Научный форум молодых исследователей «Шаг в будущее»

**Флексагоны**

Автор:

Сапунова Анастасия,

МАОУ «Аромашевская СОШ

им.Героя Советского Союза В.Д.Кармацкого»

7 класс

Научный руководитель:

Скипина Светлана Николаевна,

учитель математики

МАОУ «Аромашевская СОШ

им.Героя Советского Союза В.Д.Кармацкого»

Российская Федерация, г. Тюмень

2019 г.

Аннотация

Все мы любим занимательную математику. Занимательная математика пробуждает наблюдательность, умение логически мыслить, веру в свои силы. Элемент игры, который делает занимательную математику занимательной, может иметь форму головоломки, состязания, фокуса, парадокса и т.д.

Многие считают, что математика не интересна и состоит только из формул, задач, решений и уравнений. Мы хотим продемонстрировать своей работой, что математика разноплановая наука, и главная цель – показать, что математика очень удивительный и необычный предмет для изучения.

Кусочек бумаги, способный увлечь не только ребенка, но и взрослых. Для некоторых - это не просто игрушка-головоломка, а настоящий первый шаг в мир математики. Яркие линии скрученной бумажки завораживают не хуже детского калейдоскопа с разноцветными стеклышками. Да еще и название такое звучное и загадочное – флексагон. Что же это такое на самом деле? Очень часто тема «головоломок» в школе является сложной и непонятной, но у некоторых учащихся все же вызывает интерес. Все вышеперечисленные факторы и обусловили **актуальность** нашего проекта.

**Объект исследования:** Флексагоны.

**Предмет исследования:** Применение флексагонов при изготовлении открыток

**Целью** **работы:**

- изучить мир флексагонов и показать, что головоломки бывают не только из дерева и железа - привычных для нас форм, но и из бумаги, которые мы можем сделать своими руками.

**Задачи:**

- познакомиться с методикой изготовления флексагонов.

**Методы исследования:**

- обработка, анализ научных источников;

- анализ научной литературы, учебников и пособий по исследуемой проблеме;

- практическое применение флексагонов при изготовлении открыток.

**Актуальность:**  Тема «Флекагоны», выбранная мной для исследования является актуальной, так как, благодаря исследованиям о флексагоне заинтересовать одноклассников в изучении математикой, выполнение подарков своими руками.

Флексагон

Сапунова Анастасия

Российская Федерация, Тюменская обл., с. Аромашево,

МАОУ «Аромашевская СОШ им.Героя Советского Союза В.Д.Кармацкого»

Научная статья

**История открытия флексагона**

Флексагон – это уникальный сплав математики и оригами. Можно сказать, единственное явление в своем роде. Бумажная головоломка, при выворачивании которой мы получаем другую плоскость с иным рисунком, но фактически идентичную предыдущей.

Эту занимательную головоломку создали в результате скуки. А развивали и совершенствовали уже как серьезное увлечение.

Я приглашаю на короткую экскурсию в загадочный мир флексагонов - бумажных игрушек, обладающих поразительной способностью внезапно менять свою форму и цвет.

Флексагон пришел к нам из Англии. Это произошло в конце 1939 года. Как-то раз Артур X. Стоун, двадцатитрехлетний аспирант из Англии, изучавший математику в Принстоне, обрезал листы американского блокнота, чтобы подогнать их под привычный формат. Желая немного развлечься, Стоун принялся складывать из отрезанных полосок бумаги различные фигуры. Одна из сделанных им фигур оказалась особенно интересной. Перегнув полоску бумаги в трех местах и соединив концы, он получил правильный шестиугольник.

Первый флексагон имел три плоскости. Потом появились флексагоны с шестью и более плоскостями, а так же были изобретены тетрафлексагоны. В свое время был создан даже «Флексагоновый комитет», который вполне серьезно занимался изучением и развитием флексагона, как математического явления.

В Россию, точнее тогда еще Советский Союз, флексагон попал при помощи развивающих журналов: «Наука и техника», «Юный механик» и т.д.

Сейчас флексагоны умело используют на уроках и занятиях в школах и детских садах.

Флексагон можно сделать интересной игрушкой для ребенка, если использовать вместо цифр и геометрических узоров, например, рисунки зверей, птиц, насекомых, игрушек и т.д. Разворачиваешь «бутон», а там кролик, развернул снова – птичка. Или можно сделать поздравительную открытку, где каждое «раскрытие» это сюрприз – поздравление.  
Кроме того, флексагон – игрушка-головоломка для разных возрастов. Есть варианты попроще, а есть посложнее. И здорово сближает семью, если посидеть вместе собирать флексагоны, соревнуясь на сложность, яркость и оригинальность идеи.

Как сделать свой первый флексагон?

 Флексагоны. Виды флексагонов

Флексагоны это многоугольники, сложенные из полос бумаги прямоугольной или же более сложной, изогнутой формы, которые обладают необычным свойством: при перегибании флексагонов их наружные поверхности прячутся внутрь, а ранее скрытые поверхности неожиданно выходят наружу.

Флексагон (от англ. to flex, что означает, «складываться, гнуться»), т.е. флексагон гнущийся многоугольник. Он обладает удивительной способностью внезапно менять свою форму и цвет.

Флексагоны бывают следующих видов:

Унагексафлексагон.

Дуогексафлексагон.

Тригексафлексагон.

Тетрагексафлексагон.

Пентагексафлексагон.

Гексагексафлексагон.

Гептагексафлексагон.

Гексафлексагон: "гекса" - из-за их шестиугольной формы (От греческого "гекс", что означает шесть.)

Тригексафлексагон: «три» - число поверхностей, «гекса» - число углов.

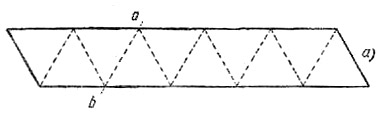
Гексагексафлексагон: «гекса» - число поверхностей и углов (шесть поверхностей и шесть углов)

**Изготовление флексагона**

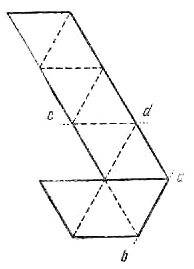
**Тригексафлексагоны**

Понадобятся: лист бумаги, карандаш, линейка и клей для бумаги. Вот и все, что нужно для того, чтобы собрать свой первый флексагон.

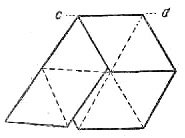
Для начала нужно вырезать длинную полоску. Её расчерчиваем треугольниками, как на схеме а)



Затем намечаем линии сгибов, чтобы бумажка легче сгибалась. И сворачиваем эту бумажную полоску.

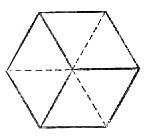


В итоге получится шестиугольник с одним торчащим треугольником



Этот хвостик-треугольник смазываем клеем и приклеиваем.

Получился тот самый первый флексагон, с которого все и начиналось когда-то. Он называется тригексафлексагоном.



Взяв этот шестиугольник за два смежных треугольника, Стоун подогнул противоположный угол вниз так, что его вершина совпала с центром фигуры. При этом Стоун обратил внимание на то, что, когда шестиугольник раскрывался словно бутон, видимой становилась совсем другая поверхность. Если бы обе стороны исходного шестиугольника были разного цвета, то после перегибания видимая поверхность изменила бы свою окраску. Так был открыт самый первый флексагон с тремя поверхностями. Поразмыслив над ним ночь, Стоун наутро убедился в правильности своих чисто умозрительных заключений: оказалось, можно построить и более сложный шестиугольник с шестью поверхностями вместо трех. При этом Стоуну удалось найти настолько интересную конфигурацию, что он решил показать свои бумажные модели друзьям по университету.

**Гексагексафлексагоны**

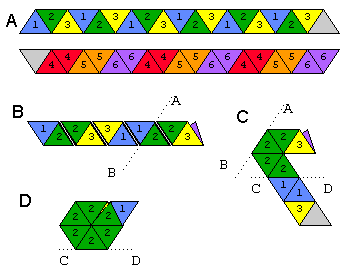
Другая модель Стоуна получила название гексагексафлексагона (первое “гекса” - шесть – означает число поверхностей этой модели).

От греческого “гекс”, что означает шесть, to flex (англ.) – складываться, сгибаться, гнуться.

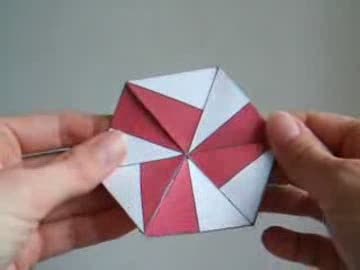
Чтобы сложить гексагексафлексагон, берут полоску бумаги (великолепным материалом для изготовления гексагексафлексагонов может служить лента для кассовых аппаратов), разделенную на 19 равносторонних треугольников. В треугольники с одной стороны нужно вписать в указанном на рис. порядке цифры 1, 2, 3.

Девятнадцатый (последний) треугольник остается незаполненным.

Треугольники на обратной стороне следует в соответствии со схемой пронумеровать цифрами 4, 5, 6. После этого полоску складывают так, чтобы треугольники на ее обратной стороне, имеющие одинаковые цифры, оказались наложенными друг на друга — 4 на 4, 5 на 5, 6 на 6. В результате у нас получится заготовка гексагексафлексагона. Перегнув ее по линиям АВ и СD, получим шестиугольник. Остается лишь подвернуть вниз торчащий вправо пустой треугольник и приклеить его к пустому треугольнику на нижней стороне полоски. Проделать все эти операции намного легче, чем описать.



Теперь, если раскрасить все три поверхности разными цветами, вывернуть этот неровный кружок будет в разы интереснее. И можете узоры какие-нибудь нанести. Или рожицы нарисовать.



**Применение флексагонов в жизни человека:**

Флексагоны- это очень полезная и интересная игрушка. Флексагон можно использовать для развития ребёнка, а точнее на флексагоне можно нарисовать маленький мультик который будет развлекать или раскрасить все стороны разными цветами, что поможет развиваться. А в минуты стресса расслабиться.

**Флексагоны как средство математического моделирования**

Флексагоны как средство математического моделирования имеют следующие отличительные черты:

1)  *Экономичность:* для изготовления флексагонов нужны бумага, клей, ножницы и эталоны форм.

2)  *Доступность:* при минимальной помощи взрослого ребенок не только находит скрытые поверхности флексагона, но и моделирует флексагоны по готовой развертке.

3)  *Развитие:* флексагоны способствуют развитию мелкой моторики, пространственного воображения, памяти, внимания, терпения; при специально продуманной раскраске активизируют формирование различных представлений.

**Теоретические и практические наработки изготовления флексагона**

|  |
| --- |
| Открытка - флексагон.  **Открытка к праздникам:** Интересная открытка перевертыш с поздравлениями. Волшебная открытка своими руками. С каждым разворотом этой открытки открываются новые картинки, а разворотов здесь - целых четыре.  **Для изготовления понадобятся:** Белая плотная бумага или тонкий картон. Эта открытка выполнена из бумаги для визиток. Если у бумаги есть лицевая и изнаночная сторона - внимательно следите за схемой сгибов и сборки. Цветная бумага для аппликации. |

|  |
| --- |
|  |

**Способ изготовления открытки**:

Нарисуйте на изнаночной стороне листа большой прямоугольник 280 х 140 мм. Разделите его на прямоугольники, но пока не разрезайте. Прочертите линии сгиба и пройдитесь по ним краем ножниц, чтобы сгибы были ровнее.

Теперь вырежьте прямоугольники и согните, по готовым линиям сгиба. Разверните.

Возьмите два прямоугольника и лицевой стороной положите на стол в плотную друг к другу. Линия соприкосновения - по вертикали.

Наклейте по уголкам получившегося квадрата двухсторонний скотч, размером примерно 30 х 30 мм, или склейте клеем.

Приготовьте рядом другой квадрат из сдвоенных прямоугольников. Он должен быть лицевой стороной вверх и линия соединения прямоугольников у него по горизонтали.

Аккуратно по очереди приклеивайте прямоугольники верхнего квадрата к нижнему квадрату.

Покрутите открытку в руках и если где-то заедает - срежьте лишнее. Особо срезкой не увлекайтесь, а то получатся щели в некоторых позициях.

Основа для открытки перевёртыша готова.

Теперь можно заняться аппликацией. Клеим все, что хотим, соблюдая простое условие - на линии сгиба ничего не клеить.  
В этой открытке мы использовали пасхальную тему. Также мы со своим классом выполнили открытки к празднику 9 МАЯ.

***Советы по изготовлению открытки перевертыша***

Прежде чем приступать к изготовлению открытки перевёртыша, полезно несколько раз перегнуть в обе стороны его развертку по всем линиям сгиба. Это намного облегчает последующие манипуляции с открыткой.

Для более долговечных моделей, нужно вырезать треугольники из картона или металла и соединить их липкой лентой или же наклеить на длинную полоску ткани.

В заключение все необходимые правила для сборки и изгибания были собраны вместе и оформлены, как «Рекомендации по изготовлению открытки»

**Анкетирование:**

***учащихся 7 «б» класса МАОУ Аромашевская СОШ***

***Всего в анкетировании приняли участие 23 человека.***

***Вопрос 1. Любите ли вы уроки математики?***

***«ДА» –50%***

***«НЕТ» - 50%***

***Вопрос 2. Интересна ли вам занимательная математика?***

***«ДА» - 75%***

***«НЕТ» - 25%***

***Вопрос 3. В начальной школе на уроках математики учитель предлагал вам задания из занимательной математики?***

***«ДА» - 60%***

***«НЕТ» - 10%***

***«НЕ ПОМНЮ» - 30%***

***Вопрос 4. Хотели бы вы продолжить решать занимательные задачи?***

***«ДА» - 84%***

***«НЕТ» - 16%***

***Вопрос 5. Хотели бы что-нибудь узнать о геометрических игрушках?***

***«ДА» - 93%***

***«НЕТ» - 7%***

Анализ анкет

Результаты анкетирования доказывают, что наша исследовательская работа «Геометрические игрушки: флексагоны и флексоры» будет интересна школьникам.

Применение флексагонов и флексоров

В ходе выполнения проекта было ясно, что флексагоны и флексоры представляют собой занимательные головоломки и необычные игрушки. Но где ещё встречаются эти модели?

Оказалось, что флексагоныи флексоры могут быть основой творчества. Например, известно, что когда изобретатель флексагонов Артур Х. Стоун и его друзья создали и исследовали игрушку, они попутно придумали историю об одном джентльмене, у которого в флексагон попал кончик галстука. Порвать, любовно сделанную игрушку было жаль, и он продолжал играть, напрасно надеясь, что при очередном перегибании удастся освободиться. Эта сочиненная история легла в сюжет любительского фильма «Осторожно, математика!».

Изучив флексагоны и флексоры, мы смогли убедиться, что их можно использовать не только как интересные геометрические головоломки, но и найти им много других применений :

Если каждый треугольник гексафлексагона раскрасить в свой цвет, то можно применять его для изучения цветов у детей дошкольного возраста. На каждом треугольнике можно поместить не только цвета, но и геометрические фигуры, рисунки животных, деревьев, цветов и др. На одном тригексафлексагоне разместятся 18 предметов одного вида, а на гексагексафлексагоне – 36. Таким образом, флексагон станет для ребенка не только забавной игрушкой, которую можно выворачивать, но и наглядным обучающим материалом.

Флексагоны и флексоры можно применять на уроках математики, если на их сторонах написать числа и знаки «+», «-»,«?», «:». Выворачивая флексагон, можно числа складывать, вычитать, умножать и делить. Правда, при вычитании может получиться отрицательное число, а при делении – не всегда получится целое.

Необычно применение флексагона в качестве шпаргалки. Написав на его сторонах формулы или правила, можно вывернуть флексагон обычными раскрашенными сторонами наружу. Такой полезный флексагон вешается на шею, как кулон, а в нужный момент разворачивается. Есть только опасность, что до нужной подсказки придется очень долго добираться, ведь известно, что 1, 2 и 3 стороны открываются в три раза чаще, чем 4, 5 и 6.

Флексор можно использовать в качестве фоторамки. На все треугольники приклеиваются фотографии (например, учеников класса). Такой фоторамке не требуется специальная подставка.

Флексагоны и флексоры можно подарить друзьям в качестве сувенира или во время проведения праздника научить их делать эти геометрические игрушки.

Флексоры и простейшие флексагоны, раскрашенные в разные цвета или сделанные из фольги, можно использовать в качестве елочных украшений или обычного оформления праздника.

**Заключение**

Моя работа посвящена изучению свойств гнущихся многогранников, называемых флексагонами и флексорами, истории их возникновения и применению в обычной жизни.

Прочитав специальную литературу, изучив природу флексагонов и флексоров, изготовив их, можно сделать вывод: в их основе лежит чистая геометрия. Нельзя флексагоны и флексоры воспринимать как обычное оригами. Это выходит далеко за рамки привычного нам «бумаголомания» и является геометрией. Этим вопросом занимались несколько известных математиков, поэтому флексагоны и флексоры – это, с одной стороны, занимательная математика, а с другой, доказательство того, что существуют многогранники, обладающие способностью изгибаться и ломаться.

Мне было интересно заниматься этой работой, потому что, научившись практически изготавливать флексагоны и флексоры, я через геометрию занимательную погрузился в мир геометрии научной. Я познакомился с трудами известных математиков, изучил свойства треугольника и шестигранника, методику построения равностороннего треугольника и тетраэдра, изучил вопрос жесткости многогранников.

В работе изучен интерес к данной теме путем анкетирования четвероклассников, даны несколько советов практического применения флексагонов и флексоров, разработана брошюра «Практическое пособие по изготовлению флексагонов и флексоров». Моя работа предназначена тем, кто любит необычную и занимательную математику. Также работа может быть использована на уроках математики при изучении свойств треугольников, шестиугольников, тетраэдров.

«Несведущим в геометрии вход воспрещен», - гласила надпись над входом в помещение, где учил Платон. Для нашей работы эту надпись можно перефразировать: «Несведущим в геометрии вход разрешен».

**Библиографический список:**

Болл У., Коксетер Г. Математические эссе и развлечения. - М.: Мир, 1986, С. 471.

ВИКИПЕДИЯ. - URL:http://ru.wikipedia.org/wiki/Флексагон. Дата обращения: 1.11.2011.

ГарднерМ. Математические головоломки и развлечения. - М.: Мир, 1971, С. 235.

Дженкинс Д., Биар М. Математические головоломки. - М.: Центрполиграф, 2000, С. 32.

Долбинин Н. Жесткость выпуклых многогранников.// Квант. 1988. №5. С. 6 - 14.

Залгаллер В.Непрерывно изгибаемый многогранник. // Квант. 1978. № 9. С. 13 - 19.

Панов А. А. Флексагоны, флексоры, флексманы. //Квант. 1989. №1. С.10 -14.

Репина Г. Флексагоны как средство математического развития дошкольников. //Дошкольная педагогика. 2008. №3. С. 22-26.

Шарыгин И.Ф., Ерганжиева Л.Н. Наглядная геометрия. Учебное пособие для 5-6 классов.- М.: Мирос, 1995, С. 240.

Энциклопедия знаний. - URL: http://www.pandia.ru/96559/.