

ФРАКТАЛЬНАЯ СТРУКТУРА МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Карякин А.А., Карякин А.В., Карякина И.В.

Георгиевский региональный колледж «Интеграл», Георгиевск, e-mail: kavo545@mail.ru

Рассмотрено предположение о фрактальной структуре магнитного поля, с учетом основных свойств характерных фрактальным множеств. Двухполюсная сфероподобная форма магнитного поля характерна для различных магнитных объектов на разных космологических масштабах. Магнитные поля обладают свойством самоподобия. Магнитные поля расположены не только снаружи, но и внутри объектов, что позволяет утверждать о максимальной степени фрактальной размерности в пространстве равной 3. Отдельный элемент фрактальной структуры представляет из себя замкнутую магнитную линию в виде кривой. Установлено универсальное параметрическое уравнение кривой в плоскости, состоящее из двух геометрических фигур, т.к. магнитные линии проходят внутри и снаружи магнита. Определены основные постоянные определяющие размер кривой и форму в виде яйцевидного овала. Одинаковые магнитные линии симметрично расположены относительно центральной оси магнита и образуют плоскость с одинаковой напряженностью H . Увеличивая значения переменных можно рекурсивно представить меньшую или большую размерность магнитных линий. Математически размер магнитного поля может быть бесконечен. В действительности размер центральных магнитных линий ограничен мощностью магнитного источника и уровнем внешнего магнитного поля. Входящие структуры можно рассматривать и изучать по-отдельности. Отнесение магнитного поля к фракталу, т.е. к самоподобной структуре позволяет по-новому взглянуть на магнитные поля, дополнять их формы, изучать их пределы на различных масштабах.

Ключевые слова: магнитное поле, фрактал, фрактальная структура, суперфрактал, Вселенная, магнитные полюса, силовые линии, овал, яйцевидная форма.

FRACTAL STRUCTURE OF THE MAGNETIC FIELD

Andrew Carryaking, Alexander Carryaking Irina Carryaking

College "Integral", Georgievsk, Stavropol region, Russia, e-mail: kavo545@mail.ru

The assumption about the fractal structure of the magnetic field is considered, taking into account the basic properties characteristic of fractal sets. The bipolar sphere-like shape of the magnetic field is characteristic of various magnetic objects on different cosmological scales. Magnetic fields have the property of self-similarity. Magnetic fields are located not only outside, but also inside objects, which allows us to assert the maximum degree of fractal dimension equal to 3 in space. A separate element of the fractal structure is a closed magnetic line in the form of a curve. A universal parametric equation of a curve in a plane consisting of two geometric figures is established, since magnetic lines pass inside and outside the magnet. The main constants determining the size of the curve and the shape in the form of an ovoid oval are determined. Identical magnetic lines are symmetrically arranged relative to the central axis of the magnet and form a plane with the same intensity N . Increasing the values of variables, you can recursively represent a smaller or larger dimension of magnetic lines. Mathematically, the size of the magnetic field can be infinite. In reality, the size of the central magnetic lines is limited by the power of the magnetic source and the level of the external magnetic field. The incoming structures can be viewed and studied separately. Attributing the magnetic field to a fractal, i.e. to a self-similar structure, allows us to take a fresh look at magnetic fields, complement their forms, and study their limits at various scales.

Keywords: magnetic field, fractal, fractal structure, super fractal, universe, magnetic poles, lines of force, oval, ovoid shape.

Введение

Магнитные поля (МП) окружают каждого из нас, пронизывая наше тело множеством магнитных линий, исходящих из множества естественных и искусственных источников. Для изображения формы МП используются силовые магнитные линии или линии магнитной индукции. По определению - линии магнитной индукции геометрическое место точек,

касательные к которым совпадают с направлением магнитной индукции в соответствующих точках [2]. Визуализация магнитных линий возможна с помощью железных опилок, стрелки компаса или магнитных пленок. Известно, что вектор индукции является силовой характеристикой МП. Подобные методы позволяют определить только локальные участки. Общая картина МП составляется из линий, полученных в результате аппроксимации, либо воображения. Изучение МП остается актуальным ввиду, того, что МП Земли влияет на абсолютно все формы жизни, в том числе на самочувствие людей и МП весьма широко применяются в науке и технике, в бытовых устройствах.

Гипотеза: предположим, что магнитное поле имеет фрактальную структуру.

Тема исследования:

Рассмотрение возможности представить магнитное поле в виде фрактального множества.

Фрактальная структура поля

Фрактальная геометрия изучает закономерности, проявляемые в структуре природных объектов, процессов и явлений, обладающих явно выраженной фрагментарностью, изломанностью и искривленностью [3]. Приведем основные свойства характерные фрактальным множествам:

- имеют тонкую структуру (произвольно малые масштабы);
- слишком нерегулярны, чтобы быть описанным на традиционном языке геометрии;
- имеют некоторую форму самоподобия;
- имеют размерность больше топологической;
- определяются просто, например рекурсивно;

Перечисленные свойства фракталов в полной мере присущи разнообразным МП. Собственные МП есть у всевозможных микро и макрообъектов в масштабе Вселенной, от элементарных частиц до гигантских галактик. Распределение источников МП в пространстве нерегулярно. Известно, что по направлению вращения звездных рукавов галактики можно определить направление магнитных полюсов. По данным анализа распределения галактик, проведенного в рамках проекта Galaxy Zoo [4, 5], в северной небесной полусфере более распространены левозакрученные спирали, а в южной правоспиральные. Это необъяснимое явление, связанное с глобальным расположением галактик в видимо части, не позволяет описать их традиционным языком геометрии.

Принято рассматривать МП объектов как отдельные формы, тем не менее форма любого объекта находится под влиянием внешнего поля. От внешнего влияния происходит

искривление симметричной формы, либо смена полюсов объекта, либо разворот объекта в пространстве. Полностью изолировать объект от окружающего внешнего МП нетривиальная задача. Определенно, МП отдельного объекта всегда связано с общим МП в пространстве.

Планета Земля имеет двухполюсное МП, похожее на поле полюсного магнита. Размер МП Земли значительно превышает размер экзосферы Земли и простирается до высоты 100000 км. Аналогично размер МП Солнца простирается на всю планетарную систему и более. Объем МП Галактики в несколько раз больше её видимой части. Быстровращающиеся черные дыры с сильными МП создают вращающиеся струи из газа, плазмы, энергии. Разгон и движение вещества происходит с помощью высокоэнергетических магнитных потоков от полюсов. Светящиеся джеты указывают на центральные ММ-потоки двухполюсного супермагнита – сверхмассивной черной дыры.

Двухполюсная форма поля также свойственна микрообъектам – атомам, электронам, протонам. Таким образом на разных астрономических и атомарных масштабах структурный мотив МП повторяется, представляя собой фрактальную структуру, обладающую свойством самоподобия.

Размерность фрактальной структуры магнитного поля

Известно, что МП проходят не только снаружи объектов, но и внутри. Относительная магнитная проницаемость и показывает во сколько раз усиливается поле в магнетике. Все вещества обязательно характеризуют по магнитным свойствам и разделяют на диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Внутри ферромагнетиков возникают области спонтанного (самопроизвольного) намагничивания, которые называют доменами. В пределах каждого домена ферромагнетик спонтанно намагничен до насыщения и обладает определенным магнитным моментом. Домены имеют размеры порядка 10^{-4} - 10^{-3} см.

С другой стороны, внешнее МП стремится установить магнитные моменты атомов вдоль вектора B . В результате устанавливается некоторая равновесная преимущественная ориентация моментов вдоль поля тем большая, чем больше B .

Исходя из общеизвестных данных, заключаем, что внутри объектов присутствует МП, которое обладает определенной величиной и структурой. Заметим, что структура также имеет фрактальные свойства. Масштаб МП охватывает все известные объекты от самых маленьких магнитных частиц, носителей МП, до всех космологических объектов, охватывает всю Вселенную. Фрактальная размерность МП достигает 3, т.е. все трехмерное пространство снаружи и внутри объектов полностью заполнено. Принимая во внимание, масштабы и полную заполненность пространства полем делаем вывод, что фрактальная структура МП является самой большой из всех известных природных фракталов. Космологическое МП по

сути является суперфракталом, с максимальной трехмерной размерностью и бесконечным масштабом.

Фрагмент фрактальной структуры

Представим двухполюсную форму МП в виде совокупности магнитных линий, исходящих из магнитных полюсов. Отдельный элемент фрактала будет представлять собой отдельную закольцованную кривую линию, Рис. 1. Форма линии представляет собой эллипс.

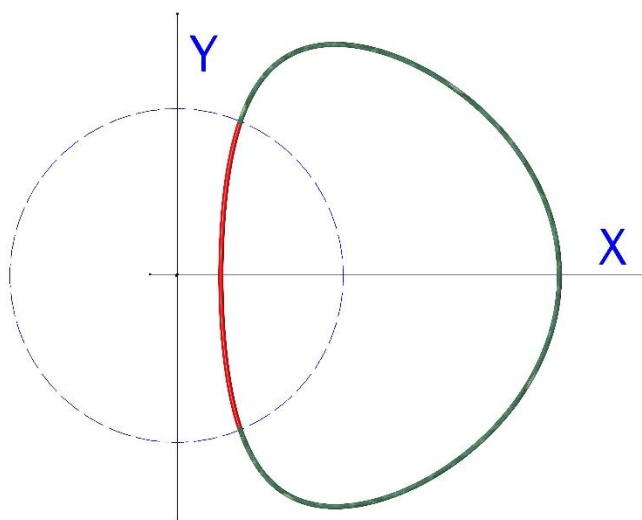


Рис.1 Элемент фрактала – плоская «замкнутая» магнитная линия.

В идеале, т.е. без внешних влияний, отдельная магнитная линия представляет собой симметричную закольцованную линию, находящуюся на некотором расстоянии от центральной оси магнита. Кривая состоит из двух участков, проходящих внутри и снаружи магнита. «Красный» участок линии проходит внутри магнита, на котором магнитный носитель ускоряется. «Зеленый» участок линии расположен снаружи объекта, на котором магнитный носитель разворачивается от полюса к полюсу.

Геометрическое построение эллипса в плоскости состоит из двух геометрических фигур и состоящее из двух линейных уравнений с двумя неизвестными.

$$\begin{cases} x = b \cos \alpha + \sqrt{c^2 - a^2 \sin^2 \alpha} \\ y = a \sin \alpha \end{cases} \quad (1)$$

где α параметр $0 \leq \alpha \leq 2\pi$

Задаваясь различными значениями постоянных a , b , c получают семейство овалов с большим разнообразием их конфигураций (выпуклые, стабильные и яйцевидные). Приведенное уравнение (1) это универсальное уравнение овалов, является параметрическим уравнением второго порядка [6].

Например, при значениях $a=45$, $b=33$, $c=100$ кривая овала приобретает выраженную яйцевидную форму. При увеличении значений постоянных a , b , c - пропорционально

увеличивается размер и площадь овала. Магнитные линии зеркально сгруппированы вокруг оси магнита, соединяющей центры полюсов, Рис.2.

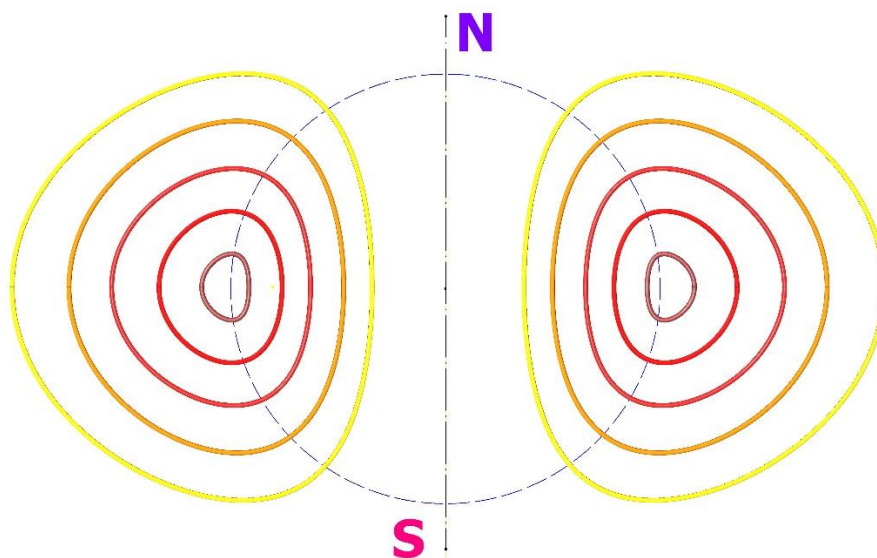


Рис.2 Зеркальное расположение линий относительно оси, соединяющей полюса магнита. В любой плоскости, разрезающей магнит по оси, имеются две одинаковые магнитные линии, расположенные зеркально этой оси. При множественном расположении линий вокруг центральной оси образуется поверхность (область) с одинаковой напряженностью H в любой точке этой поверхности, Рис.3.

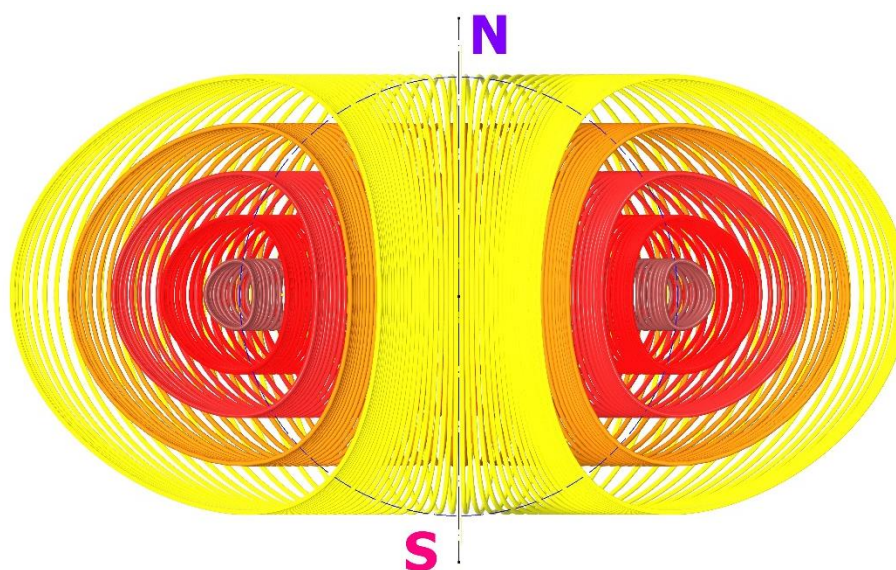


Рис.3 Массивы самоподобных магнитных линий в разрезе по оси магнита. На представленных рисунках графически показано, что из плоского элемента – кривой в виде яйцевидного овала, при вращении (итерации) вокруг центральной оси магнита и изменении значений постоянных уравнения, формируется объемная форма МП. Подобная форма МП должна рассматриваться как фрактал, т.е. как структура, состоящая из фрагментов, структурный мотив которых повторяется при изменении масштаба.

Изменяя значения переменных можно рекурсивно представить меньшую или большую размерность магнитных линий. В математическом пределе центральные магнитные линии объекта бесконечны. Физически размер центральных магнитных линий ограничен мощностью магнитного источника и уровнем внешнего МП.

Фрактал формируется как результат бесконечного числа итераций (повторений) четко определенного геометрического преобразования [7]. Это преобразование, очень простое и определяет итоговый вид фрактала. Благодаря тому, что эта процедура повторяется бесконечное число раз, её результатом будут внешне чрезвычайно сложные структуры.

Отдельные сферообразные МП представляют собой следующий уровень фрактальной структуры. Визуализированный графически фрактал МП может представлять собой различные варианты трехмерных картин, Рис.4.

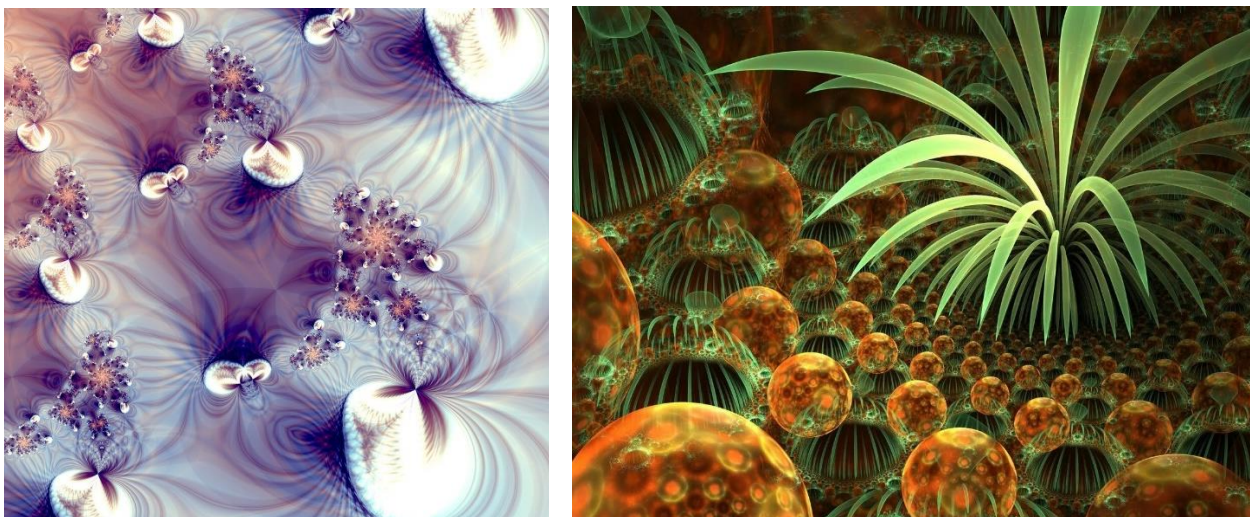


Рис.4 Визуализация магнитных полей.

Фрактал МП включает в себя структуры различного масштаба. Входящие структуры можно рассматривать и изучать отдельно. Тем не менее отнесение МП к фракталу, т.е. к самоподобной структуре позволяет по-новому взглянуть на МП, рассмотреть их пределы. Появляется возможность исследовать магнитное поле Вселенной как продолжение структуры фрактала на большем масштабе.

Подытоживая, отметим известные уровни магнитного суперфрактала:

1. МП электрона
2. МП нейтрино
3. МП составной элементарной частицы
4. МН ядра атома
5. МП атома
6. МП молекулы
7. МП домена (группы атомов)

8. МП отдельного предмета (камня, искусственного магнита, живого существа)
9. Общее МП группы предметов
10. МП астероида, кометы
11. МП планеты без спутников
12. Общее МП планетарной системы
13. МП вспышки на поверхности звезды
14. Общее МП звезды
15. МП звездного скопления
16. МП Галактики
17. МП группы Галактик
18. МП Вселенной

Заключение

Исследование фракталов началось в 1975 году. В текущем исследовании рассматривается отнесение магнитных полей к фракталам. Сложность и необходимость отнесения к фракталам вызвана невидимостью магнитных полей в области оптического спектра. При подтверждении фрактальной структуры магнитных полей возможно нахождение неизвестных частей на разных масштабах на основе самоподобия фрактальной структуры.

В работе изучаются основные характеристики магнитных полей и выделяются свойства характерные фрактальным множествам. На изучении форм МП различных уровней делается вывод о подобии форм МП. Определяется единичный фрагмент фрактальной структуры – кривая в виде овала яйцеподобной формы. Приводится параметрическое уравнение, описывающее форму кривой – единичной магнитной линии. Размер и форма кривой зависит от трех постоянных. Объемная структура фрактала магнитного поля составляется при вращении единичного фрагмента вокруг оси магнита, центральной линии, соединяющей центры полюсов. Объем сфероподобной формы магнита может быть бесконечным, если отсутствуют внешние поля. При наличии внешнего поля, размер магнитного поля зависит от мощности источника и величины внешнего поля. Внешние поля представляют собой структуру, которая не может быть описана традиционным языком геометрии.

Магнитные поля заполняют всё имеющееся пространство снаружи и внутри объектов, отсюда делается вывод о размерности магнитного фрактала соответствующей степени 3. Принимая во внимание, масштабы и полную заполненность пространства полем делаем вывод, что фрактальная структура магнитного поля является самой большой из всех известных природных фракталов.

Понимание магнитного поля как фрактала позволяют рассматривать и объяснять явления, находящиеся вне нашего понимания на космологическом масштабе больших и малых объектов. Исследование позволило по-новому взглянуть на фракталы, на магнитные поля, которые могут самоорганизовываться в единую структуру. Безусловно исследование фрактальной структуры магнитного поля следует продолжить дальше, определить дополнительные свойства фрактала, установить математические зависимости. Исследование подтверждает существование фрактальной структуры магнитного поля.

Выводы

Гипотеза верна.

Список литературы

1. Карякин А.А., Карякин А.В., Карякина И.В. Кинетическая природа магнитных линий // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2021. – № 10. – С. 100-105; URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=13300> (дата обращения: 14.11.2021).
2. Дельцов В.П., Дельцов В.В., Физика: дойти до самой сути! Настольная книга для углубленного изучения физики в средней школе. Электромагнетизм: Учебное пособие, Изд. ЛЕНАНД. 2017. 240 с.
3. Балханов В.К. Основы фрактальной геометрии и фрактального исчисления. Изд-во Бурятского университета. Улан-Удэ. 2013. 224 с.
4. Michael J. Longo. Does the Universe Have a Handedness? [Электронный ресурс]. URL: <http://arxiv.org/abs/0812.3437> (дата обращения: 09.08.2021).
5. Michael J. Longo. Detection of a dipole in the handedness of spiral galaxies with redshifts $z < 0.04$. Physics Letters B 699 (2011). P. 224–229.
6. Овезов Б. Яйцевидный овал как производная. [Электронный ресурс]. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=19284 (дата обращения: 14.11.2021).
7. Мир математики: в 40 т. Т.10: Мария Изабель Бенимелис Басса. Новый взгляд на мир. Фрактальная геометрия. Пер. с исп. М.: Де Агостини. 2014. 144 с.