

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЛОСОФСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**INITIA:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
СОЦИАЛЬНЫХ НАУК
(25–26 апреля 2014 г.)**

**Материалы
XVI Международной конференции молодых учёных**

Под редакцией Ю.Н. Кириленко

Томск
Издательский Дом Томского государственного университета
2016

ФРАКТАЛЫ: ВОЗНИКНОВЕНИЕ НОВОЙ НАУКИ

А.Е. Марфин

Научный руководитель: к.ф.н. Д.Л. Ситникова

Томский государственный университет

Почему геометрию так часто называют холодной и сухой? Одна из причин – ее неспособность описать форму облака, горы, дерева или береговой линии. Облака не являются сферами, горы – конусами, береговые линии нельзя изобразить с помощью окружностей, кору деревьев не назовешь гладкой, а путь молнии – прямолинейным.

Б. Мандельброт

Геометрия как наука зародилась в VI–V вв. до н.э. на территориях древнего Египта и Месопотамии. Тогда она имела чисто прикладное значение и использовалась регулярно. Начиная от подсчета площади земельных участков и заканчивая расчетами при строительстве египетских пирамид и зикуратов Месопотамии. Геометрия, как часть математики, помогала ей в различных областях, к примеру, наглядно иллюстрируя на графиках различные функциональные зависимости. Но были математические модели, переводя которые в графическое представление исследователи сталкивались с очевидными противоречиями. Именно изучение таких специфических и тонких проблем математического анализа, привело к появлению объектов под названием «математические монстры» [2]. Одним из первых объектов подобного рода стала прямая Кох. Ее построение начинается с единичного отрезка, который заменяется ломаной из четырех отрезков, каждый из которых имеет длину $1/3$. Далее, с каждым звеном ломаной, операция повторяется. Длина ломанной n -го порядка получается равной $(4/3)^n$, результирующая длина – бесконечна. Если построение начинается с треугольника, то получается снежинка Кох. Так бы и относились к этому факту как к математической «шутке», если бы английский физик Л.Ф. Ричардсон не попытался вычислить длину береговой линии Британии [4].

Используемый им метод состоял в следующем: он заменил линию побережья на карте Британии ломаной линией, составленной из отрезков длиной δ граничные точки которых (начало и конец) располагались на побережье. Строгое математическое доказательство можно найти в книге Е. Федерера «Фракталы». Мы лишь скажем, что интуиция подсказывала Ричардсону, что длина береговой линии, в пределе, должна стремиться к определенному фиксированному значению. Но в итоге он получил степенную зависимость вида: $L_\delta = a\delta^{1-D}$

Такая зависимость не предполагает устремления к фиксированной длине береговой линии, как на то рассчитывал Ричардсон. Можно сказать, что он доказал, что длина побережья Британии бесконечна.

Такой ответ естественно не устроил никого. И вплоть до 70-х годов XX века математики не знали, что делать с подобными задачами. Часто относились к ним весьма скептически, как к парадоксам, которые пока не в силах объяснить. Но за эту непопулярную тему взялся Бенуа Мандельброт, он провел грандиозное исследование, которое вылилось в новое научное направление. В чем же состояла заслуга Мандельброта?

Начиная с того момента как в середине XVII века были разработаны дифференциальное и интегральное исчисления, главным предметом изучения стали гладкие и непрерывные функции. Математики их очень любили, поскольку такие функции хорошо описывались и со временем на них был испробован и отра-

ботан обширнейший запас методов математического анализа. А все, что не попадало под категорию «непрерывности» и «гладкости», либо отбрасывалось, либо «подгонялось» под эти категории [5]. Мандельброт же, обратил внимание не на гладкость и непрерывность, а, наоборот, на разрывы и подобие структур. И увидел, что это модели реальных образований в природе. Модель, демонстрирующая на разном масштабном уровне свойства подобия в строгом или приближенном смысле, получила название *фрактал*. Начала появляться новая геометрия. По словам Б. Мандельброта: «...она была подобна зеркалу, отражающему вовсе не плавные и мягкие очертания привычной Вселенной, а неровный и шершавый контур иного мира» [2. С. 5–6]. Новая наука рассказывала о том, на что до этого ученые никогда не обращали внимание. Автор остроумно называет новую науку «геометрией ям и впадин, фрагментов разбитого единства, изгибов, узлов, переплетений» [2. С. 6]. Поистине революционной оказалась идея о неслучайности таких объектов. Исследования Мандельброта претендовали на новое видение действительности, указывая на то, что различные странные формы представляют для исследователя особую ценность. Нерегулярность и кажущийся хаос могут иметь еще большее значение, чем регулярные процессы [5].

Влияние, которое оказал фрактал на науку конца XX века и продолжает оказывать сейчас, сложно переоценить. Приемы фрактальной геометрии используются в физике, химии, биологии, медицине, истории. И везде доказывают свою ценность и необходимость, давая исследователю мощнейший инструмент анализа. Возникает вопрос, почему же фрактальные объекты настолько широко распространены в природе? Одной из причин является особенность строения данного объекта. Можно обратить внимание, что на плоскости, та же прямая Кох занимает ограниченное пространство, в то время как ее длина стремится к бесконечности. Естественно, что для реальных объектов не может быть бесконечных величин, но все же они будут очень большими. Аналогично ведут себя «объемные» фрактальные объекты. Они характеризуются небольшим объемом, но огромной площадью. Если взять и вытянуть в одну линию все артерии, вены и капилляры человека, то их длина будет многие сотни километров. В то время как в нашем организме они занимают сравнительно небольшой объем – кровеносная система человека, представляет из себя, фрактальный объект [3].

Фрактальная геометрия, является одним из краеугольных камней такого междисциплинарного направления как синергетика. Видя общие структурные элементы различных природных систем, синергетика с успехом использует достижения фрактального моделирования [3].

Такой подход, требует тесного сотрудничества ученых из самых разных разделов наук – физиков, математиков, психологов, экономистов, биологов и философов. Это порождает в своем роде опасность. На нее указывает отечественный ученый, автор большого числа работ в области синергетики А.П. Курдюмов: «Она заключается в том, что, с одной стороны, по ряду причин в общественном мнении может сложиться отношение к синергетике как к общемировоззренческой концепции, граничащей с дилетантизмом. Таким образом, будет утерян научный статус синергетики как междисциплинарной области знания. С другой стороны, имеются тенденции отождествлять синергетику с тем или иным узким направлением исследований в физике, теории систем, также в областях прикладных исследований» [1].

Все это говорит в пользу того, что к синергетике, а также к ее инструментарию (в частности к фракталам), надо относиться очень аккуратно. И применять его только в том случае, если это обосновано.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курдюмов С.П. Концепция самоорганизации. Синергетика. Общие положения. – URL: <http://spkurdyumov.ru/what/koncepciya-samoorganizacii-sinergetikaobshhie-polozheniya/> (дата обращения: 11.05.14)
2. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. – М.: ИКИ, 2002. – 665 с.
3. Путь в синергетику. Экскурс в 10 лекциях. – М.: КомКнига, 2005. – 304 с.
4. Федер Е. Фракталы. – М.: Мир, 1991. – 254 с.
5. Шредер М. Фракталы, хаос, степенные законы. Миниатюры из бесконечного рая. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 528 с.