

**Смышнова София Олеговна,
Масорова Софья Александровна,**
обучающиеся ГБПОУ ЯНАО
«Ноябрьский колледж профессиональных и
информационных технологий», г. Ноябрьск
E-mail: ssmyshnova@mail.ru

**Научный руководитель
Каргина Наталья Юрьевна,**
преподаватель
математических дисциплин
ГБПОУ ЯНАО «Ноябрьский колледж
профессиональных и информационных
технологий», г. Ноябрьск
E-mail: kargina16@yandex.ru

СИММЕТРИЯ В МАТЕМАТИКЕ И ПРИРОДЕ

**ОБЩЕСТВЕННО–
ГУМАНИТАРНЫЕ
И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ
НАУКИ**

УДК 502.051

Симметрия окружает человека везде, находя своё проявление как в живой, так и в неживой природе. В древности слово «симметрия» употреблялось в значении гармония, красота. Красота неразрывно связана с симметрией. Действительно, в переводе с греческого это слово означает «соразмерность, пропорциональность, одинаковость в расположении частей». Почему симметрия буквально пронизывает весь окружающий нас мир? В своей статье авторы попытались найти ответ на этот непростой вопрос, рассмотрев симметрию в трехмерной плоскости: с научно-математической точки зрения, в окружающем мире и в жизни человека.

Symmetry surrounds a person everywhere, finding its manifestation both in living and inanimate nature. In ancient times, the word «symmetry» was used in the meaning of «harmony», «beauty». Beauty is inextricably linked with symmetry. Indeed, in Greek, this word means «proportionality, proportionality, sameness in the arrangement of parts.» Why does symmetry literally permeate the entire world around us? In their article, the authors tried to find the answer to this difficult question by examining symmetry in a three-dimensional plane: from a scientific and mathematical point of view, in the environment and in human life.

Ключевые слова:

Симметрия, форма, наука, повседневная жизнь, явления, пропорции, гармония.

Keywords:

Symmetry, form, science, everyday life, phenomena, proportions, harmony.

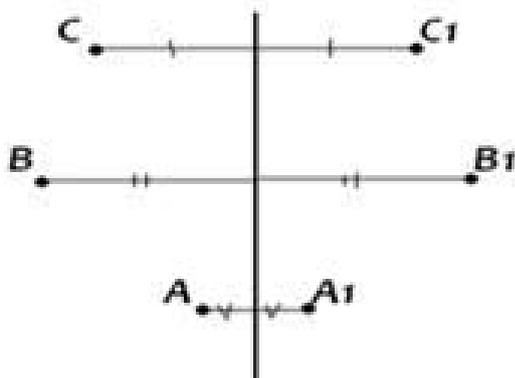
*Симметрия является той идеей, посредством которой человек на протяжении веков пытался постичь и создать порядок, красоту и совершенство.
Г. Вейль*

В нашем мире много интересных и необычных вещей. Природа наполнена невероятными явлениями, в ней могут слиться в единый унисон даже такие предметы, которые, как нам кажется, должны обра-

зовывать резкий и неприятный диссонанс. Если мы посмотрим вокруг и приглядимся, то обнаружим, что вещи, окружающие нас, не так просты, как могут показаться на первый взгляд. Они наполнены необычайными качествами. Одно из таких – симметрия. Все живые организмы в той или иной степени отвечают законам симметрии: люди, животные, рыбы, птицы, насекомые – всё построено по её законам. Симметричны снежинки, кристаллы, листья, плоды, даже наша шарообразная планета обладает почти идеальной симметрией.

СИММЕТРИЯ И МАТЕМАТИКА

Математически строгое представление о симметрии сформировалось сравнительно недавно – в XIX веке. В наиболее простой трактовке известного немецкого математика Германа Вейля (1895–1955) современное определение симметрии выглядит так: симметричным называется такой объект, который можно как-то изменить, получая в результате то же, с чего начали. Как известно, основными видами симметрии в геометрии являются осевая и центральная. Осевая симметрия в свою очередь делится еще на 2 типа:



1. Отражательная симметрия. В математике (точнее, евклидовой геометрии) осевая симметрия – вид движения (зеркального отражения), при котором множеством неподвижных точек является прямая, называемая осью симметрии. Например, плоская фигура прямоугольник имеет две оси симметрии: отрезки, соединяющие середины противоположных сторон.

2. Вращательная симметрия. В естественных науках под осевой симметрией понимают вращательную симметрию (другие термины – радиальная, аксиальная, лучевая симметрии) относительно поворотов вокруг прямой. При этом тела (фигуру, задачу, организм) называют асимметричными, если они переходят в себя при любом (например, малом) повороте вокруг этой прямой. В этом случае прямоугольник не будет асимметричным телом, но окружность будет.

СИММЕТРИЯ В МИРЕ ЖИВОТНЫХ

Типы симметрии у животных:

1. Центральная.
2. Осевая (зеркальная).
3. Радиальная.
4. Билатеральная.

5. Двулучевая.
6. Поступательная (метамерия).
7. Поступательно-вращательная.

Известны всего два основных типа симметрии – вращательная и поступательная. Также встречается модификация из совмещения этих двух основных типов симметрии – вращательно-поступательная симметрия.

Вращательной симметрией обладает любой организм. Ее существенным характерным элементом являются антимеры. При повороте на какой-либо градус контуры тела совпадут с исходным положением. Минимальный градус совпадения контура имеет шар, вращающийся около центра симметрии. Максимальный градус поворота 360 гр., когда при повороте на эту величину контуры тела совпадут.

Для поступательной симметрии характерным элементом являются метамеры (meta – один за другим; mer – часть). В этом случае части тела расположены не зеркально друг против друга, а последовательно друг за другом вдоль главной оси тела. Метамерия – одна из форм поступательной симметрии. Она особенно ярко выражена у кольчатых червей, длинное тело которых состоит из большого числа почти одинаковых сегментов. Этот случай сегментации называют гомономной. У членистоногих животных число сегментов может быть относительно небольшим, но каждый сегмент несколько отличается от соседних или формой, или придатками (грудные сегменты с ногами или крыльями, брюшные сегменты). Такую сегментацию называют гетерономной.

Вращательно-поступательная симметрия. Этот тип симметрии имеет ограниченное распространение в животном мире. Она характерна тем, что при повороте на определённый угол часть тела немного проступает вперед и её размеры каждый следующий логарифмически увеличивает на определённую величину. Таким образом происходит совмещение актов вращения и поступательного движения. Примером могут служить спиральные камерные раковины фораминифер, а также спиральные камерные раковины некоторых головоногих моллюсков. С некоторым условием к этой группе можно отнести также и некамерные спиральные раковины брюхоногих моллюсков.

В мире растений «популярна» **поворотная симметрия.** Возьмите в руку цветок ромашки. Совмещение разных частей цветка происходит, если их повернуть вокруг стебелька. Очень часто флора и фауна одалживают внешние формы друг у друга. Морские звезды, ведущие растительный образ жизни, обладают поворотной симметрией, а листья – зеркальной.

Винтовая симметрия – симметрия относительно комбинации двух преобразований: поворота и переноса вдоль оси поворота, т. е. идёт перемещение вдоль оси винта и вокруг оси винта. Встречаются левые и правые винты.

Примерами природных винтов являются бивень нарвала (небольшого китообразного, обитающего в северных морях) – левый винт; раковина улитки – правый винт; рога памирского барана – энантиоморфы (один рог закручен по левой, а другой по правой спирали). Спиральная симметрия не бывает идеальной, например, рако-

вина у моллюсков сужается или расширяется на конце.

СИММЕТРИЯ В ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДЕ

Симметрия всегда была меткой совершенства и красоты в классических греческих иллюстрациях и эстетике. Естественная симметрия природы, в частности, была предметом исследования философов, астрономов, математиков, художников, архитекторов и физиков, таких как Леонардо да Винчи. Мы видим это совершенство еже-секундно, хотя и не всегда замечаем.

Ниже представлен ряд красивых примеров симметрии, частью которой являемся и мы сами.

Брокколи Романеско



Этот вид капусты известен своей фрактальной симметрией. Это сложный образец, где объект сформирован в одной и той же геометрической фигуре. В этом случае вся брокколи составлена из одной и той же логарифмической спирали. Брокколи Романеско не только красива, но также и очень полезна, богата каротиноидами, витаминами С и К, а по вкусу подобна цветной капусте.

Медовые соты



На протяжении тысяч лет пчелы инстинктивно производили шестиугольники идеальной формы. Многие ученые верят, что пчелы производят соты в этой форме, чтобы сохранить большую часть меда при использовании наименьшего количества воска. Другие не так уверены и полагают, что это естественное формирование, а воск

образуется, когда пчелы создают свое жилище.

Подсолнухи



Эти дети солнца имеют сразу две формы симметрии – радиальная симметрия и числовая симметрия последовательности Фибоначчи. Последовательность Фибоначчи проявляется в числе спиралей из семян цветка.

Животные



Животные, как и люди, симметричны с двух сторон. Это означает, что есть осевая линия, где они могут быть разделены на две идентичных половины.

Паутина



Пауки создают совершенные круговые сети. Сеть паутины состоит из равно отдаленных радиальных уровней,

которые распространяются из центра по спирали, переплетаясь друг с другом при максимальной прочности.

Снежинки

Вам определенно понадобится микроскоп, чтобы за-



свидетельствовать красивую радиальную симметрию в этих миниатюрных шестисторонних кристаллах. Эта симметрия сформирована в процессе кристаллизации в молекулах воды, которые формируют снежинку. Когда молекулы воды замерзают, они создают водородные связи с гексагональными формами.

Галактика Млечный Путь

Земля не единственное место, которое придержива-



ется естественной симметрии и математики. Галактика Млечного Пути – поразительный пример зеркальной симметрии и составлена из двух главных рукавов, известных как Персей и Щит Центавра. У каждого из этих рукавов есть логарифмическая спираль, подобная оболочке наутилуса, с последовательностью Фибоначчи, которая начинается в центре галактики и расширяется.

Радуга

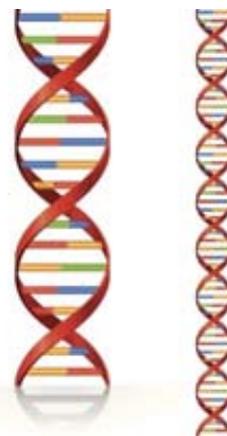
Мы не часто задумываемся над явлениями природы.



Пошёл снег или дождь, выглянуло солнышко или грянул гром – привычное состояние меняющейся погоды. Рассмотрим разноцветную дугу, которую обычно можно обнаружить после выпадения осадков. Радуга в небе – удивительное явление природы, сопровождающееся видимым только человеческому глазу спектром всех цветов. Это случается за счёт прохождения лучей солнца через уходящую тучу. Каждая дождевка служит призмой, которая обладает оптическими свойствами. Можно сказать, что любая капля является маленькой радугой.

Спираль ДНК

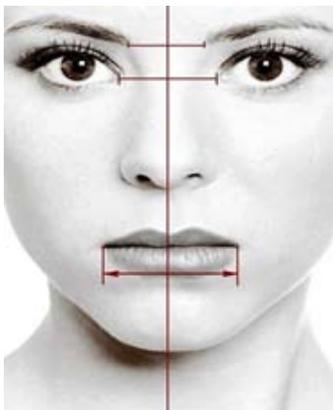
Спираль ДНК сотворена по принципу золотого сечения. Она является связующим звеном между схемой материального тела и её реальным образом. Если рассмотреть мозг, то он представляет собой проводник между телом и разумом. Интеллект связывает жизнь и форму её проявления и позволяет жизни, заключённой в форму, познавать саму себя. С помощью этого человечеству возможно понять окружающую планету, искать в ней закономерности, которые затем применять к изучению внутреннего мира.



Симметрия у человека

Человеческое тело обладает билатеральной симметрией (внешний облик и строение скелета). Эта симметрия всегда являлась и является основным источником нашего эстетического восхищения хорошо сложенным человеческим телом. Тело человека построено по принципу двусторонней симметрии.

Большинство из нас рассматривает мозг как единую структуру, в действительности он разделён на две половины. Эти две части – два полушария – плотно прилегают друг к другу. В полном соответствии с общей симметрией тела человека каждое полушарие представляет собой почти точное зеркальное отображение друго-



го. Управление основными движениями тела человека и его сенсорными функциями равномерно распределено между двумя полушариями мозга. Левое полушарие контролирует правую сторону мозга, а правое – левую.

Физическая симметрия тела и мозга не означает, что правая сторона и левая равноценны во всех отношениях.

Достаточно обратить внимание на действия наших рук, чтобы увидеть начальные признаки функциональной симметрии. Лишь немногие люди одинаково владеют обеими руками, большинство же имеет ведущую руку.

Симметрия, обнаруживаемая в жизни, в искусстве и в технике, является одним из принципов гармоничного построения мира. В природе проявление симметрии многообразно. Насекомые, птицы и животные обладают симметрией: симметричность форм, окраски насекомых, птиц придает им красоту. Но симметрия – это не только красота. Симметричность формы необходима рыбе, чтобы плыть, птице, чтобы летать. Так что симметрия в природе существует неспроста: она еще и полезна, или, иначе, целесообразна. В природе красивое всегда целесообразно, а целесообразное всегда красиво.

Резюмируя, можно сделать вывод, что с помощью изучения окружающего мира человек познаёт самого себя. Природа находится исключительно в гармонии, в строгой последовательности своих законов. А возможно ли все это без разума? Приведём высказывание учёного, философа, математика и физика Анри Пуанкаре, который, как никто другой, сможет дать ответ на вопрос о том, действительно ли математика в природе является основополагающей. Пуанкаре говорит, что гармония, которую человеческий разум хочет открыть в природе, не может существовать вне его. Объективная реальность, которая присутствует в умах хотя бы

нескольких индивидов, может быть доступна всему человечеству. Связь, которая собирает воедино мыслительную деятельность, и называется гармонией мира. В последнее время на пути к такому процессу есть колоссальные продвижения, но они очень малы. Эти звенья, связывающие Вселенную и индивида, должны быть ценны любым человеческим умом, который чувствителен к этим процессам.

Таким образом, изучая симметрию законов природы, рано или поздно удастся глубже проникнуть в сущность живого, объяснить ход эволюции и дать возможность человеку чаще применять данные законы симметрии в жизни. Рассматривая архитектуру зданий, предметы украшения и быта, технические изобретения, мы видим в них присутствие центральной, поворотной, переносной, осевой и зеркальной видов симметрии, которые дают ощущение спокойной уверенности и эстетической привлекательности. Симметрия, проявляясь в самых различных объектах природного мира, несомненно, отражает наиболее общие свойства. Поэтому изучение симметрии разнообразных природных объектов и сопоставление (изучение) результатов – удобный и надежный инструмент познания гармонии мира.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Учебная литература
 - 1.1. Теория симметрии. Учебное пособие для студентов третьего курса и магистрантов, Аминов Л.К., 2017.
 - 1.2. Симметрия в природе. Учебное пособие для студентов, Шафрановский, 2016.
 - 1.3. Математика. Учебник для студентов учреждений СПО, Башмаков М.И., 2017.
 - 1.4. Геометрия 10-11 класс. Учебник, Атанасян, Бутузов, Кадомцев, 2016.
 - 1.5. Зеркальная симметрия и алгебраическая геометрия. Учебник, Кокс Д., Катц Ш., 2018.
 - 1.6. Симметрия. Учебник, Вейль Г., 2017.
2. Ссылки
 - 2.1. Электронный ресурс Википедия (<https://ru.wikipedia.org/>)
 - 2.2. Электронный ресурс (<https://www.yaklass.ru/>)
 - 2.3. Электронный ресурс (<http://www.hintfox.com/>)