

ISSN 2409-546X

# ЮНЫЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



6+

4  
2018

ISSN 2409-546X

# Юный ученый

Международный научный журнал

№ 4 (18) / 2018

## Редакционная коллегия:

**Главный редактор:** *Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук*

### Члены редакционной коллегии:

*Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук*

*Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук*

*Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук*

*Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук*

*Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук*

*Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук*

*Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам*

*Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук*

*Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук*

*Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук*

*Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук*

*Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук*

*Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук*

*Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук*

*Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук*

*Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук*

*Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук*

*Жураев Хусниддин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук*

*Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения*

*Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук*

*Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук*

*Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам*

*Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук*

*Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук*

*Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук*

*Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук*

*Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук*

*Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук*

*Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук*

*Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук*

*Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук*

*Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук*

*Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук*

*Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук*

*Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук*

*Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии*

*Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук*

*Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук*

*Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук*

*Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук*

*Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук*

*Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук*

*Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры*

*Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук*

*Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук*

*Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук*

*На обложке изображен Норберт Винер — американский учёный, выдающийся математик и философ, основоположник кибернетики.*

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

**Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-61102 от 19 марта 2015 г.**

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

**Международный редакционный совет:**

*Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)*  
*Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)*  
*Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)*  
*Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)*  
*Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)*  
*Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)*  
*Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)*  
*Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)*  
*Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)*  
*Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)*  
*Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)*  
*Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)*  
*Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)*  
*Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)*  
*Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)*  
*Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)*  
*Кадыров Кутлуг-Бек Бекмуратович, кандидат педагогических наук, декан (Узбекистан)*  
*Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)*  
*Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)*  
*Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)*  
*Колнак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)*  
*Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)*  
*Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)*  
*Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)*  
*Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)*  
*Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)*  
*Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)*  
*Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)*  
*Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)*  
*Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)*  
*Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)*  
*Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)*  
*Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)*  
*Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)*  
*Узаков Гулом Норбоевич, кандидат технических наук, доцент (Узбекистан)*  
*Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры, (Россия)*  
*Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)*  
*Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)*  
*Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)*  
*Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)*

**Руководитель редакционного отдела:** Кайнова Галина Анатольевна

**Ответственный редактор:** Осянина Екатерина Игоревна

**Художник:** Шишков Евгений Анатольевич

**Верстка:** Бурьянов Павел Яковлевич

**Почтовый адрес редакции:** 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

**Фактический адрес редакции:** 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; http://www.moluch.ru/.

**Учредитель и издатель:** ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 10.11.2018. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

# СОДЕРЖАНИЕ

## РУССКИЙ ЯЗЫК И ЛИТЕРАТУРА

*Королев И. Е.*

Мифологические и фольклорные истоки поэмы А.С. Пушкина «Руслан и Людмила» ..... 1

*Менов М. А.*

Заемствования в современном русском языке ..... 3

## ИНОСТРАННЫЕ ЯЗЫКИ

*Горская С. О.*

Трудности перевода идиоматических выражений с английского на русский ..... 6

*Гусева В. А.*

Король английских звуков ..... 9

*Домарецкая Д. В.*

National-kulturelle Komponente in den deutschen, russischen und belorussischen Parömien ..... 11

*Домарецкая Д. В.*

Konzepte «liebe», «freundschaft», «familie» in den deutschen, russischen und belorussischen parömien ..... 12

*Шадрин Е. Е.*

The Mystery of Mark Twain as Samuel Clemens's Pen Name ..... 13

## ИСТОРИЯ

*Горохова С. А.*

Смертельная мода прошлого ..... 17

*Киданова Е. А.*

Пётр I: тиран или реформатор? ..... 19

*Луцки И. С.*

Родная кровь (о моем прадеде Н.П. Папулове) ..... 21

*Сычугов Д. В.*

Маски в культуре славян и народов России ..... 23

## ЭКОНОМИКА

*Пантелеева М. А.*

Формы денег: чем чаще пользуются жители г. Бийска (на основе опроса) ..... 25

*Усина А. Ж.*

Проект строительства аквапарка на озере Торайгыр для развития туризма в Павлодарской области ..... 26

## МАТЕМАТИКА: АЛГЕБРА И НАЧАЛА АНАЛИЗА, ГЕОМЕТРИЯ

*Асеева А. В.*

Невозможные фигуры и их моделирование ..... 29

*Икон Т. В.*

Проценты в нашей жизни и их применение ..... 34

*Конева А. А.*

Приёмы быстрого счета ..... 35

*Копнина П. Е., Веретельникова Е. С.*

Оригами и математика ..... 37

**ИНФОРМАТИКА***Ким В. Д.*

3D-моделирование фракталов. Фрактальные антенны . . . . . 39

*Кравченко А. А.*

Языки программирования для начинающих и самых маленьких. . . . . 47

**ФИЗИКА***Азимзаде Р. Т.*

Геометрическое начало теневой оптики. . . . . 51

*Каримуллин Т. Р.*

Электромагнитные ускорители масс. . . . . 59

**ХИМИЯ***Ильясова А. В.*

Изучение качества медицинских препаратов «анальгин» и «темпагин» . . . . . 62

**БИОЛОГИЯ***Днепроvский И. В.*Биомеханическое исследование кошачьих лап для обоснования негативных последствий ониxэктомии —  
косметической операции по удалению когтей . . . . . 64*Киреева А. Б., Якубова Э. Ж.*

Козье молоко в аспекте функционального питания . . . . . 73

*Куриненко А. Б.*

Микробиологический анализ воздуха в школьном помещении . . . . . 75

**ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ***Ионова Д. Е.*

Начало и конец Вселенной. . . . . 80

**ПЕДАГОГИКА И ПСИХОЛОГИЯ***Игитханян Л. Э.*

Пути и способы эффективного запоминания физических величин и формул . . . . . 82

*Любаев Д. В.*

Коррекции девиантного поведения у сотрудников полиции. . . . . 84

*Моисеев Г. А.*

Макраме — мужское дело . . . . . 85

*Пашина В. В.*

Способности как фактор профессионального самоопределения . . . . . 89

**ПРОЧЕЕ***Акимов Н. В.*

Исследовательский проект «Мой бумажный самолёт отправляется в полёт». . . . . 93

# ИНФОРМАТИКА



## 3D-моделирование фракталов. Фрактальные антенны

Ким Валерия Дмитриевна, учащаяся 10 класса;

Научный руководитель: Симаков Егор Евгеньевич, учитель математики, информатики и ИКТ  
МБОУ Лицей № 1 г. Южно-Сахалинска

Когда-то большинству людей казалось, что геометрия в природе ограничивается простыми фигурами и их комбинациями. Однако природные системы и их динамика могут быть весьма сложными. Например — модель горного хребта, легких человека, системы кровообращения, турбулентных процессов. Для исследования систем подобного класса используют различные методы, в том числе, фрактальное моделирование. Данная статья посвящена рассмотрению возможности применения компьютерного моделирования для построения виртуальных (в среде 3ds Max) и натуральных моделей фрактальных объектов, в том числе, с помощью технологии 3D-печати. В статье рассматривается вопрос практического применения теории фракталов в сфере телекоммуникаций. Приводятся алгоритм создания фрактальных антенн двух типов, а также результаты проводимого эксперимента.

**Ключевые слова:** компьютерное моделирование, фрактал, 3ds Max, 3D-печать, фрактальные антенны.

**Цель работы:** изучить математические законы и принципы создания фракталов, построить 3D-модели фракталов, а также создать фрактальные антенны и апробировать их с использованием серии экспериментов.

### Задачи работы:

1. Проанализировать специальную литературу, изучить типы фракталов, а также принципы их построения.
2. Разработать 3D-модель фрактала в программе 3ds Max.
3. Определить области применения фракталов.
4. Разработать модели фрактальных антенн.
5. Провести серию испытаний и проанализировать результаты работы антенн.

### Понятие и классификация фракталов.

Фрактал (лат. fractus — дроблёный, сломанный) — множество, обладающее свойством самоподобия. Фракталом называют фигуры, обладающие свойствами:

- нетривиальная структура, чем отличается от регулярных фигур: если рассмотреть фрагмент, например, окружности в крупном масштабе, он будет похож на прямую. Для фрактала увеличение масштаба не ведёт к упрощению;
- самоподобие, т. е. часть фигуры является копией целого;
- дробной метрической размерностью, идея которой была предложена Бенуа Мандельбротом в 1967 г.: «длина береговой линии зависит от длины

мерной палки, т. е. размерность береговой линии соответствует отношению числа шестов, нужных для измерения длины береговой линии, к масштабу шеста».

Согласно общепринятой классификации выделяют **три типа фракталов:** геометрические, алгебраические и стохастические.

Построение **геометрических фракталов** происходит поэтапно. Вначале необходимо построить основу. Затем разделить ее на части и некоторые из них заменить на фрагмент основы в масштабе. Далее этот процесс повторяется. На каждом этапе части уже построенной фигуры, аналогичные замененным частям основы, вновь заменяются на выбранный фрагмент. Когда изменения становятся визуально незаметными, считают, что построенная фигура хорошо приближает фрактал и дает представление о его форме. Рассмотрим несколько примеров.

**Пример 1. Снежинка Коха.** Каждая треть снежинки строится итеративно, начиная с одной из сторон равностороннего треугольника. Пусть  $K_0$  — начальный отрезок. Уберем среднюю треть и добавим два новых отрезка такой же длины. Повторим данную процедуру многократно, на каждом шаге заменяя среднюю треть двумя новыми отрезками. Обозначим через  $K_n$  фигуру, полученную после  $n$ -го шага. Последовательность кривых  $K_n$  при  $n \rightarrow \infty$  сходится к кривой  $K$ . Важное свойство границы снежинки — бесконечная длина. Обычно гладкие или кусочно-гладкие кривые имеют конечную длину.

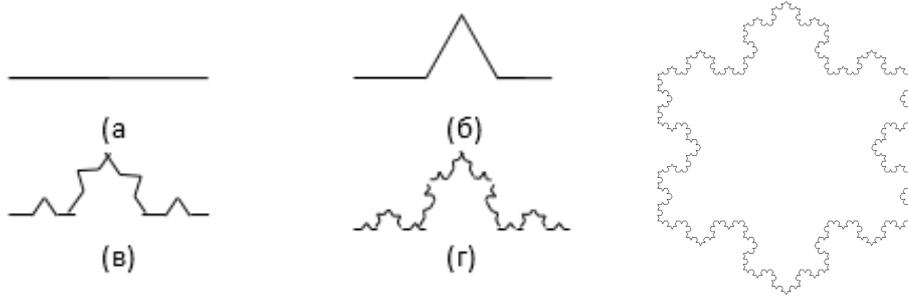


Рис. 1. Снежинка Коха

Пример 2. Треугольник Серпинского. Этот фрактал описал в 1915 г. Вацлав Серпинский. Чтобы его получить, нужно взять равносторонний треугольник с «внутренностью», провести в нём средние линии и вырезать центральный из четырех образовавшихся маленьких треугольников. Далее эти же действия нужно повторить с каждым из оставшихся трех треугольников, и т. д. На рисунке 2 показаны первые три шага. Рассмотренный

способ построения не единственный. Можно двигаться «в обратном направлении»: взять изначально «пустой» треугольник, затем достроить в нём треугольник, образованный средними линиями, затем в каждом из трех угловых треугольников сделать то же самое, и т. д. Поначалу фигуры будут сильно отличаться, но с ростом номера итерации они будут всё больше походить друг на друга, а в пределе совпадут.

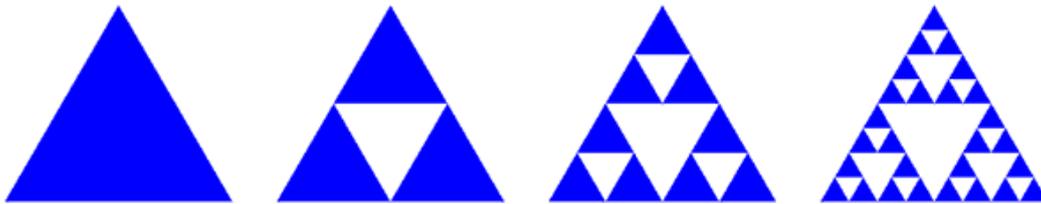


Рис. 2. Треугольник Серпинского

Пример 3. Дерево Пифагора. Фрактал называется так потому, что каждая тройка попарно соприкасающихся квадратов ограничивает прямоугольный треугольник и получается картинка, которой часто иллюстрируют теорему Пифагора. Очевидно, что всё дерево ограничено. Если самый большой квадрат единичный, то дерево поместится в прямоугольник  $6 \times 4$ . Значит, его площадь  $\leq 24$ . Но с другой стороны, каждый раз добавляется в два

раза больше троек квадратов, чем в предыдущий, а их линейные размеры в  $\sqrt{2}$  раз меньше. Поэтому на каждом шаге добавляется одна и та же площадь, которая равна начальной площади, то есть 2. Можно предположить, что площадь дерева бесконечна. Противоречия здесь нет, т. к. квадратики начинают перекрываться, и площадь увеличивается не так быстро. Т. е. она конечна, но точное значение неизвестно.

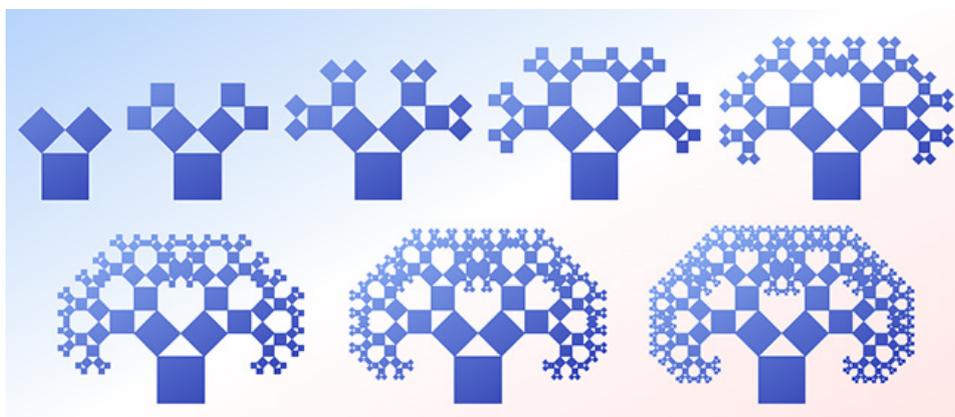


Рис. 3. Дерево Пифагора

Вторая группа — *алгебраические фракталы*. Такие фракталы возникают при исследовании нелинейных динамических систем. Поведение подобной системы можно опи-

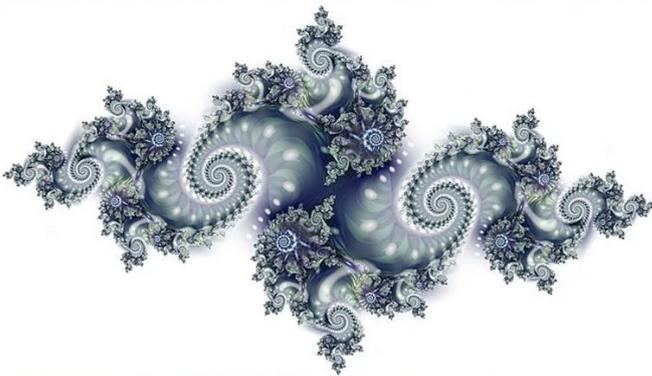
сать комплексной нелинейной функцией (многочленом).

Например, рассмотрим функцию  $f(Z_n) = Z_{n+1}$ , где  $Z$  — комплексное число, а  $f$  некая функция. Комплексное

число  $a+bi$  имеет действительную часть  $a$  и мнимую часть  $bi$ , где  $i$  — мнимая единица ( $i^2 = -1$ ). Комплексное число можно изобразить как точку на плоскости с координатами  $(a; b)$ . Будем производить многократный (итерационный) расчет значений данной функции до выполнения определенного условия. При выполнении этого условия получим некоторую точку комплексной плоскости. В зависимости от начальной точки  $Z_0$  такая последовательность может вести себя по-разному:

- с течением времени стремится к бесконечности;
- сходится к какой-то конечной точке;
- принимает несколько фиксированных значений и не выходит за их пределы;
- поведение хаотично, без каких-либо тенденций.

Таким образом, любая точка  $z$  комплексной плоскости имеет свой характер поведения при итерациях функции  $f(z)$ , а вся плоскость делится на части. При этом точки, лежащие на границах этих частей, обладают таким свойством: при сколь угодно малом смещении характер их поведения резко меняется (точки бифуркации). Множества точек, имеющих один тип поведения, а также множества бифуркационных точек часто имеют фрактальные свойства. Это и есть множества Жюлиа для функции  $f(z)$ .



Другой пример алгебраического фрактала — множество Мандельброта. Данный фрактал представляет собой множество точек комплексной плоскости, для которых последовательность  $Z_n$  конечна. Функционально множество Мандельброта определяется как  $Z_{n+1} = Z_n^2 + C$ . Визуально оно выглядит как набор бесконечного количества различных фигур, самая большая из которых называется кардиоидой. Кардиоиды окружены уменьшающимися кругами, каждый из которых окружен еще меньшими кругами, и т. д. до бесконечности.

Для построения графического изображения множества Мандельброта можно использовать алгоритм, называемый *escape-time*. Для всех точек на комплексной плоскости в интервале от  $-2+2i$  до  $2+2i$  рассчитаем достаточно большое количество раз значения  $Z_n$ , каждый раз проверяя абсолютное значение. В случае если это значение больше 2, рисуем точку с цветом равным номеру соответствующей итерации, иначе рисуем точку черного цвета. Черный цвет показывает, что в этих точках функция стремится к нулю — это и есть множество Мандельброта. За пределами этого множества функция стремится к бесконечности. Границы множества являются фрактальными, т. е. функция ведет себя непредсказуемо — хаотично.

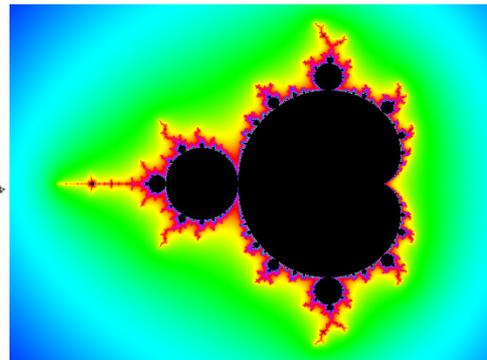


Рис. 4. Множества Жюлиа (слева) и Мандельброта (справа)

Третью группу составляют стохастические фракталы, образующиеся путем многократных повторений случайных изменений каких-либо параметров. В результате итерационного процесса получаются объекты очень похожие на природные фракталы — несимметричные деревья, изрезанные лагунами береговые линии островов и многое другое. Двумерные стохастические фракталы используются преимущественно при моделировании рельефа местности и поверхности моря. Кроме того, на основе стохастических фракталов появилось такое направление в искусстве, как *стохастипия*. Оно заключается в получении изображения случайного фрактала. Примером стохастического фрактала является траектория броуновского движения на плоскости и в пространстве. Рандомизированные фракталы часто используются в компьютерной графике. Например, для построения фрактала «плазма» возьмём прямоугольник и для каждого его угла определим цвет. Далее находим центральные точки прямоугольника и его сторон, и раскрашиваем их в цвет, равный среднему арифметическому цветов по углам

прямоугольника плюс некоторое случайное число, пропорциональное размеру разбиваемого прямоугольника. Прямоугольник разбиваем на 4 равных прямоугольника, к каждому из которых применяется та же процедура. Далее процесс повторяется. Аналогично можно получить фотореалистичную модель горного массива.

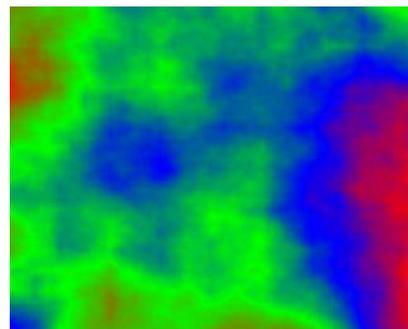


Рис. 5. Стохастический фрактал «Плазма»

### Методы построения 3D-моделей фракталов

Для создания 3D моделей фракталов можно использовать различное программное обеспечение. Например, Компас 3D или 3ds Max. Также существуют специализированные программы, имеющие встроенные алгоритмы, реализующие основные этапы построения. Однако полученные с помощью таких программ модели не всегда пригодны для дальнейшей 3D печати, поскольку создаются со значительными погрешностями построения. Эти модели используются в компьютерной анимации, при создании видеофильмов или игр.

Одной из задач проводимого исследования является рассмотрение математической основы теории фракталов и изучение способов их построения, а также разработка натуральных моделей с помощью технологии 3D печати. По-

этому для реализации практической части была выбрана программа 3ds Max. Вариантов построения фракталов в среде несколько:

1. Построение фракталов «в ручном режиме». Т. е. данный метод не предусматривает автоматизации действий. Например, для построения пирамиды Серпинского необходимо по аналогии со способом построения треугольника Серпинского, описанного ранее, построить пирамиду и поэтапно вырезать из нее лишние части.
2. Разработка специального скрипта, позволяющего полностью автоматизировать процесс. Скрипт, позволяющий построить фрактал «губка Менгера», и результат построения в программе 3ds Max приведены ниже:

```
b=box length:99 width:99 height:99 pos:[0,0,0] wirecolor:[255,255,0]
--global a=99
select b
--while i<=3 do
for i=1 to 3 do      ( d=99/(3^i)
  for j=1 to 3^(i-1) do
    for n=1 to 3^(i-1) do (b1=box length:d width:d height:99
      pos:[(((99/2)*(2*j-1))/(3^(i-1)))-99/2,(((99/2)*(2*n-1))/(3^(i-1)))-99/2,0]
      boolObj.createBooleanObject $
        boolObj.SetOperandB $ b1 4 1)
      for m=1 to 3^(i-1) do for k=1 to 3^(i-1) do (b2=box length:99 width:d
        height:d pos:[((99*(2*m-1))/(2*(3^(i-1))))-99/2,0,(99*(3*k-2))/(3^i)]
        boolObj.createBooleanObject $
        boolObj.SetOperandB $ b2 4 2 )
```

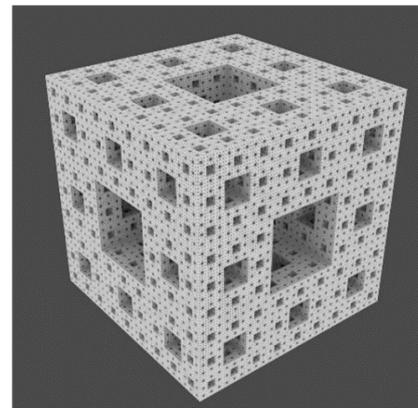


Рис. 6. Губка Менгера (скриптовый способ построения)

Третий способ представляет собой «полуавтоматический режим» — основа будущего фрактала создается вручную, а дальнейшие действия выполняет программа (скрипт), составленная с помощью специального плагина Para 3D. Рассмотрим примеры построения фракталов данным методом.

**Пример 1.** Алгоритм построения пирамиды Серпинского с помощью Para 3D

1. Строим пирамиду — основу будущего фрактала.
2. Копируем пирамиду и уменьшаем ее в 2 раза.
3. Копируем уменьшенную пирамиду 4 раза.
4. Перемещаем полученные пирамиды таким образом, чтобы они образовали «базовый фрактал» для работы скрипта в Para 3D.
5. Переходим к созданию скрипта в Para 3D.
6. Создаем объект типа «L-system control», в разделе transform control создаем связи Link control для основы и 1 треугольника, а затем и для оставшихся четырех.
7. В объекте «L-system control» задаем алгоритм построения: \* — > +\*-\* (\*) \* [\*

По результатам компьютерного моделирования фрактальных объектов с помощью технологии 3D-печати

были получены натурные модели. Процесс печати и сами модели представлены на рис. 9.

Теория фракталов и фрактальные алгоритмы в частности, нашли практическое применение в очень многих областях науки и технике. Например, фрактальные алгоритмы применяются для *сжатия изображений* — алгоритм сжатия с потерями, основанный на применении систем итерированных функций к изображениям. Данный алгоритм известен тем, что в некоторых случаях позволяет получить очень высокие коэффициенты сжатия для реальных фотографий природных объектов, что недоступно для других алгоритмов сжатия изображений. Основа метода заключается в обнаружении самоподобных участков.

Фракталы находят применение и в *медицине*. Сам по себе человеческий организм состоит из множества фракталоподобных структур: кровеносная система, мышцы, бронхи и т. д. Например, теория фракталов может применяться для анализа электрокардиограмм, обработки рентгеновских снимков, повышая качество изображения и позволяя производить более качественную диагностику. Недавно учёным удалось доказать, что если составить карты адгезии (сцепления) поверхностей нормальных и

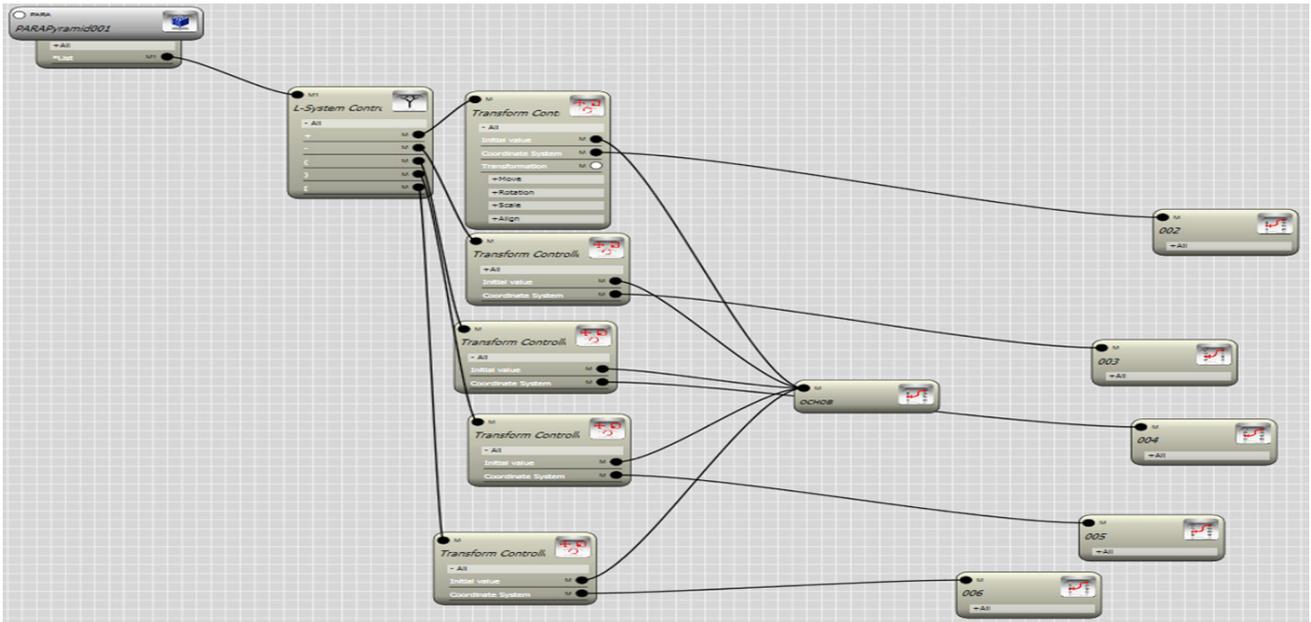


Рис. 7. Схема скрипта для построения пирамиды Серпинского

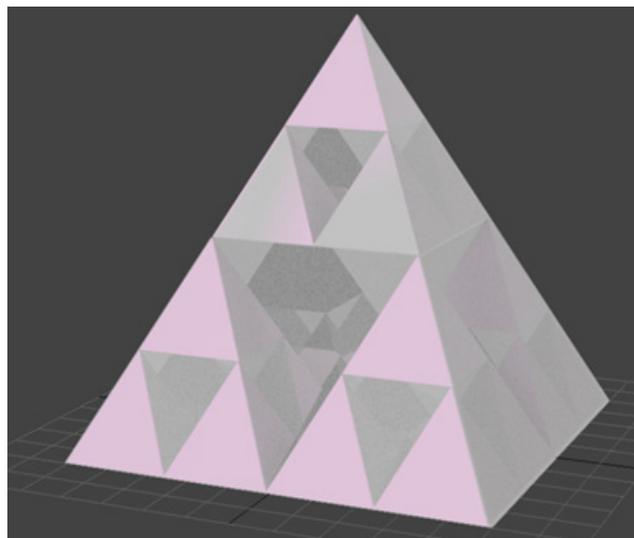


Рис. 8. Пирамида Серпинского в 3ds Max + Para 3D

раковых клеток, то окажется что эти карты имеют разную фрактальную размерность. Возможно это открытие поможет разработать новые методы диагностики и лечения онкологических заболеваний.

Фракталы широко используются и в *естественно-научных дисциплинах*. Например, в геологии и геофизике. Фрактальный анализ помогает в поиске и разработке месторождений полезных ископаемых, распределение которых очень часто происходит по фрактальному механизму. Исследование разломной тектоники и сейсмичности тоже исследуется с помощью фрактальных алгоритмов. Геофизика использует фракталы и фрактальный анализ для исследования аномалий магнитного поля, для изучения распространение волн и колебаний в упругих средах, для исследования климата и многих других вещей.

Фракталы очень часто используют для создания различного рода визуализаций, видеоинсталляций, созда-

ния спецэффектов в компьютерной графике и т. д. Сегодня во многих *компьютерных играх или в кино*, где присутствуют разного рода природные ландшафты, так или иначе используются фрактальные алгоритмы.

В *сфере сетевых технологий* было проведено множество исследований, показывающих самоподобие трафика, передаваемого по разного рода сетям. Это касается речевых, аудио и видео сервисов. В *телекоммуникациях* фракталы используются для создания фрактальных антенн. Фрактальные антенны — относительно новый класс электрически малых антенн (ЭМА), принципиально отличающийся своей геометрией от известных решений. По сути, традиционная эволюция антенн базировалась на евклидовой геометрии, оперирующей объектами целочисленной размерности (линия, круг, эллипс, параболоид и т. п.). Фрактальная антенны с удивительно компактным дизайном обеспечивает превосходную широкополосную

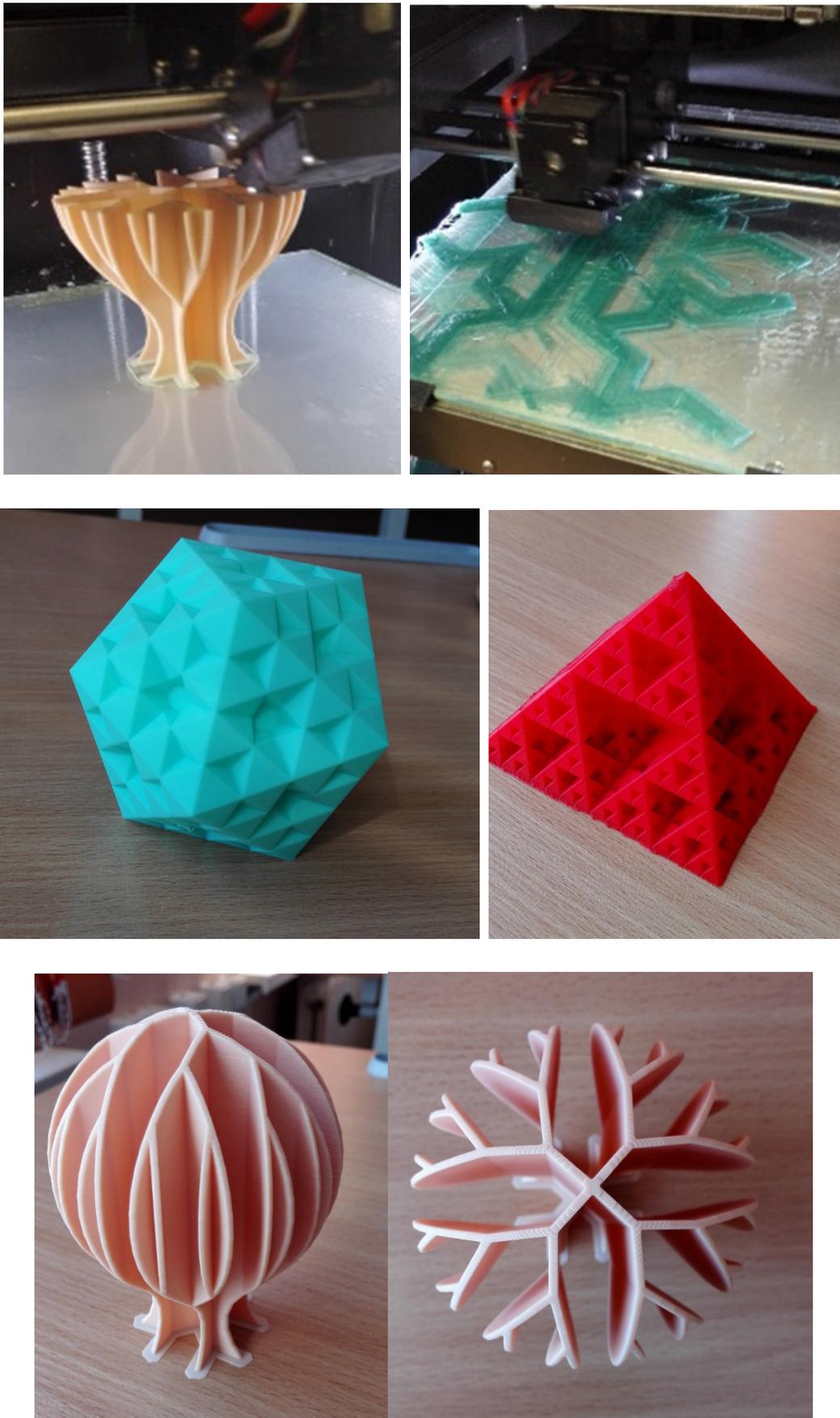


Рис. 9. Области применения фракталов. Фрактальные антенны

производительность в маленьком форм-факторе. Достаточно компактны для установки или встраивания в различных местах, фрактальные антенны используются для морских, воздушных транспортных средств, или персональных устройств.

Развитие мобильных телекоммуникационных технологий, радаров и СВЧ датчиков перемещений диктует необходимость разработки новых многоэлементных антенных систем, состоящих из излучателей, имеющих малые размеры и оптимальную конфигурацию. Антенна является неотъемлемой составной частью любого радиотехни-

ческого устройства, которое предназначено для передачи или приёма информации с помощью радиоволн через окружающее пространство. Как было сказано выше, фрактальные антенны имеют отличающуюся от всех других видов антенн геометрию. Главная особенность фрактальных геометрических форм — их дробная размерность. Среди большого разнообразия фрактальных структур одной из наиболее удобных для создания антенн являются фракталы Минковского. «Инициатором» фрактала является отрезок, а «генератором» является ломаная из восьми звеньев (два равных звена продолжают друг друга).

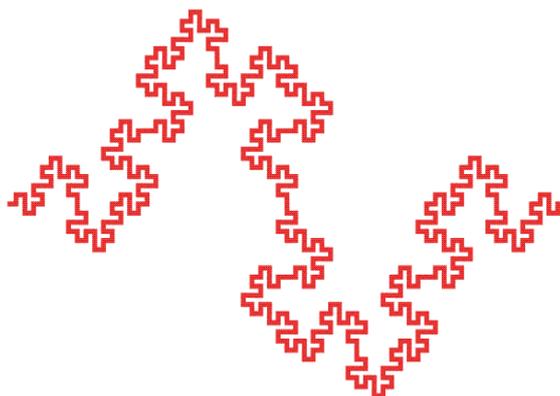


Рис. 10. Фрактал «кривая Минковского»

Для организации эксперимента было разработано два вида антенн. *Фрактальная антенна первого типа* изготовлена из куска медной проволоки диаметром около 1 мм. Проволоке была придана форма фрактала. Полученная антенна закреплена на картоне. К свободным концам припаян стандартный телевизионный кабель.

*Фрактальная антенна второго типа* изготовлена с использованием технологии 3D печати. Для этого в среде 3ds Max создана модель. Антенна состоит из нескольких частей: цилиндрическое основание, фрактальные «уши», крепежи. Детали распечатаны на 3D принтере и скреплены винтами. «Уши» антенны обклеены медной фольгой и к ним прикреплен телевизионный кабель.

Испытания проводились путем подключения антенн к телевизору и сравнения качественных и количественных характеристик принимаемого сигнала. Показания также сравнивались с обычной телевизионной антенной. Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

#### Заключение

В результате работы над проектом были изучены типы фракталов и способы их построения. На основе полученных теоретических знаний были созданы компьютерные и натурные 3D модели пирамиды Серпиноского, дерева Пифагора, икосаэдра. В качестве экспериментальной части были рассмотрены направления использования фракталов в телекоммуникациях. Были разработаны две модели фрактальных антенн и проведен ряд испыта-

ний. Эксперимент заключался в изучении стабильности приема телевизионного сигнала с помощью двух типов обычных телевизионных антенн и двух типов фрактальных. Исследования проводились в условиях отсутствия прямой видимости башни телевизионного вещания. Помехами для передаваемого сигнала служили многоэтакжки, различные электрические кабели, другие антенны (спутниковые, внешние телевизионные).

Результаты эксперимента показывают, что фрактальные антенны способны принимать сигнал более устойчиво, процент потери или искажения минимален по сравнению с бытовыми антеннами. Также необходимо отметить, что область применения фрактальных антенн не ограничивается только приемом/передачей тв-сигнала. Они успешно применяются для организации wi-fi сетей, сотовой связи, в том числе и закрытых военных радиоканалов.

Таким образом, можно сделать вывод, что освоение приемов построения фракталов и знание области их применения способствуют повышению эффективности изучения многих объектов и процессов живой и неживой природы. В свою очередь это, с одной стороны, мотивирует к изучению практических областей применения геометрии, физики, информатики и других предметов естественно-научного цикла, с другой, позволяет проследить связь между наукой и реальной жизнью и между отдельными разделами наук.

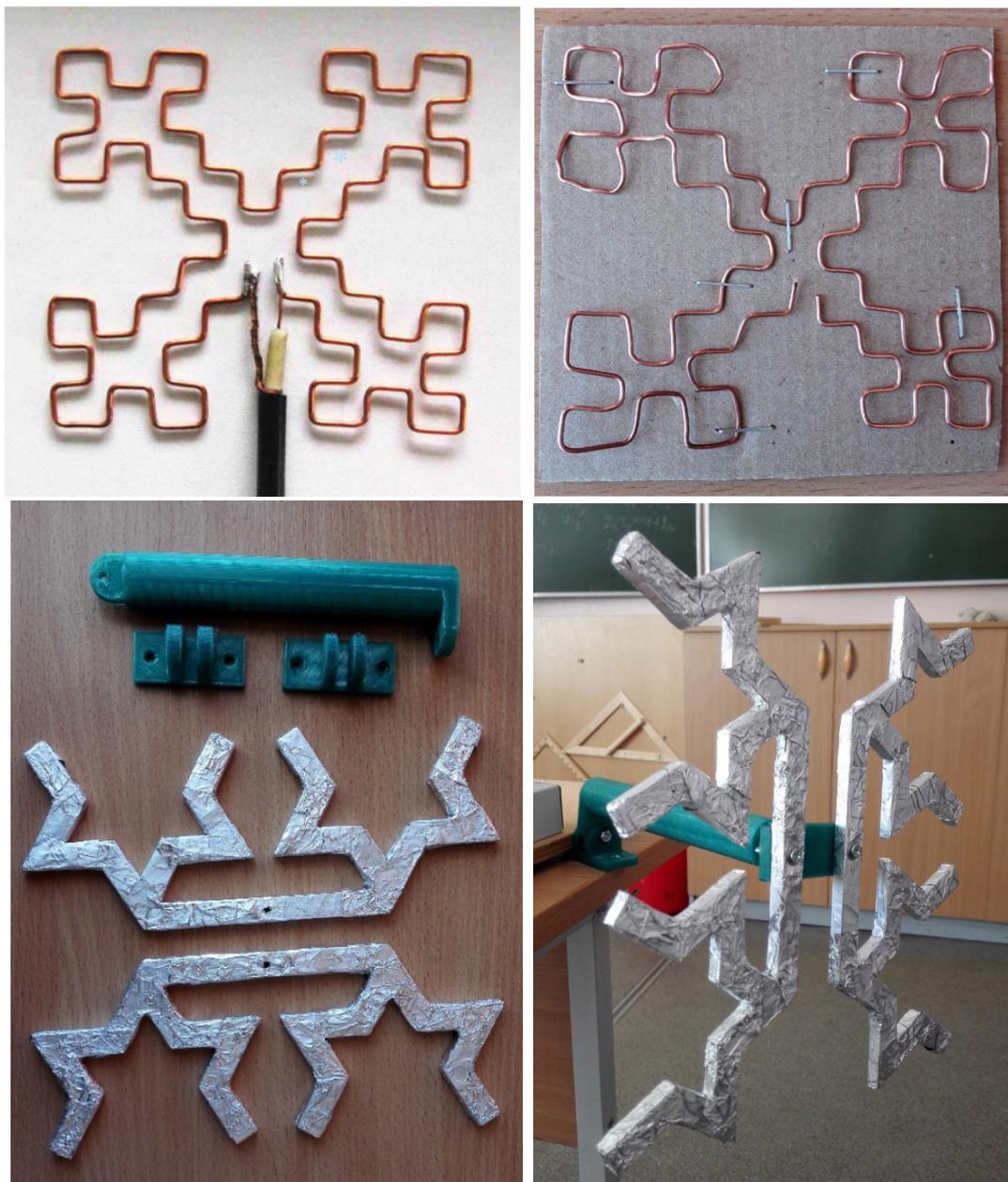


Рис. 11.

Таблица 1. Результаты серии испытаний

	Габариты (Ш x В x Г)	Количество «пой- манных» аналоговых каналов	Качество изобра- жения (помехи)	Стабильность при- нимаемого сигнала
<b>Фрактальная ан- тенна первого типа</b>	10 x 10 x 0,02см	14 каналов из 14	На большинстве ка- налов картинка четкая, помехи присутствуют в незначительном коли- честве	Сигнал стабилен
<b>Фрактальная ан- тенна второго типа</b>	габариты vibra- торов — 8 x 20 x 0,5см габариты крепежа — 3,5 x 15,5 x 4,5см	14 каналов из 14	Помехи присутствуют в незначительном коли- честве, но на некоторых каналах отмечается раз- мытие картинки	Сигнал стабилен

<b>Стандартная телевизионная антенна</b>	длина вибраторов («усов») антенны — от 30см до 1м	8 каналов из 14	Присутствует большое количество помех	Принимаемый сигнал часто не стабилен
<b>Стандартная телевизионная антенна с усилителем</b>	длина вибраторов («усов») антенны — от 10см до 50м размеры усилителя — 20 x 20 x 1 см	10 каналов из 14	Присутствуют помехи, картинка на многих каналах размыта (фоновые шумы)	Сигнал иногда пропадает

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Балханов, В.К. Основы фрактальной геометрии и фрактального исчисления — Улан-Удэ: изд-во Бурятского госуниверситета, 2013.
2. Божокин, С.В., Паршин П.А. Фракталы и мультифракталы. — Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001.
3. Кроновер, Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. — М.: «Постмаркет», 2000.
4. Морозов, А.Д. Введение в теорию фракталов. — Ижевск: Институт Компьютерных Исследований, 2002.
5. Потапов, А.А. Фракталы в радиофизике и радиолокации. — М.: «Университетская книга», 2005.
6. Уэлстид, С. Фракталы и вейвлеты для сжатия изображений в действии. — М.: «Триумф», 2001.
7. Федер, Е. Фракталы. — М.: «Мир», 1991.
8. Фрактальные антенны своими руками: применение и сборка [Электронный ресурс]. URL: <http://vashtehnik.ru/radioapparatura/fraktalnye-antenny-svoimi-rukami.html> (Дата обращения: 25.01.2018 г.)
9. Практическое применение фрактальных алгоритмов [Электронный ресурс]. URL: <https://m-rush.ru/theory/item/184-fraktaly-na> — (Дата обращения: 14.12.2017 г.)