] Pronchev, G.B., Sushko, V.A. (2022). The era of global identities and social change in the sociological dimension. *Theory and Practice of Social Development*. No. 6(172). 52–57. DOI: 10.24158/ti-por.2022.6.7. [In Russian]
- [3] Lysikova, N.P. (2021). Cultural aspects of uncertainty phenomenon. *Izvestiya of Saratov University. Sociology. Politology*. Vol. 21. Iss. 4. 403–406. DOI: 10.18500/1818-9601-2021-21-4-403-406. [In Russian]
- [4] Shredinger, E. (1976). Kvantovanie kak zadacha o sobstvennykh znacheniyakh. Pervoe soobshchenie [Quantization as an eigenvalue problem. The first message]. *Izbrannye trudy po kvantovoy mekhanike* [Selected works on quantum mechanics]. Moscow. Nauka. 9–20. [In Russian]
- [5] Dirac, P.A.M. (1979). Printsipy kvantovoy mekhaniki [The Principles of Quantum Mechanics]. Moscow: Nauka. 112–116. [In Russian]
- [6] Husserl, E. (2009). Ideas Pertaining to a Pure Phenomenology and to a Phenomenological Philosophy. Transl. from German by V.N. Velichko. Moscow. House of Intellectual Book. 544 p. [In Russian]
- [7] Merleau-Ponty, M. (1999). Phenomenology of Perception / Transl. from French by G. Gobar. St. Petersburg. Nauka. 576 p. [In Russian]
- [8] QMsolve: A module for solving and visualizing the Schrödinger equation. Available at: <https://github.com/quantum-visualizations/qmsolve> (accessed date: 02/04/2025).
- [9] Giddens, E. (2004). Uskolzayushchiy mir: kak globalizatsiya menyayet nashu zhizn' [Runaway World: How Globalization is Reshaping Our Lives]. Moscow. Ves Mir. 47–52. [In Russian]
- [10] Bauman, Z. (2005). Individualizirovannoe obshchestvo [Liquid Modernity]. Moscow. Logos. 390 p. [In Russian]
- [11] Feynman, R. (1968). Kharakter fizicheskikh zakonov [The Character of Physical Law]. Moscow. Mir. 75–83. [In Russian]