Международный конкурс

Исследовательских работ школьников

«Research start»

Научно-исследовательский проект:

«Геометрические фракталы как метод психосоциальной реабилитации больных с расстройством шизофренического спектра»

Работу выполнила:

Федотова Дарья Андреевна

ученица 7 «А» класса

МАОУ лицей №21г. Иваново

Руководители:

Непчелина-Железнова Светлана Витальевна (учитель математики);

Егорова Полина Львовна (к.м.н., доцент кафедры психиатрии ФГБОУ ВО ИвГМА МЗ РОССИИ)

Г. Иваново, 2024

**СОДЕРЖАНИЕ**

[**ВВЕДЕНИЕ** 3](#_Toc142166332)

[**1. Фракталы** 5](#_Toc142166333)

[**1.1 История фракталов** 5](#_Toc142166334)

[1.1.1 Бенуа Мандельброт: отец фрактальной геометрии 6](#_Toc142166335)

[1.1.2 Гастон Жюлиа 7](#_Toc142166336)

[1.1.3 Лорен Карпентер: искусство, созданное природой 9](#_Toc142166337)

[**1.2 Фрактальная размерность** 12](#_Toc142166338)

[1.2.1 Размер 12](#_Toc142166339)

[1.2.2 Мера 13](#_Toc142166340)

[1.2.3 Размерность 14](#_Toc142166341)

[1.2.4 Дробная размерность 15](#_Toc142166342)

[**2. Геометрические фракталы на практике** 20](#_Toc142166343)

[2.1 Геометрические фракталы в психологии 20](#_Toc142166344)

[2.2 Подготовка материала для исследований 20](#_Toc142166345)

[2.3 Ход исследования 22](#_Toc142166346)

[2.4 Результаты исследования 22](#_Toc142166347)

[**ЗАКЛЮЧЕНИЕ** 28](#_Toc142166348)

[**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ** 30](#_Toc142166349)

[**ПРИЛОЖЕНИЯ** 31](#_Toc142166350)

# **ВВЕДЕНИЕ**

*Актуальность темы исследования*. Фрактальная геометрия – это область знаний, объединяющая математику, физику, искусство и компьютерные технологии. Достижения науки в области фрактальной геометрии могут быть использованы также и в области медицины при изучении и немедикаментозной терапии психических отклонений. Однако для понимания оптимального набора геометрических фракталов необходимы исследования их восприятия больных с определенным диагнозом в части психических отклонений.

*Цель работы* – изучить восприятие различных видов фракталов у больных с расстройством шизофренического спектра.

*Задачи:*

Создать несколько видеороликов на основе фракталов различных размерностей и различной цветовой гаммы (цветные / чёрно-белые)

Провести исследования среди больных с расстройством шизофренического спектра восприятия подготовленных видеоматериалов

Систематизировать и проанализировать полученные результаты

Подготовить рекомендации в части использования геометрических фракталов как метода психосоциальной реабилитации

*Объект исследования* - фракталы

*Предмет исследования* – восприятие геометрических фракталов у больных с расстройством шизофренического спектра

*Гипотеза –* фракталы размерностью 1,3-1,5 наиболее приятны человеческому глазу и вызывают позитивные эмоции. Цветовое оформление фрактала усиливает позитивный эффект. Цветные геометрические фракталы возможно использовать как метод психосоциальной реабилитации больных с расстройством шизофренического спектра наряду с медикаментозной терапией

*Методы исследования* – наблюдение, беседа и интервью, описание, анализ, моделирование, обобщение,

*Практическая значимость и новизна проекта –* возможность использования наработок проекта для дальнейшего использования геометрических фракталов в работе по психосоциальной реабилитации больных с расстройством шизофренического спектра наряду с медикаментозной терапией

## **1. Фракталы**

### 1.1 История фракталов

Самые гениальные открытия в науке способны кардинально изменить человеческую жизнь. Изобретенная вакцина может спасти миллионы людей, создание оружия, наоборот, эти жизни отнимает. Совсем недавно (в масштабе человеческой эволюции) мы научились «укрощать» электричество — и теперь не можем себе представить жизнь без всех этих удобных устройств, использующих электроэнергию. Но есть и такие открытия, которым мало кто придает значение, хотя они тоже сильно влияют на нашу жизнь.

Одно из таких «незаметных» открытий — фракталы.

В каждом человеке заложена природная любознательность, стремление познавать окружающий его мир. И в этом стремлении человек старается придерживаться логики в суждениях. Анализируя процессы, происходящие вокруг него, он пытается найти логичность происходящего и вывести некоторую закономерность. Самые большие умы на планете заняты этой задачей. Грубо говоря, ученые ищут закономерность там, где ее быть не должно. Тем не менее даже в хаосе можно найти связь между событиями. И эта связь — фрактал.

Маленький ребёнок, в том прекрасном возрасте, когда вопросов «Почему?» гораздо больше чем ответов на них, может заметить схожесть одной веточки с целым деревом. И когда возникнет новое «Почему?», и тогда родителю придётся искать логичный и простой ответ на этот вопрос.

Обнаруженная ребенком схожесть отдельной веточки с целым деревом — это очень точное наблюдение, которое лишний раз свидетельствует о принципе рекурсивного самоподобия в природе. Очень многие органические и неорганические формы в природе формируются аналогично. Облака, морские раковины, «домик» улитки, кора и крона деревьев, кровеносная система и так далее — случайные формы всех этих объектов могут быть описаны фрактальным алгоритмом.

Фракталы можно разделить на несколько видов:

Геометрические фракталы – строятся на основе исходной фигуры (линии, многоугольника или многогранника) путем ее дробления и выполнения различных преобразований полученных фрагментов.

Алгебраические фракталы – строятся на основе алгебраических формул.

Стохастические фракталы – получаются, если в процессе создания случайным образом изменять какие-либо параметры.

Как и у любого открытия у открытия фракталов стоят поистине гениальные люди. Познакомимся с некоторыми из них.

#### 1.1.1 Бенуа Мандельброт: отец фрактальной геометрии

Само слово «фрактал» появилось благодаря гениальному ученому Бенуа Мандельброту (Benoît B. Mandelbrot).

Он сам придумал этот термин в семидесятых годах прошлого века, позаимствовав слово fractus из латыни, где оно буквально означает «ломанный» или «дробленный». Что же это такое? Сегодня под словом «фрактал» чаще всего принято подразумевать графическое изображение структуры, которая в более крупном масштабе подобна сама себе.

Математическая база для появления теории фракталов была заложена за много лет до рождения Бенуа Мандельброта, однако развиться она смогла лишь с появлением вычислительных устройств. В начале своей научной деятельности Бенуа работал в исследовательском центре компании IBM. В то время сотрудники центра трудились над передачей данных на расстояние. В ходе исследований ученые столкнулись с проблемой больших потерь, возникающих из-за шумовых помех. Перед Бенуа стояла сложная и очень важная задача — понять, как предсказать возникновение шумовых помех в электронных схемах, когда статистический метод оказывается неэффективным.

Просматривая результаты измерений шума, Мандельброт обратил внимание на одну странную закономерность — графики шумов в разном масштабе выглядели одинаково. Идентичная картина наблюдалась независимо от того, был ли это график шумов за один день, неделю или час. Стоило изменить масштаб графика, и картина каждый раз повторялась.

При жизни Бенуа Мандельброт неоднократно говорил, что он не занимается формулами, а просто играет с картинками. Этот человек мыслил очень образно, а любую алгебраическую задачу переводил в область геометрии, где, по его словам, правильный ответ всегда очевиден.

Неудивительно, что именно человек с таким богатым пространственным воображением стал отцом фрактальной геометрии. Ведь осознание сути фракталов приходит именно тогда, когда начинаешь изучать рисунки и вдумываться в смысл странных узоров-завихрений.

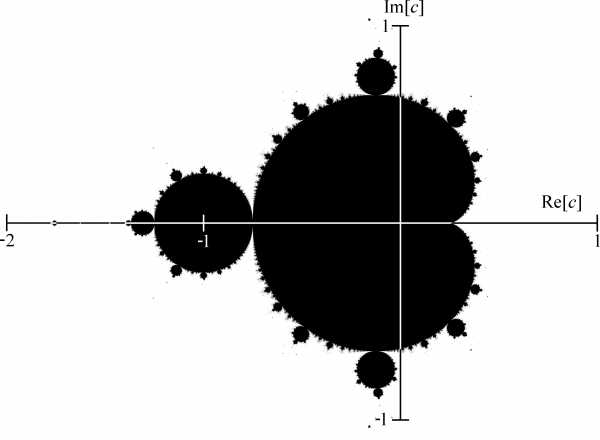
Фрактальный рисунок не имеет идентичных элементов, но обладает подобностью в любом масштабе. Построить такое изображение с высокой степенью детализации вручную ранее было просто невозможно, на это требовалось огромное количество вычислений. Например, французский математик Пьер Жозе Луи Фату (Pierre Joseph Louis Fatou) описал это множество более чем за семьдесят лет до открытия Бенуа Мандельбротом. Если же говорить про принципы самоподобия, то о них упоминалось еще в трудах Лейбница и Георга Кантора.

#### 1.1.2 Гастон Жюлиа

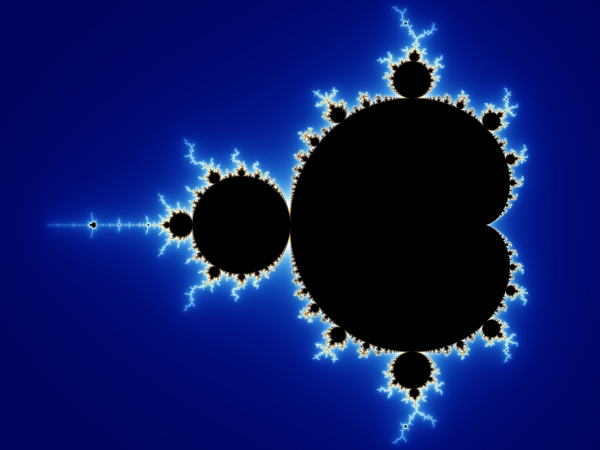
Один из первых рисунков фрактала был графической интерпретацией множества Мандельброта, которое родилось благодаря исследованиям Гастона Мориса Жюлиа (Gaston Maurice Julia).

Этот французский математик задался вопросом, как будет выглядеть множество, если построить его на основе простой формулы, интерпретированной циклом обратной связи. Если объяснить «на пальцах», это означает, что для конкретного числа мы находим по формуле новое значение, после чего подставляем его снова в формулу и получаем еще одно значение. Результат — большая последовательность чисел.

Чтобы получить полное представление о таком множестве, нужно проделать огромное количество вычислений — сотни, тысячи, миллионы. Вручную это сделать было просто нереально. Но когда в распоряжении математиков появились мощные вычислительные устройства, они смогли по-новому взглянуть на формулы и выражения, которые давно вызывали интерес. Мандельброт был первым, кто использовал компьютер для просчета классического фрактала. Обработав последовательность, состоящую из большого количества значений, Бенуа перенес результаты на график. Вот что он получил.

**[](https://3dnews.ru/assets/external/illustrations/2013/08/27/754657/6.png)**

Впоследствии это изображение было раскрашено (например, один из способов окрашивания цветом — по числу итераций) и стало одним из самых популярных изображений, какие только были созданы человеком.

**[](https://3dnews.ru/assets/external/illustrations/2013/08/27/754657/7.jpg)**

Как гласит древнее изречение, приписываемое Гераклиту Эфесскому, «В одну и ту же реку нельзя войти дважды». Оно как нельзя лучше подходит для трактования геометрии фракталов. Как бы детально мы ни рассматривали фрактальное изображение, мы все время будем видеть схожий рисунок.

#### 1.1.3 Лорен Карпентер: искусство, созданное природой

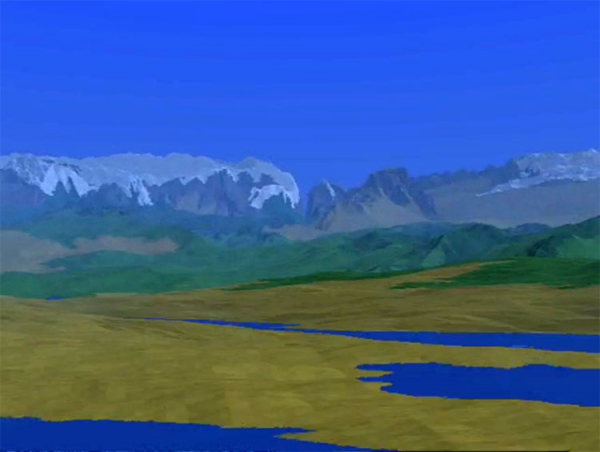
Теория фракталов скоро нашла практическое применение. Поскольку она тесно связана с визуализацией самоподобных образов, неудивительно, что первыми, кто взял на вооружение алгоритмы и принципы построения необычных форм, были художники.

Будущий сооснователь легендарной студии Pixar Лорен Карпентер (Loren C. Carpenter) в 1967 году начал работать в компании Boeing Computer Services, которая была одним из подразделений известной корпорации, занимающейся разработкой новых самолетов.

В 1977 году он создавал презентации с прототипами летающих моделей. В обязанности Лорена входила разработка изображений проектируемых самолетов. Он должен был создавать картинки новых моделей, показывая будущие самолеты с разных сторон. В какой-то момент в голову будущему основателю Pixar Animation Studios пришла в голову креативная идея использовать в качестве фона изображение гор. Сегодня такую задачу может решить любой школьник, но в конце семидесятых годов прошлого века компьютеры не могли справиться со столь сложными вычислениями — графических редакторов не было, не говоря уже о приложениях для трехмерной графики. В 1978 году Лорен случайно увидел в магазине книгу Бенуа Мандельброта «Фракталы: форма, случайность и размерность». В этой книге его внимание привлекло то, что Бенуа приводил массу примеров фрактальных форм в реальной жизни и доказывал, что их можно описать математическим выражением.

Такая аналогия была выбрана математиком не случайно. Дело в том, что как только он обнародовал свои исследования, ему пришлось столкнуться с целым шквалом критики. Главное, в чем упрекали его коллеги, — бесполезность разрабатываемой теории. «Да, — говорили они, — это красивые картинки, но не более. Практической ценности теория фракталов не имеет». Были также те, кто вообще считал, что фрактальные узоры — просто побочный результат работы «дьявольских машин», которые в конце семидесятых многим казались чем-то слишком сложным и неизученным, чтобы всецело им доверять. Мандельброт пытался найти очевидное применение теории фракталов, но, по большому счету, ему и не нужно было это делать. Последователи Бенуа Мандельброта в следующие 25 лет доказали огромную пользу от подобного «математического курьеза», и Лорен Карпентер был одним из первых, кто опробовал метод фракталов на практике.

Проштудировав книжку, будущий аниматор серьезно изучил принципы фрактальной геометрии и стал искать способ реализовать ее в компьютерной графике. Всего за три дня работы Лорен смог визуализировать реалистичное изображение горной системы на своем компьютере. Иными словами, он с помощью формул нарисовал вполне узнаваемый горный пейзаж.

**[](https://3dnews.ru/assets/external/illustrations/2013/08/27/754657/10.jpg)**

Принцип, который использовал Лорен для достижения цели, был очень прост. Он состоял в том, чтобы разделять более крупную геометрическую фигуру на мелкие элементы, а те, в свою очередь, делить на аналогичные фигуры меньшего размера.

**[](https://3dnews.ru/assets/external/illustrations/2013/08/27/754657/11.jpg)**

Используя более крупные треугольники, Карпентер дробил их на четыре мелких и затем повторял эту процедуру снова и снова, пока у него не получался реалистичный горный ландшафт. Таким образом, ему удалось стать первым художником, применившим в компьютерной графике фрактальный алгоритм для построения изображений. Как только стало известно о проделанной работе, энтузиасты по всему миру подхватили эту идею и стали использовать фрактальный алгоритм для имитации реалистичных природных форм.

Всего через несколько лет свои наработки Лорен Карпентер смог применить в куда более масштабном проекте. Аниматор создал на их основе двухминутный демонстрационный ролик Vol Libre, который был показан на Siggraph в 1980 году. Это видео потрясло всех, кто его видел, и Лоурен получил приглашение от Lucasfilm.

Анимация рендерилась на компьютере VAX-11/780 от Digital Equipment Corporation с тактовой частотой пять мегагерц, причем прорисовка каждого кадра занимала около получаса.

Работая для Lucasfilm Limited, аниматор создавал по той же схеме трехмерные ландшафты для второго полнометражного фильма саги Star Trek. В фильме «Гнев Хана» (The Wrath of Khan) Карпентер смог создать целую планету, используя тот же самый принцип фрактального моделирования поверхности.

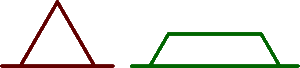
В настоящее время все популярные приложения для создания трехмерных ландшафтов используют аналогичный принцип генерирования природных объектов. Terragen, Bryce, Vue и прочие трехмерные редакторы полагаются на фрактальный алгоритм моделирования поверхностей и текстур.

### 1.2 Фрактальная размерность

О фракталах говорят много. В Сети созданы сотни сайтов, посвящённых фракталам. Но большая часть информации сводится к тому, что фракталы - это красиво. Загадочность фракталов объясняют их дробной размерностью, но мало кто понимает, что же такое дробная размерность. Рассмотрим понятия *размер*, *мера* и *размерность*.

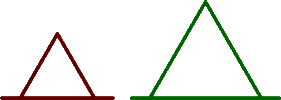
#### **1.2.1 Размер**

Размер объекта можно померить линейкой. В большинстве случаев размер получается мало информативен. Какая «гора» больше?

****

Если сравнивать высоты, то больше красная, если ширины — зелёная.

Сравнение размеров может быть информативным если предметы *подобны* друг другу:

****

Теперь какие бы размеры мы ни сравнили: ширину, высоту, сторону, периметр, радиус вписанной окружности или любые другие, всегда получится, что зелёная гора больше.

Далее мы будем говорить о подобных объектах, поэтому *размер* нам пригодится.

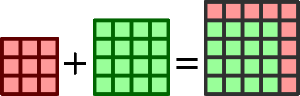
#### **1.2.2 Мера**

Мера тоже служит для измерения объектов, но она измеряется не линейкой. Главное свойство меры — она *аддитивна*.

Выражаясь на бытовом языке, при слиянии двух объектов, мера суммы объектов равна сумме мер исходных объектов.

Для одномерных объектов мера пропорциональна размеру. Если вы возьмёте отрезки длиной 1см и 3см, «сложите» их вместе, то «суммарный» отрезок будет иметь длину 4см (1+3=4см).

Для не одномерных тел, мера вычисляется по некоторым правилам, которые подбираются так, чтобы мера сохраняла аддитивность. Например, если вы возьмёте квадраты со сторонами 3см и 4см и «сложите» их (сольёте их вместе), то сложатся площади (9+16=25см²), то есть сторона (размер) результата будет 5см.

****

И слагаемые, и сумма являются квадратами. Они подобны друг другу и мы можем сравнивать их размеры. Оказывается, что размер суммы не равен сумме размеров слагаемых (5≄4+3).

#### **1.2.3 Размерность**

*Размерность* позволяет связать меру и размер.

Давайте обозначим размерность — D, меру — M, размер — L. Тогда формула, связывающая эти три, величины будет имеют вид:

M = LD

Для привычных нам мер эта формула приобретает всем знакомые обличия. Для двухмерных тел (D=2) мерой (M) является площадь (S), для трёхмерных тел (D=3) — объём (V):

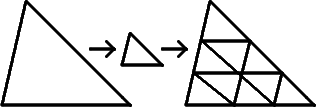
S = L2, V = L3

Рассмотрим, работает ли данная формула для любых объектов.

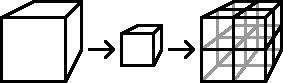
И да, и нет. Вы можете заменить равенства на пропорциональности и ввести коэффициенты, а можете считать, что мы вводим размеры тел именно так, чтобы формула работала. Например, для круга мы будем называть размером длину дуги равной корень из «пи» радиан.

Из всего сказанного нам следует сделать один вывод, что если фигуру уменьшить в N раз (отмасштабировать), то она будет укладываться в исходной ND раз.

Действительно, если уменьшить отрезок (D=1) в 5 раз, то он поместится в исходном ровно пять раз (51=5); Если треугольник (D=2) уменьшить в 3 раза, то он уложится в исходном 9 раз (32=9).

****

Если куб (D=3) уменьшить в 2 раза, то он уложится в исходном 8 раз (23=8).

****

Верно и обратное: если при уменьшении размера фигуры в N раз, оказалось, что она укладывается в исходной n раз (то есть мера её уменьшилась в n раз), то размерность можно вычислить по формуле:

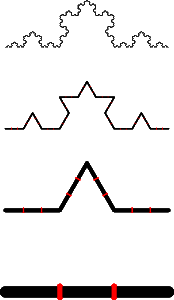
D = ln(n)/ln(N)

Не очень строго и опуская многие важные детали, мы всё же получили формулу для размерности.

#### **1.2.4 Дробная размерность**

Про дробную размерность обычно рассказывают на примерах различных ломаных. Обратимся к звезде Коха.

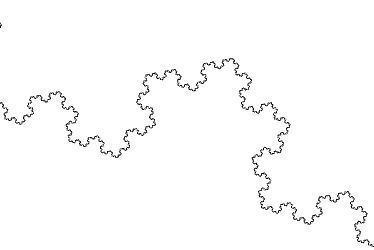
Процедура её построения представлена на рисунке (снизу-вверх):

****

В начале берётся отрезок, делится на три равные части и средняя часть заменяется на два отрезка, равных изъятому. Получается ломаная из четырёх равных отрезков.

На втором шаге действия повторятся с каждым из четырёх отрезков и получается ломаная из 16 отрезков.

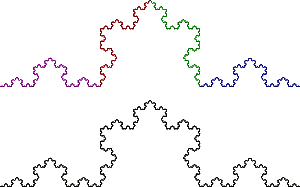
Эти построения повторяются бесконечное число раз и в конце концов у нас получается ломаная, состоящая из бесконечного числа отрезков. Сколько бы мы её не масштабировали, мы всё равно будем получать одно и тоже.

****

Это и есть звезда Коха.

Строго говоря, полученное множество точек уже нельзя называть ломаной. По определению, ломаная должна состоять из *конечного* числа отрезков. Будем использовать слово «ломаная» в «нестрогом» смысле для краткости. Определим её размерность.

Из построения и рисунка видно, что звезду можно разбить на четыре равные части, при этом размер (скажем, длина исходного отрезка) каждой части будет равен трети размера исходной фигуры. То есть будучи уменьшена в три раза, она уложится в себе четыре раза:

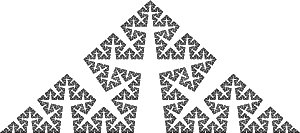
****

По аналогии с нашими предыдущими рассуждениями получаем, что размерность равна

D = ln(4)/ln(3) ≈ 1.26185950714291487419

То есть это уже не просто отрезок или ломаная (длина звезды Коха бесконечна), но и не плоская фигура, полностью покрывающая некоторую площадь.

Если мы слегка модифицируем алгоритм построения и будем извлекать не 1/3 отрезка, а 1/9, то ломаная получится более плотной:

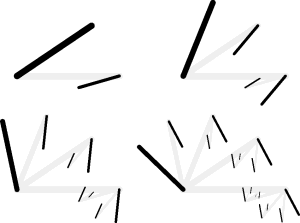
****

Какова же её размерность? Теперь фигура уложится сама в себе четыре раза после уменьшения в 9/4 раза, то есть размерность можно вычислить по той же формуле:

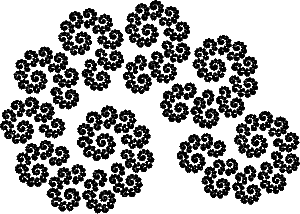
D = ln(4)/ln(9/4) ≈ 1.70951129135145477696

«Плотность» покрытия сразу отразилась на размерности.

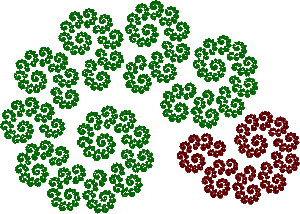
Получим более общую формулу для вычисления размерности. Для этого снова рассмотрим пример:

****

Итерации снова начинаются с одного отрезка. На каждом шаге итерации количество отрезков удваивается. Каждый порождает два новых: один в 0.88 раз меньше (или, вернее больше) родителя, второй — в 0.41 раз. В пределе получается следующее множество:

****

Давайте вернёмся к первому шагу итераций, на котором мы получили два отрезка, и посмотрим, какая часть фрактала образована из каждого из них:

****

Если принять, что размер полного фрактала 1, то размер зелёной части (полученной из большего отрезка) будет 0.88, а размер красной (полученной из меньшего) — 0.41.

Та формула, которой мы располагаем, уже не годится, так как мы имеем не один, а два коэффициента масштабирования. Но мы можем воспользоваться нашими знаниями о свойства меры, размера и размерности. Мера, как мы помним, аддитивна, то есть мера полного фрактала, равна сумме мер его частей:

M0 = M1 + M2

И сам фрактал, и его части имеют одинаковую размерность (D) и мы можем выразить меры, через размеры:

L0D = L1D + L2D

Размеры нам известны. Для размерности нашего фрактала мы можем написать уравнение:

1D = 0.88D + 0.41D

или просто

1 = 0.88D + 0.41D

Решить это уравнение аналитически невозможно, но «приблизительный» ответ можно «подобрать». В нашем случае

D ≈ 1.7835828288192

Проверим на калькуляторе.

1 ≈ 0.881.78358 + 0.411.78358

Таким образом, если фрактал образован из N подобных элементов, с коэффициентами подобия k1, k2 ... kN, то его размерность можно найти из уравнения:

1 = k1D + k2D + ... + kND

По этой формуле уже можно рассчитать размерность многих итерационных систем. Если все коэффициенты равны, то наша формула превращается в уже известную простую формулу:

1 = kD + kD + ... + kD = N \* kD

1/N = kD

D = ln(1/N)/ln(k)

или

D = ln(N)/ln(1/k)

Последнее выражение - первая простая формула для вычисления размерности простейших самоподобных фракталов.

Рассмотренная размерность называется размерностью Хаусдорфа.

## **2. Геометрические фракталы на практике**

### 2.1 Геометрические фракталы в психологии

В сети представлено огромное количество различных фрактальных анимаций. Но все эти анимации сводятся к тому, что фракталы – это приятно. А могут ли фракталы давать реальный эффект? Как фракталы различных размерностей и цветовых гамм будут влиять на людей и будут ли?

### 2.2 Подготовка материала для исследований

Исследования в рамках данного проекта было проведено среди людей с расстройством шизофренического спектра.

**Шизофрения** – психическое расстройство, характеризующееся сочетанием продуктивной (галлюцинаторной, бредовой, кататонической, аффективной и др.) и негативной (апатия, абулия, алогия, эмоциональная и социальная отгороженность и др.) симптоматики, поведенческих и когнитивных нарушений (памяти, внимания, мышления и др.).

Шизофрения — это одно из наиболее распространённых (в среднем болеет около 1 % населения) и тяжёлых психических расстройств, которые известны на сегодняшний день. Шизофрения отличается огромным разнообразием клинических проявлений.

**Для шизофрении характерны:**

**Позитивные симптомы** — отсутствуют у здорового человека и возникают в результате болезни:

1 - бред;

2 - галлюцинации;

3 - резонёрство — пустое, бесплодное многословие с отсутствием конкретных идей и целенаправленности мыслительного процесса.

**Негативные симптомы** — уменьшение или выпадение психических функций:

1 - снижение социального функционирования, нарушение социальных взаимодействий;

2 - апатия;

3 - снижение эмоциональной экспрессивности;

4 - нарушения в когнитивной сфере (нарушение мышления, планирования, специфические нарушения памяти, скорости мыслительных процессов, синтаксических правил речи и т. д.).

Мыслительный процесс и восприятие этих людей не такое, как у здоровых людей, и по нашей теории, на фракталы они будут реагировать иначе. Чаще всего изменения касаются зрительного восприятия, что связано с переизбытком поступающих сигналов. Цветовые оттенки становятся более насыщенными, цвета кажутся более яркими. Обычные предметы могут видоизменяться. Вещи начинают вибрировать, прыгать или жить своей жизнью. Также искажаются очертания предметов. Цветовые оттенки и структура материала могут переходить друг в друга. Наша задача понять – каким будет эффект, и возможно ли использовать фрактальную геометрию для терапии у таких пациентов.

Для исследования были подготовлены 4 видеофрагмента:

- первая пара отличается размерностью геометрических фракталов по Хаусдорфу (размерность более 1,7 – ВИДЕО 1; размерность 1,3-1,5 – ВИДЕО 2) для изучения восприятия человеком различных фрактальных размерностей;

- вторая пара видео отличается только цветом (черно-белое – ВИДЕО 3 и цветное – ВИДЕО 4) для исследования влияния на восприятия человеком цветового наполнения. Для подготовки видеофрагментов использовался Видео Редактор Movavi, а также программа для создания гиф-анимаций Bloggif.

Процесс создания видеороликов контролировался психиатром, ведущим пациентов, чтобы резкие вылеты, высокая скорость смены кадров или рябь не испугали пациентов.

В ходе исследования для определения реакции пациента использовался Восьмицветовой Тест Люшера. Этот метод используется для оценки психологического статуса пациентов и его динамики на фоне лечения и реабилитации.

### 2.3 Ход исследования

Исследование среди пациентов с расстройством шизофренического спектра проводилось в Плёсском психоневрологическом доме-интернате под контролем лечащих врачей и научного руководителя Егоровой Полины Львовны (к.м.н., доцент кафедры психиатрии ФГБОУ ВО ИвГМА МЗ РОССИИ). Каждый пациент был проинструктирован о процедуре, анонимности и добровольности участия. Каждым было подписано согласие на проведение исследования (ПРИЛОЖЕНИЕ 1).

Материалы и методы: проведено клиническое исследование выборочным методом, в которое включили 20 пациентов с установленным психиатрическим диагнозом Шизофрения, проживающих в доме-интернате.

Критерии включения: диагноз шизофрении, соответствующий диагностическим критериям МКБ-10, возможность предоставить информированное согласие на участие в исследовании.

Критерии невключения: острое психотическое состояние, наличие коморбидного органического расстройства, выраженных интеллектуальных нарушений или соматического заболевания, препятствующих участию в исследовании.

Исследование проводилось в одном из кабинетов интерната под контролем психиатров. Пациенту показывались по порядку все 4 видео после каждого из которых требовалось пройти тест Люшера, чтобы определить, как то или иное видео повлияло на психоэмоциональное состояние человека. Кроме того, с каждым из пациентов после просмотра видео была проведена беседа с целью определения особенностей восприятия фрактального фрагмента. В среднем на обследование одного пациента уходило по 20-30 минут. По результатам беседы оформлялся бланк исследования (ПРИЛОЖЕНИЕ 2).

Кроме того, данное исследование было проведено и среди здоровых людей. Выборка составила 10 человек, отличающихся полом, возрастом, сферой деятельности. В связи с тем, что результаты исследования не выявили отличий между тестами после просмотра различных видео, анализ влияния различных фракталов на психоэмоциональное состояние среди данных респонденов не проводился.

**2.4 Результаты исследования**

Результаты исследований, зафиксированные в бланках (ПРИЛОЖЕНИЕ 2), были сведены в единую таблицу:

Таблица 1 Влияние фрактального видео на психоэмоциональное состояние пациентов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Пациент | Возраст | Номер видео | ВК | Т | СО |
| 1 | 70 | 1 | 5 | 0 | 2 |
| 2 | 4 | 0 | 3 |
| 3 | 4 | 0 | 3 |
| 4 | 4 | 0 | 3 |
| 2 | 58 | 1 | 3 | 8 | 6 |
| 2 | 3 | 7 | 6 |
| 3 | 3 | 3 | 4 |
| 4 | 3 | 3 | 5 |
| 3 | 60 | 1 | 3 | 0 | 4 |
| 2 | 3 | 2 | 4 |
| 3 | 6 | 2 | 3 |
| 4 | 5 | 5 | 4 |
| 4 | 49 | 1 | 5 | 0 | 3 |
| 2 | 4 | 3 | 4 |
| 3 | 6 | 3 | 4 |
| 4 | 5 | 3 | 4 |
| 5 | 39 | 1 | 3 | 7 | 5 |
| 2 | 3 | 10 | 6 |
| 3 | 3 | 6 | 5 |
| 4 | 2 | 6 | 5 |
| 6 | 72 | 1 | 4 | 0 | 3 |
| 2 | 3 | 1 | 3 |
| 3 | 5 | 0 | 4 |
| 4 | 5 | 0 | 4 |
| 7 | 67 | 1 | 4 | 0 | 3 |
| 2 | 3 | 2 | 4 |
| 3 | 5 | 1 | 3 |
| 4 | 4 | 0 | 4 |
| 9 | 55 | 1 | 6 | 1 | 4 |
| 2 | 4 | 1 | 5 |
| 3 | 6 | 4 | 5 |
| 4 | 6 | 1 | 4 |
| 10 | 67 | 1 | 2 | 3 | 7 |
| 2 | 2 | 3 | 8 |
| 3 | 6 | 3 | 6 |
| 4 | 7 | 2 | 6 |
| 11 | 74 | 1 | 2 | 3 | 8 |
| 2 | 2 | 2 | 8 |
| 3 | 8 | 2 | 6 |
| 4 | 8 | 3 | 6 |
| 12 | 70 | 1 | 2 | 8 | 5 |
| 2 |
| 3 | 2 | 9 | 5 |
| 4 | 3 | 8 | 5 |
| 13 | 64 | 1 | 4 | 8 | 4 |
| 2 |
| 3 | 3 | 7 | 5 |
| 4 | 3 | 6 | 4 |
| 14 | 63 | 1 | 6 | 1 | 3 |
| 2 |
| 3 | 6 | 1 | 3 |
| 4 | 5 | 1 | 4 |
| 15 | 70 | 1 | 4 | 1 | 6 |
| 2 |
| 3 | 4 | 2 | 5 |
| 4 | 4 | 2 | 5 |
| 16 | 70 | 1 | 5 | 0 | 3 |
| 2 |
| 3 | 5 | 1 | 3 |
| 4 | 4 | 2 | 4 |
| 17 | 70 | 1 | 2 | 8 | 5 |
| 2 |
| 3 | 5 | 9 | 5 |
| 4 | 4 | 8 | 4 |
| 18 | 49 | 1 | 2 | 7 | 5 |
| 2 |
| 3 | 2 | 5 | 5 |
| 4 | 5 | 9 | 5 |
| 19 | 48 | 1 | 3 | 3 | 4 |
| 2 |
| 3 | 3 | 3 | 4 |
| 4 | 3 | 3 | 4 |
| 20 | 57 | 1 | 3 | 8 | 5 |
| 2 |
| 3 | 4 | 7 | 6 |
| 4 | 3 | 7 | 5 |

Анализ был проведен по трем параметрам:

## **1. Суммарного отклонения от аутогенной нормы (СО)** - является показателем степени эмоционального дискомфорта;

**2. Вегетативный компонент (ВК)** - характеризует энергетический баланс организма: способность к энергозатратам или установку на сбережение энергии;

**3. Тревожность (Т)** - индивидуальная особенность, которая проявляется в склонности постоянно ощущать сильную тревожность по незначительным поводам. Зачастую тревожность расценивается в качестве личностной черты либо трактуется как особенность темперамента, возникающая вследствие слабости нервных процессов.

По итогам исследования первых 11 пациентов стало очевидно, что тест Люшера не выявляет существенных различий в восприятий фракталов различных размерностей. Значит, изменение размерности геометрических фракталов не даст разницы в достижении ожидаемого эффекта в рамках проведения реабилитационных мероприятий в отношении пациентов.

В связи с этим последние 9 пациентов тестировались только на выявление влияния цветового компонента.

Анализ полученных показателей говорит о том, что фрактальные видео в целом положительно влияют на психоэмоциональное состояние пациентов. Об этом говорят средние величины СО, ВК, Т:

Таблица 2 Средние значения показателей

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ВК | Т | СО |
| 4,00 | 3,49 | 4,55 |

Вегетативный коэффициент: «4-5 баллов - оптимальная мобилизация физических и психи­ческих ресурсов, оптимальная работоспособность, бодрость, отсутствие усталости, установка на активное действие, нагрузки соответствуют возможностям. В экстремальной ситуации наиболее вероятна высокая скорость ориентировки и при­нятия решений, целесообразность и успешность действий».

Суммарное отклонение от аутогенной нормы: «4 балла - средний уровень непродуктивной нервно-психической напряженности. Испытуемый справляется со своими обязанностями в пределах средних сложившихся требований. В привычной обстанов­ке он переходит от работы к отдыху и обратно, от одного вида деятель­ности к другому без существенных затруднений. В случае необходимости способен преодолевать усталость волевым усилием, однако после этого в его делах и самочувствии просматривается длинный «шлейф» сниженной работоспособности. Для сохранения здоровья и работос­пособности испытуемому требуется относительно четкое субъектив­ное разделение времени работы и отдыха».

Тревожность: Т ᴝ 3, что отражает присутствие незначительной тревожности, которая по мнению курирующих пациентов психиатров связана со сложившейся ситуацией, а именно проведением исследования.

Анализ изменения совокупности показателей (СО, ВК, Т) показал, что при включении цветового компонента видео еще больше успокаивали и настраивали пациентов на выполнение поставленной задачи. При анализе ухудшение показателей мы обозначили «-1», неизменную их величину – «0», улучшение – «1»:

Таблица 3 Анализ полученных данных

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № пациента | ВК | Т | СО |
| 1 | -1 | 0 | -1 |
| 2 | 0 | 1 | 1 |
| 3 | 1 | -1 | -1 |
| 4 | 0 | -1 | -1 |
| 5 | -1 | 1 | 1 |
| 6 | 1 | 1 | -1 |
| 7 | 0 | 1 | -1 |
| 9 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | 1 | -1 | 1 |
| 12 | 1 | 1 | 0 |
| 13 | -1 | 1 | 1 |
| 14 | -1 | 0 | -1 |
| 15 | 0 | -1 | 1 |
| 16 | -1 | -1 | -1 |
| 17 | 1 | 1 | 1 |
| 18 | 1 | -1 | 0 |
| 19 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | -1 | 1 | 1 |
|  | **2** | **4** | **2** |

# **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Мы изучили восприятие различных видов фракталов у больных с расстройством шизофренического спектра, и пришли к выводу чтоцелесообразно использование цветных фракталов в рамках проведения реабилитационных мероприятий в отношении пациентов, страдающих шизофренией с эмоционально-волевым дефектом в клинической картине, для улучшения взаимодействия с окружающим миром путем выражения своих эмоций и правильного восприятия эмоционального состояния окружающих.

Также мы поняли, что цветные геометрические фракталы возможно использовать как метод психосоциальной реабилитации больных с расстройством шизофренического спектра наряду с медикаментозной терапией.

Для достижения цели мы выполнили следующие задачи:

- Создали несколько видеороликов на основе фракталов различных размерностей и различной цветовой гаммы (цветные / чёрно-белые)

- Провели исследования среди больных с расстройством шизофренического спектра восприятия подготовленных видеоматериалов

- Систематизировали и проанализировали полученные результаты

- Подготовили рекомендации в части использования геометрических фракталов как метода психосоциальной реабилитации

Цель проекта достигнута, все задачи выполнены.

Гипотеза проекта подтверждена лишь частично: Фракталы размерностью 1,3-1,5 так же приятны человеческому глазу, как и фракталы других размерностей. Все фракталы вызывают положительные эмоции, а цветовое оформление фрактала действительно усиливает позитивный эффект.

Вывод: цветные геометрические фракталы возможно использовать как метод психосоциальной реабилитации больных с расстройством шизофренического спектра наряду с медикаментозной терапией.

В будущем необходимо рассмотреть возможность реализации данного проекта в формат VR.

# **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

<https://m.vk.com/video-212191453_456239017>

<https://m.ok.ru/video/3419329663330>

<http://www.youtube.com/watch?v=q8legpwXXis>

<https://m.ok.ru/video/90923731552>

<https://m.youtube.com/watch?v=F0Pc2DdL_pk>

<http://ok.ru/video/1744919138774>

<https://m.youtube.com/watch?v=o8TZMtoJPVs>

<https://ru.wikipedia.org>

<https://studfile.net/preview/9997582/page:4/>

<https://browser.yandex.ru/blackhole/video>

<https://scienceforum.ru/2017/article/2017039329?ysclid=lqxuf3kr6t446516324>

https://wikipredia.net/ru/List\_of\_fractals\_by\_Hausdorff\_dimension

# **ПРИЛОЖЕНИЯ**

### ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**Информированное согласие на участие в исследовании**

Вы приглашены принять участие в психологическом исследовании, целью которого является изучение восприятия геометрических фракталов пациентами с расстройством шизофренического спектра, руководитель – Непчелина-Железнова Светлана Витальевна, консультант – Егорова Полина Львовна.

В этом исследовании примут участие пациенты Плесского психоневрологического интерната. Прежде чем Вы примете решение об участии в этом исследовании, мы бы хотели предоставить Вам информацию об этом исследовании, о том, что ожидает Вас и о возможных рисках.

**Добровольность участия**.

1. Ваше участие в исследовании исключительно добровольно.

2. Вы можете принять решение не участвовать в исследовании сейчас или отказаться продолжать участвовать на любом этапе без каких-либо негативных последствий.

**Анонимность.** Участие в исследовании полностью анонимно, мы не собираем никаких личных данных, нам важно узнать только Ваш пол и возраст. Все данные, собранные в ходе исследования, будут храниться на защищенных электронных носителях и будут доступны только исследователю.

**Процедура исследования.**

Вам будет предложено посмотреть 4 видео с различными геометрическими фракталами. Мы попросим вас сначала рассказать о тех эмоциях, что вызывает у Вас каждое видео. Потом Вам будет предложено пройти цветовой тест Люшера. Длительность исследования составляет не более 20 минут. По результатам исследования планируется проанализировать особенности восприятия пациентами каждого видео и сравнить результаты

**Выгода и риск.**

В целом участие в исследовании не несет каких-либо рисков, однако, некоторые вопросы, возможно, затронут личные и/или эмоционально значимые темы, и Вы можете испытать некоторый дискомфорт. Помните, что Вы можете отказаться от участия в исследовании на любом этапе.

Участие в исследовании не предполагает получение денежной или материальной компенсации, или какой-либо другой прямой выгоды. Однако, информация, полученная в ходе этого исследования, может быть полезной Вам и другим людям. На основании полученных данных будут разработаны рекомендации для применения фрактальной графики как метода немедикаментозной терапии больных с расстройством шизофренического спектра.

**ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ИНФОРМИРОВАННОГО СОГЛАСИЯ НА УЧАСТИЕ В ИССЛЕДОВАНИИ** Подписывая данную форму информированного согласия, я подтверждаю, что прочитал(а) и понял(а) цели, процедуру, методы и возможные неудобства участия в исследовании. У меня была возможность задать все интересующие меня вопросы. Я получил(а) удовлетворительные ответы и уточнения по всем вопросам, интересовавшим меня в связи с данным исследованием. Я даю свое согласие на участие в исследовании.

Дата: «\_\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_2023 г.

Подписывая данную форму информированного согласия, я подтверждаю, что участник прочитал(а) и понял(а) цели, процедуру, методы и возможные неудобства участия в исследовании. У него(нее) была возможность задать все интересующие его вопросы. Он(а) получил(а) удовлетворительные ответы и уточнения по всем вопросам, интересовавшим его(ее) в связи с данным исследованием. Он(а) дает свое согласие на участие в исследовании.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Дата: «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_2023 г.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Я объяснил(а) респонденту предложенную выше форму информированного согласия, а также ответил (а) на все вопросы респондента относительно участия в исследовании. Ее решение принять участие в исследовании не навязано кем-то, а является осознанным и добровольным, о чем получено согласие Подписывая данную форму информированного согласия, я подтверждаю, что участник прочитал(а) и понял(а) цели, процедуру, методы и возможные неудобства участия в исследовании. У него(нее) была возможность задать все интересующие его вопросы. Он(а) получил(а) удовлетворительные ответы и уточнения по всем вопросам, интересовавшим его(ее) в связи с данным исследованием. Он(а) дает свое согласие на участие в исследовании.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Дата: «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2023 г.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Дата: «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_2023 г.

### 

### ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### 