

Кристаллизация в электрическом поле, как показали результаты исследований, позволяет получать кристаллы с пониженным содержанием дефектов. Количество дислокаций в кристаллах, выращенных в слабом бесконтактном электрическом поле, заметно (примерно в 2 раза) уменьшается по сравнению с их количеством в образцах, полученных обычным способом. Существенно изменяется качественный и количественный состав примеси в кристаллах, выращенных в электрическом поле; снижение количественного содержания заряженных примесей в нитевидных кристаллах, выращенных в бесконтактном электрическом поле, составляет не менее 50% (таблица 1).

Таблица 1

Результаты анализа кристаллов азида серебра:  
а) выращенных без поля; б) в поле, напряженностью 10 В/м

а) Элемент	Мас. %	б) Элемент	Мас. %
Cu	1,43	Cu	0,50
Zn	1,27	Zn	0,20
Si	0,25	Si	0
Al	0,36	Al	0,13

#### Литература.

1. Захаров, В.Ю. Физико-химические процессы в азидатных тяжелых металлов и дислокационная структура. / В.Ю. Захаров, Е.Г. Газенаур, А.И. Гасанов, В.И. Крашенинин, В.И. Якунина // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2006. - №6. - С. 17-21.
2. Крашенинин, В.И. Способы управления стабильностью азидат серебра / В.И. Крашенинин, Л.В. Кузьмина, Е.Г. Газенаур, О.В. Цельковская // Ползуновский вестник. – 2010. - №3. - С. 48-50.
3. Газенаур, Е.Г. Способ получения нитевидных кристаллов азидат серебра / Е.Г. Газенаур, Н.М. Федорова, Л.В. Кузьмина, В.И. Крашенинин // Патент РФ №2404296 от 20.11.10 – Бюл. №32. – 9 с.
4. Rodzevich, A.P. The Technology of Production and Treatment of Materials in the Electric Field / Applied Mechanics and Materials, 2014. Vol. 682. pp. 206-209.
5. Сангвал, К. Травление кристаллов: теория, эксперимент, применение / К. Сангвал – М.: Мир, 1990. – 492 с.
6. Фридель, Ж. Дислокации / Ж. Фридель. – М.: Мир, 1967. – 643 с.

### БЕНУА МАНДЕЛЬБРОТ И ЕГО ФРАКТАЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

*Ш.З. Бомуллоев, И.С. Коваль, студент группы 10А41*

*научный руководитель: Потапова Л.А.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Слова «фрактал», «фрактальная размерность», «фрактальность» появились в научной литературе сравнительно недавно и не успели еще войти в большинство словарей, справочников и энциклопедий. Придумал слово «фрактал» (от латинского «фрактус» - дробный, нецелый) наш современник, математик Бенуа Мандельброт.

Мандельброт обратил внимание на то, что при всей своей очевидности ускользало от его предшественников, хотя встречалось на каждом шагу и буквально «лежало на поверхности»: контуры, поверхности и объемы окружающих нас предметов не так ровны, гладки и совершенны, как принято думать. В действительности они неровны, шершавы, изъязвлены множеством отверстий самой причудливой формы, пронизаны трещинами и порами, покрыты сетью морщин, царапин и кракелюр.

В арсенале современной математики Мандельброт нашел удобную количественную меру неидеальности объектов — извилистости контура, морщинистости поверхности, трещиноватости и пористости объема. Ее предложили два математика — Феликс Хаусдорф (1868- 1942) и Абрам Самойлович Безикович (1891-1970). Ныне она заслуженно носит славные имена своих создателей (размерность Хаусдорфа — Безиковича).

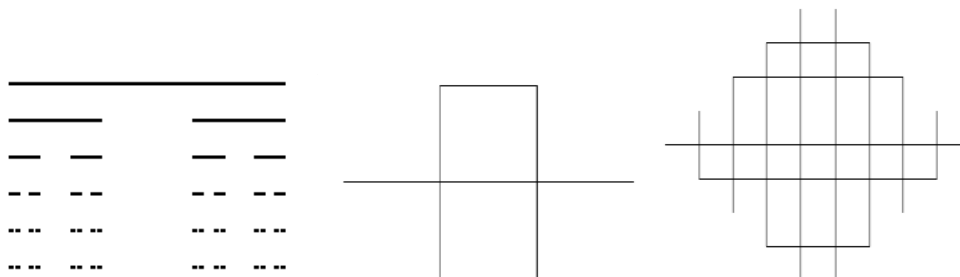
Как и всякая новая количественная характеристика, размерность Хаусдорфа — Безиковича должна была пройти проверку на разумность и блестяще ее выдержала.

Применительно к идеальным объектам классической евклидовой геометрии она давала те же численные значения, что и известная задолго до нее так называемая топологическая размерность (иначе говоря, была равна нулю для точки, единице — для гладкой плавной линии, двум — для фигуры и поверхности, трем — для тела и пространства). Но совпадая со старой, топологической, размерностью на идеальных объектах, новая размерность обладала более тонкой чувствительностью ко всякого рода несовершенствам реальных объектов, позволяя различать и индивидуализировать то, что прежде было безлико и неразлично.

Среди множества необычных объектов, построенных математиками в конце XIX — начале XX века при пересмотре оснований математики, многие оказались фракталами, то есть объектами с дробной, или фрактальной, размерностью Хаусдорфа — Безиковича. Все они очень красивы и часто носят поэтические названия: канторовская пыль, кривая Пеано, снежинка фон Коха, ковер Серпинского и т. д. И все они обладают одним очень важным свойством, которое роднит их с самой обыкновенной прямой. Это свойство называется самоподобием: все эти фигуры подобны любому своему фрагменту.

Самоподобие означает, что у объекта нет характерного масштаба: будь у него такой масштаб, вы сразу бы отличили увеличенную копию фрагмента от исходного снимка. Самоподобные объекты обладают бесконечно многими масштабами на все вкусы. Появление фракталов позволило (точнее, по-видимому, позволило) разрешить еще одну загадку, издавна мучившую физиков: почему в большинстве эмпирических формул, в изобилии встречающихся в любом инженерном справочнике, показатели степеней в различных зависимостях такие «некрасивые», то есть выражаются необъяснимо странными, с точки зрения традиционной физики, дробными числами типа  $1,1378\dots$  или  $2,9315\dots$ ? Ответ, по-видимому, надлежит искать в том, что при разрешениях, достижимых в технике, в игру вступает фрактальность среды, поверхности и т. д., не принимавшаяся во внимание физиками, но вполне ощутимая на эмпирическом уровне для инженеров.

Первые идеи фрактальной геометрии возникли в 19 веке. Кантор с помощью простой рекурсивной (повторяющейся) процедуры превратил линию в набор несвязанных точек (так называемая Пыль Кантора). Он брал линию и удалял центральную треть и после этого повторял то же самое с оставшимися отрезками.



Пеано нарисовал особый вид линии. На первом шаге он брал прямую линию и заменял ее на 9 отрезков длиной в 3 раза меньшей, чем длина исходной линии. Далее он делал то же самое с каждым отрезком получившейся линии. И так до бесконечности. Ее уникальность в том, что она заполняет всю плоскость. Доказано, что для каждой точки на плоскости можно найти точку, принадлежащую линии Пеано. Кривая Пеано и пыль Кантора выходили за рамки обычных геометрических объектов. Они не имели четкой размерности.

Пыль Кантора строилась вроде бы на основании одномерной прямой, но состояла из точек (размерность 0). А кривая Пеано строилась на основании одномерной линии, а в результате получалась плоскость.

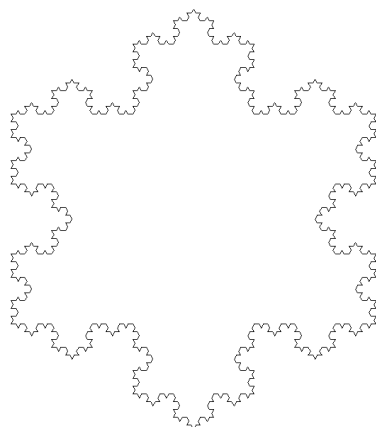
#### **Фрактал это ...**

Так вот, когда размерность фигуры получаемой из каких-то простейших объектов (отрезков) больше размерности этих объектов - мы имеем дело с фракталом.

Из этих геометрических фракталов очень интересным и довольно знаменитым является первый - снежинка Коха. Строится она на основе равностороннего треугольника. Каждая линия которого заменяется на 4 линии каждая длиной в  $1/3$  исходной  $\_ \wedge \_$ . Таким образом, с каждой итерацией длина кривой увеличивается на треть. И если мы сделаем бесконечное число итераций - получим фрактал - снежинку Коха бесконечной длины. Получается, что наша бесконечная кривая покрывает ограниченную площадь.

Размерность снежинки Коха (при увеличении снежинки в 3 раза ее длина возрастает в 4 раза)  
 $D = \log(4)/\log(3) = 1.26185950714291487419$

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



В реальном мире чистых, упорядоченных фракталов, как правило не существует, и можно говорить лишь о фрактальных явлениях. Их следует рассматривать только как модели, которые приближенно являются фракталами в статистическом смысле.

Литература.

1. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. – Москва: Институт компьютерных исследований, 2002, 656с.
2. Божокин С.В., Паршин Д.Д. Фракталы и мультифракталы – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». 2001, 128с.

#### **ЗАДАЧИ ПО ФИЗИКЕ С ВОЕННО-ПАТРИОТИЧЕСКИМ СОДЕРЖАНИЕМ**

*Д.В. Гнедаш, студент группы 17В41*

*научный руководитель: Полицинский Е.В., к.пед.н., доцент*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Получить специальные знания в соответствующих областях техники и технологии, сформировать определенную культуру научного мышления можно только на добротной основе естественнонаучного образования. Фундаментом естественных наук являются физика, основным компонентом процесса обучения которой является решение задач.

Анализ использования задач при изучении физики позволяет выделить их основные функции:

- *познавательная*, позволяющая расширить кругозор обучающихся, используя данные о жизни и деятельности учёных, интересные факты, связанные с физическими явлениями и процессами;
- *развивающая*, состоящая в совершенствовании умений работать с разными видами представления информации (таблицами, рисунками, графиками, диаграммами и т.д.), а также развития логического мышления, поскольку при решении задач используются такие логические операции, как анализ, синтез, сравнение, абстрагирование и обобщение;
- *функция единства теории и практики*, выражающаяся в формировании умений использовать законы физики для решения практических задач в профессиональной деятельности, а также в быту;
- *функция демонстрации междисциплинарных связей* физики, химии, математики, астрономии и географии, дисциплин профессионального цикла;
- *функция оценки качества знаний* обучающихся [1].

Одна из лучших традиций отечественной педагогической науки состоит в сочетании образования и воспитания в едином процессе обучения. При этом в современных условиях одной из наиболее актуальных задач является подготовка не просто компетентного специалиста, а активной, творче-