Проектирование фигурок оригами.

Большинство поклонников оригами начинают придумывать свои работы спустя некоторое время. Сначала нужно сложить не один десяток работ начиная от простых, заканчивая более сложными работами. В процессе складывания накапливаются определенные навыки, запоминаются стандартные приемы, начинает развиваться чувство предугадывания следующего шага. Если вы всерьез хотите заняться проектированием собственных работ, есть смысл завести специальную тетрадь и зарисовывать части схем и движений, которые в дальнейшем могут вам пригодиться. У каждого автора есть свои хитрости и наработки.

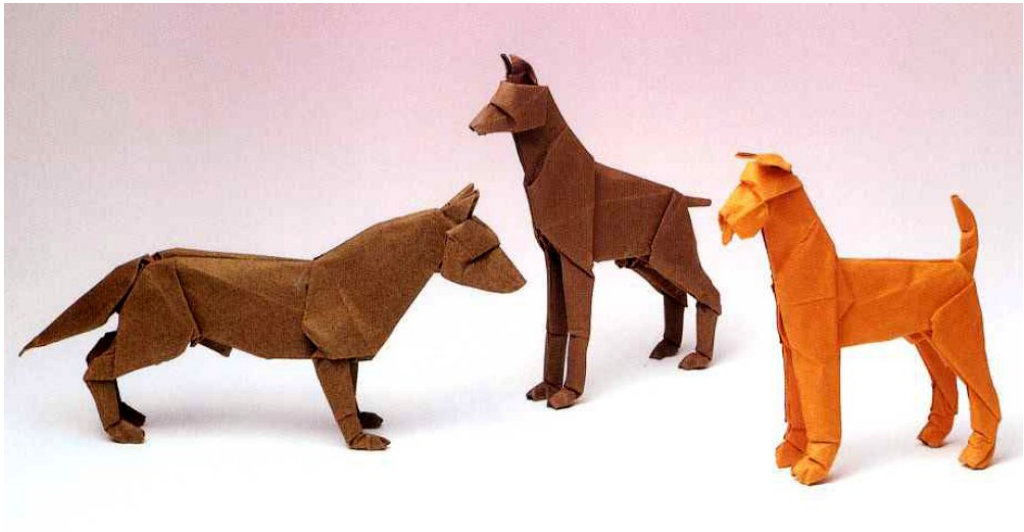
Новый этап в развитии оригами начался после второй мировой войны и связан с именем знаменитого японского мастера Акира Йошизава.

Акира Йошизава родился в 1911г. 14 марта в префектуре Точиги провинции Канто в многодетной семье. С оригами Акира впервые столкнулся в три года, когда соседка сложила ему бумажную лодочку. Акира попытался сделать такую же самостоятельно. Несмотря на свой юный возраст, это ему удалось!

В 22 года (в 1933г.) Акира Йошизава устроился на машиностроительную фабрику, где помимо основной работы изучал начертательную геометрию под руководством своего прораба. Вскоре его успехи на этом поприще становятся настолько значительными, что Акире поручают учить новичков читать чертежи. При этом он активно использует оригами, объясняя с помощью складывания азы геометрических понятий.

Акира сделал оригами авторским, придумав сотни оригинальных фигурок. Именно он изобрел единую универсальную систему знаков, с помощью которых можно записать схему складывания любой фигурки.

Акира Йошизава и его фигурки оригами



Линии

линия сгиба «долина» (на себя)

линия сгиба «гора» (от себя)

линия после перегиба

невидимая или воображаемая линия

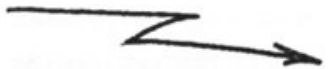
Стрелки

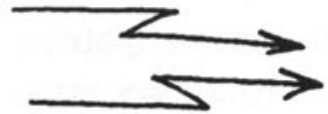
Согнуть на себя - сделать складку «долина»

Согнуть от себя - сделать складку «гора»

Перегнуть на себя - согнуть и разогнуть, сделав складку «долину»

Перегнуть от себя - согнуть и разогнуть, сделав складку «гору»


Складка-молния - сочетание складок «долиной» и «горой»


Двойная складка-молния - сочетание складок «долиной» и «горой», которые выполняются с двумя слоями бумаги

Тащить, тянуть

Раскрыть (обычно «карман»)

Повернуть (в одной плоскости)

Перевернуть на другую сторону

Завернуть (сделать подряд несколько линий «долин»)

Сделать подряд несколько складок-молний

Знаки

Повторить действие (обычно сзади или на соседней стороне)

Нажать, надавить, вогнуть

Держать здесь

Точка, отмечающая угол, край, линию или пересечение линий

Прямой угол

Равные углы

Следующая картинка - вид отсюда

Увеличение изображения

Равные части или стороны

Основные знаки и символы для записи схем

Теперь любая работа могла быть зарисована с помощью специальных знаков и ее мог повторить любой желающий. Стало возможным написание книг с описанием процесса сборки моделей. Благодаря этим знакам оригами стало распространяться по всему миру, увлекая все больше и больше людей.

Акира положил начало духу соревнования и открыл для многих дорогу к творчеству. Увидев его работы многие захотели придумать что-то свое, так стали появляться новые фигурки, стали изучаться теоретические аспекты создания новых форм.

Общие принципы поиска новых форм и фигурок можно разбить на основные методы проектирования:

1. Складывание случайным образом, пытаясь найти в полученной фигурке узнаваемый образ.
2. Изменение традиционных фигурок или фигурок других авторов, добавление к ним новых элементов или их трансформация.
3. Создание фигурки на основе базовых форм.
4. Создание фигурки на основе модифицированных базовых форм.
5. Создание фигурки на основе собственной базовой формы.
6. Проектирование с применением современных методик (Круговое проектирование, 22.5, боксплитинг, применение компьютерных программ).

Рассмотрим подробно эти методы проектирования:

1. Складывание случайным образом.

Много работ было получено случайно. Например, нам захотелось придумать красивый цветок. Складывая бумагу, мы постоянно обращаем внимание на то, что получается у нас в текущий момент, чтобы продолжить складывать, и вдруг замечаем, что в полученной заготовке отчетливо проявляются очертания какого-то животного. В этот момент мы должны забыть о цветке и полностью переключиться на образ этого животного, пытаясь довести работу до конца.

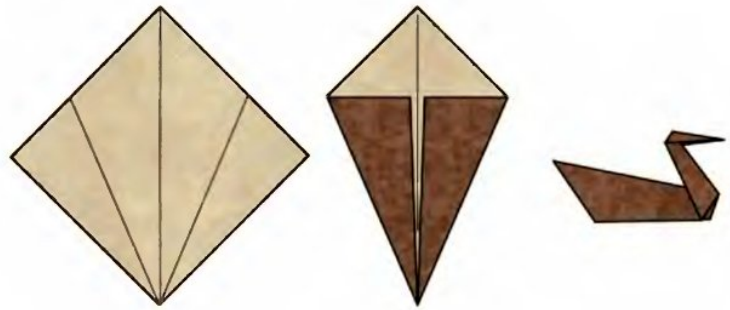
2. Изменение традиционных фигурок.

В 1950-1960ых годах прошлого века многие фигурки выглядели условно. Например, жираф стоял на трех ногах. У квадрата четыре угла и достаточно из одного угла сделать голову, из двух других передние ноги, а для задних ног оставался всего один угол, получался «хромой жираф». Естественно, что у многих любителей оригами появилось желание внести в фигурки больше реализма, так чтобы жираф стоял на всех четырех ногах!

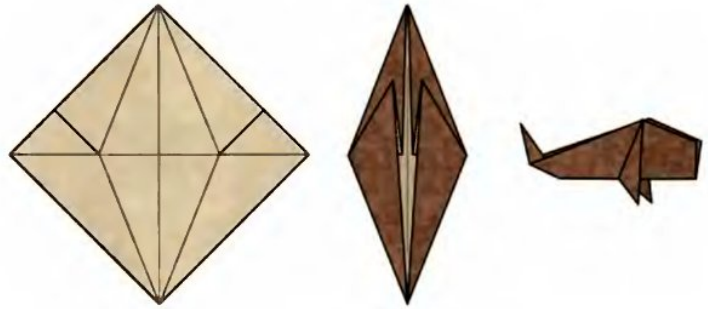
3. Создание фигурки на основе базовых форм.

Раньше техника и приемы работы с бумагой передавались непосредственно от человека к человеку. Традиционные японские фигурки были условны, просты и схематичны. Как правило, начальные сгибы были однотипны. Первые несколько сгибов формировали так называемую базовую форму. Постепенно сложилась традиционные базовые формы «Журавлик», «Лягушка» и т.п. Классические базовые формы оригами названы по имени самой известной модели, которые могут быть свернуты из них, это например Воздушный змей, Рыба, Птица и Лягушка.

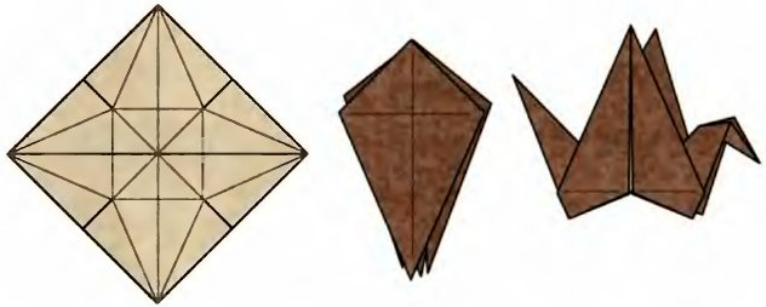
На рисунке мы видим паттерны этих базовых форм. Паттерн это сетка линий образованных в результате сложения фигурки.



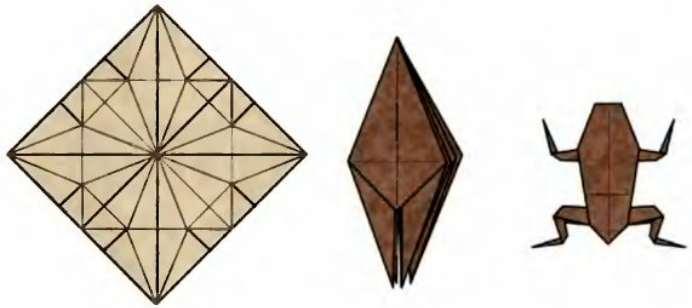
Базовая форма «Воздушный змей»



Базовая форма «Рыба»



Базовая форма «Птица»



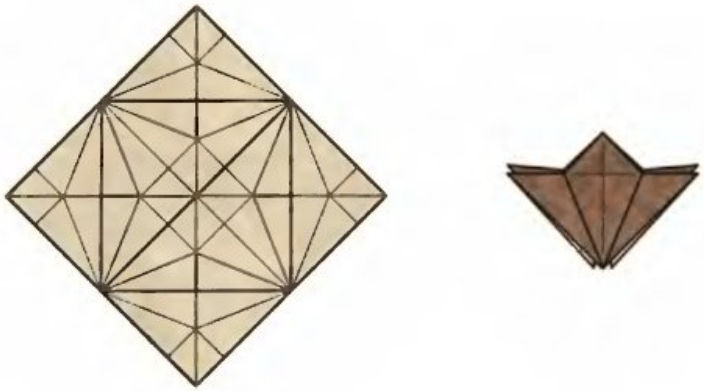
Базовая форма «Лягушка»

4. Создание фигурки на основе модифицированных базовых форм.

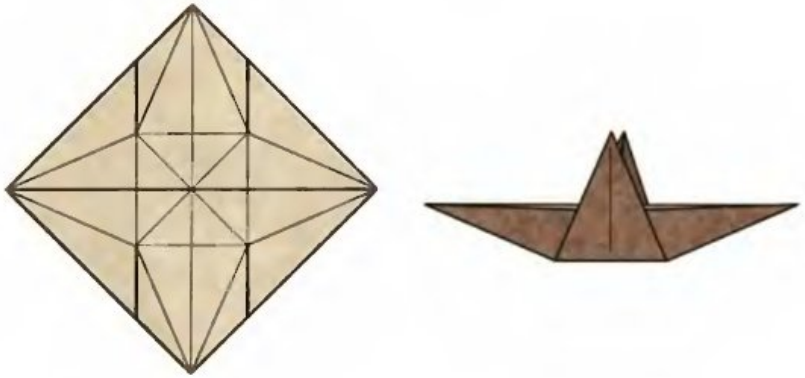
Как правило, все традиционные базовые формы имеют симметричную структуру. Полученные из них фигурки тоже будут симметричны. Для изменений пропорций фигурки необходима трансформация или модификация базовой формы, из которой она получена. Многие современные работы созданы путем наложения базовых форм, их сочетания и совместного расположения нескольких базовых форм на одном листе. Базовых форм много, но для трансформации используются в основном только четыре - это Воздушный змей, Рыба, Птица и Лягушка.

Классическим примером модификации базовой формы является так называемое «мысленное разрезание» по линии симметрии, с добавлением в месте разреза части бумаги, так, чтобы полученная таким образом заготовка приняла правильную форму, в нашем случае форму квадрата. Применяя такую методику мы можем получить, например жирафа.

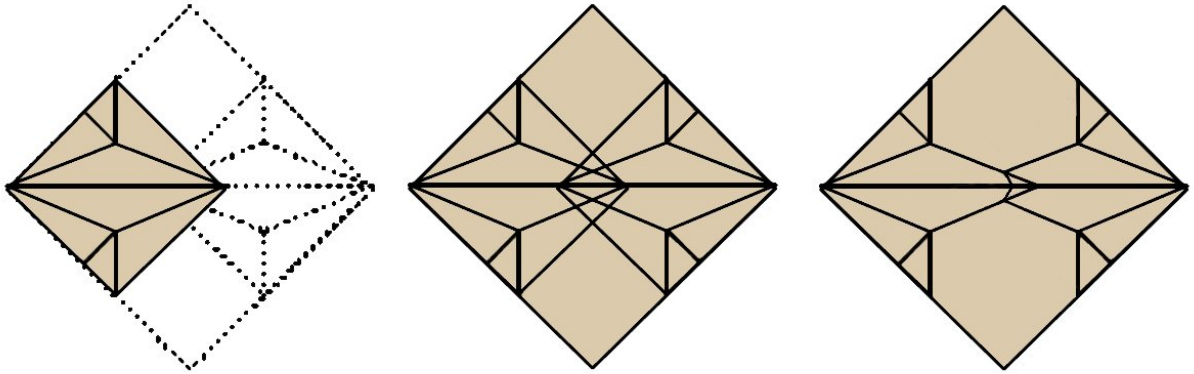
Рассмотрим еще один пример модификации базовой формы. Возможно ли совместить две полноценные законченные фигурки в одну? Да, возможно, но для чего? Это действие позволяет создать еще более реалистичную работу, чем она была до скрещивания. Например, у нас есть дракон, у которого голова проработана очень условно и отдельно реалистичная голова, содержащая множество деталей. Если расположить голову на линии симметрии и при этом подобрать для нее соответствующий масштаб, добавив прямоугольные сегменты, которые вместе бы образовывали правильную форму, квадрат, мы получим дракона с полноценной головой.



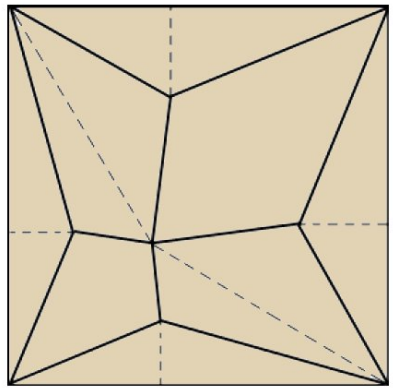
Блинчиковая база «Птицы»



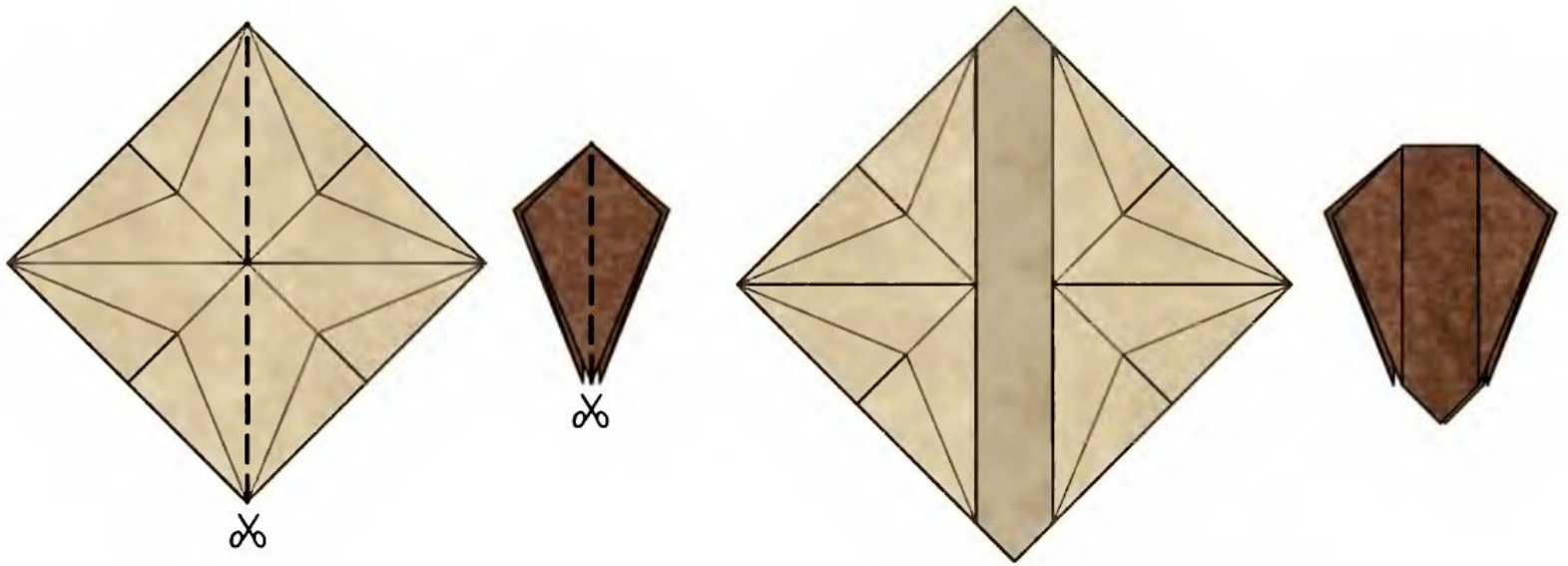
Растянутая база «Птицы»

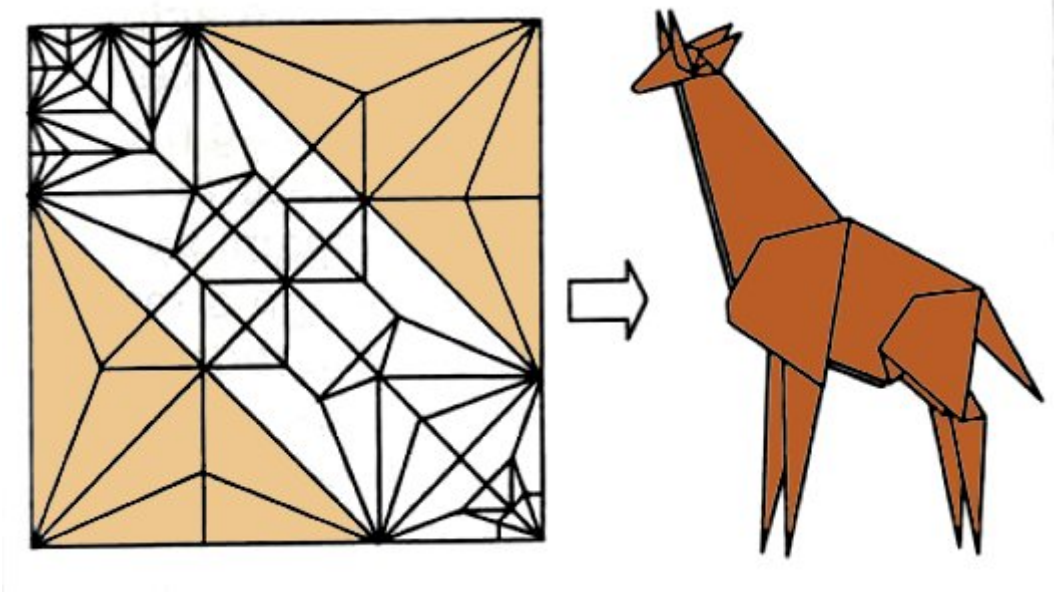


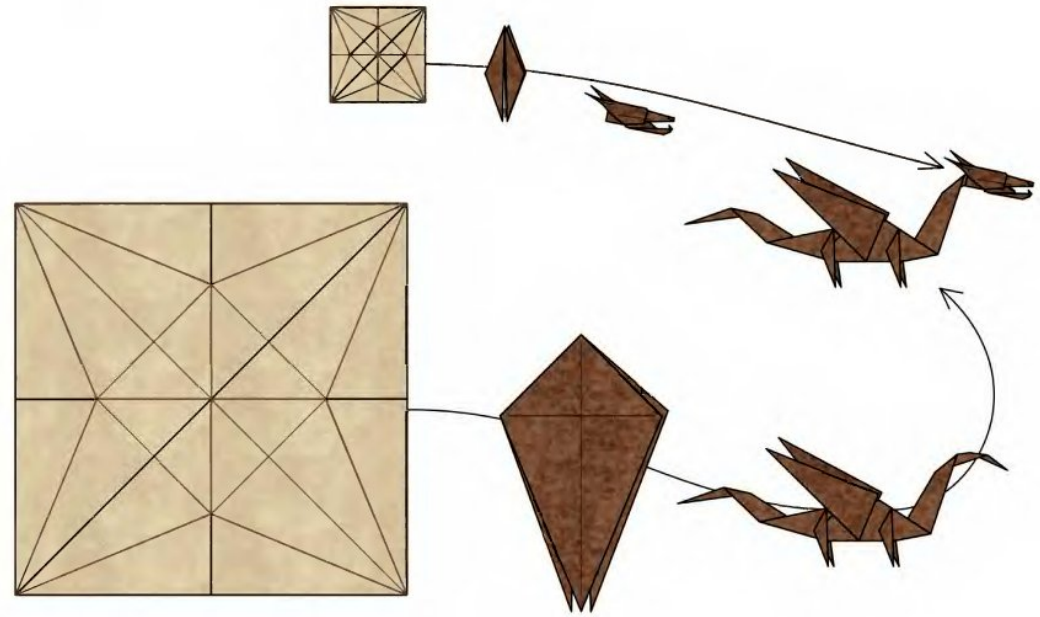
Наложение двух базовых форм «Рыба»

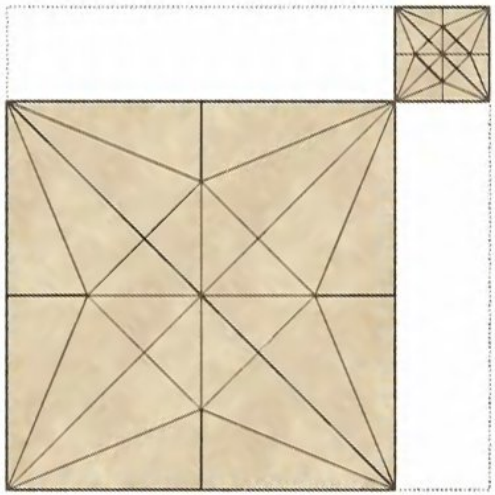


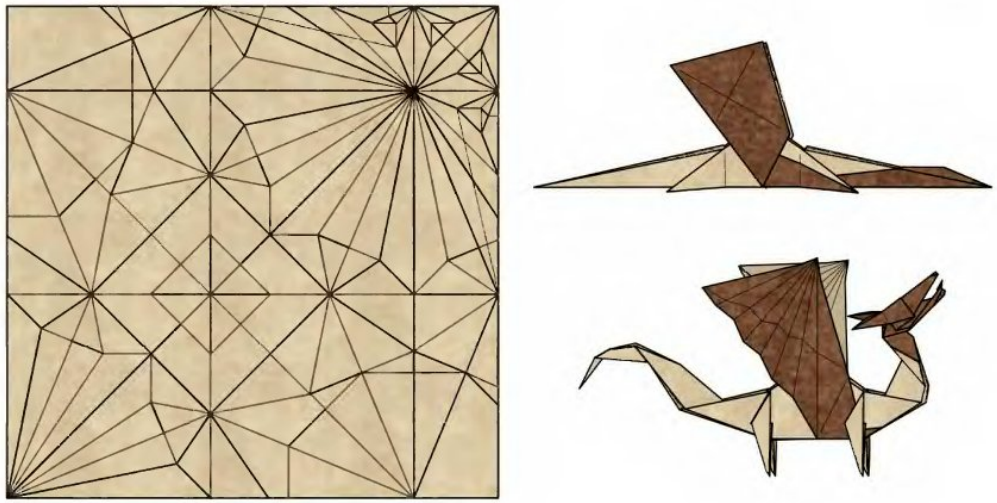
Модифицированная
база «Птицы»











Голова дракона Кунихико Касахары + дракон Роберта Нила = дракон Касахара-Нила ☺
(KNL Dragon)

5. Создание фигурки на основе собственной базовой формы.

Со временем стали появляться мастера, которых не устраивали рамки традиционной формы оригами. Они искали новые базовые формы для выполнения своих изделий.

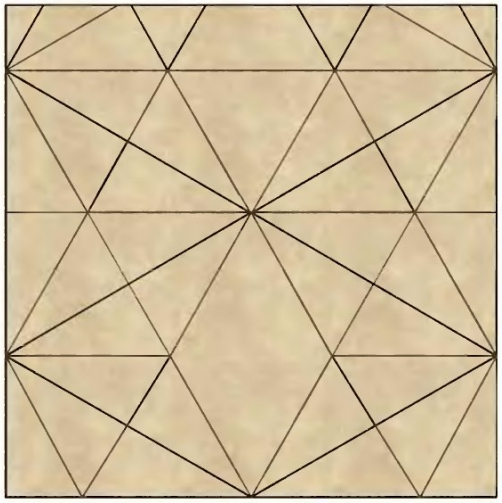
По мере увеличения количества фигурок, полученных из традиционных базовых форм, процесс их складывание становится стереотипным. Этот факт и побудил оригамистов создавать совершенно новые базовые формы, не похожие на все, что было создано до сих пор.

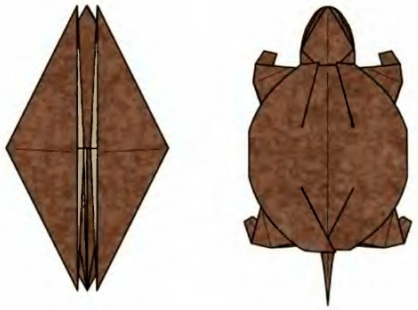
Для создания новых форм порой требуются знания высшей математики, начертательной геометрии и компьютерной графики.

Многие авторы, создав фигурку, не останавливались на достигнутом результате, а продолжали улучшать свое творение, добавляя ему еще больше реалистичности.

Роберт Лэнг, например, создав черепаху, добавил ей рельефный панцирь. Теперь она еще больше похожа на живую! Как видно, эта трансформация не столь трудна, как может показаться. Такой метод позволяет добавлять детали к созданной модели. Например, многим бумажным рыбам и драконам была добавлена чешуя.

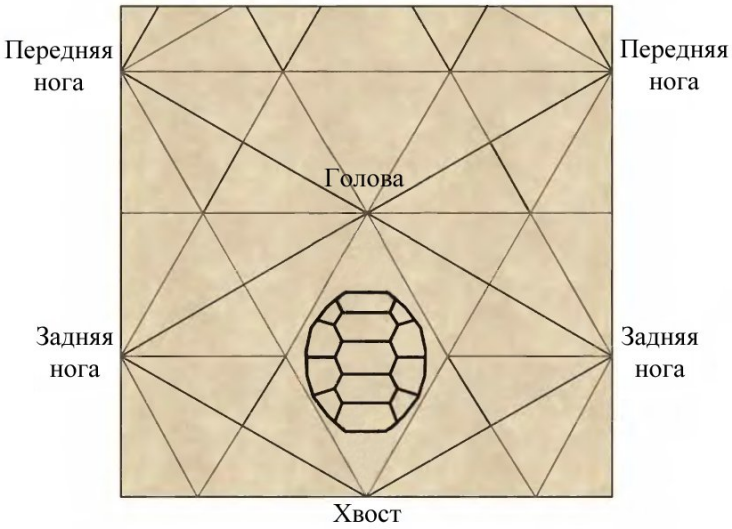
Современные модели изобилуют множеством деталей, кажущимися сложновыполнимыми, но при более внимательном рассмотрении они не слишком сложны в сборке, ну и конечно в проектировании.

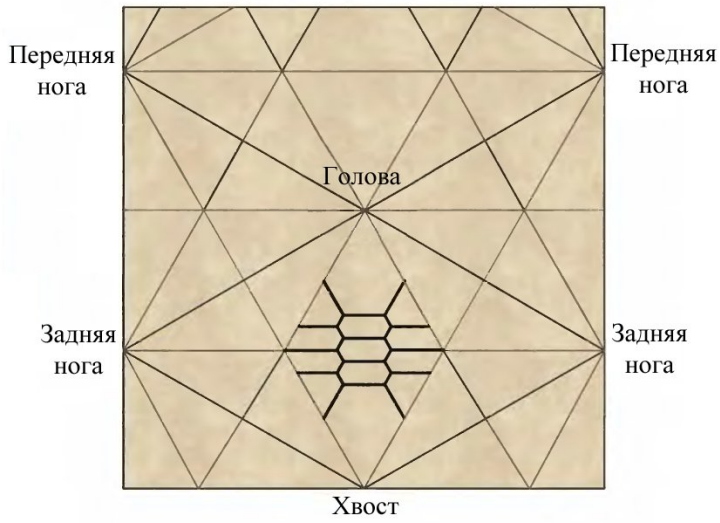




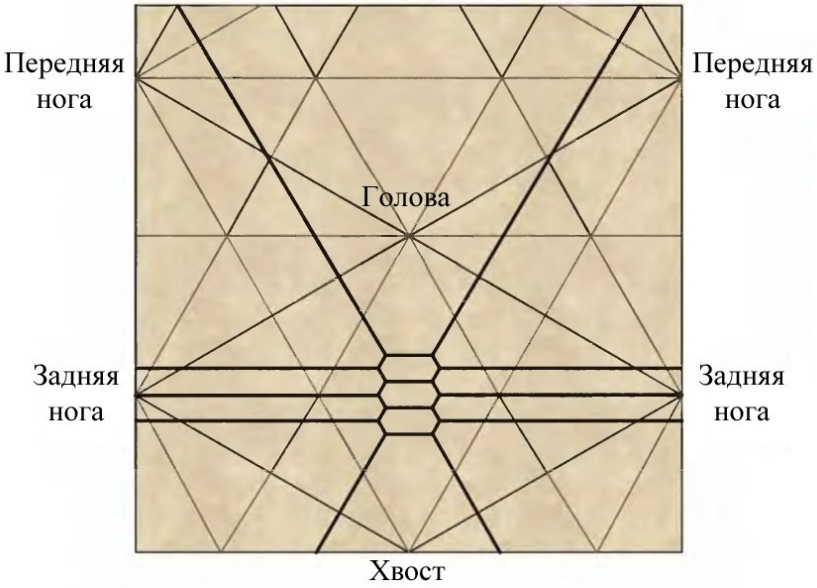
Черепаха из
новой базовой формы

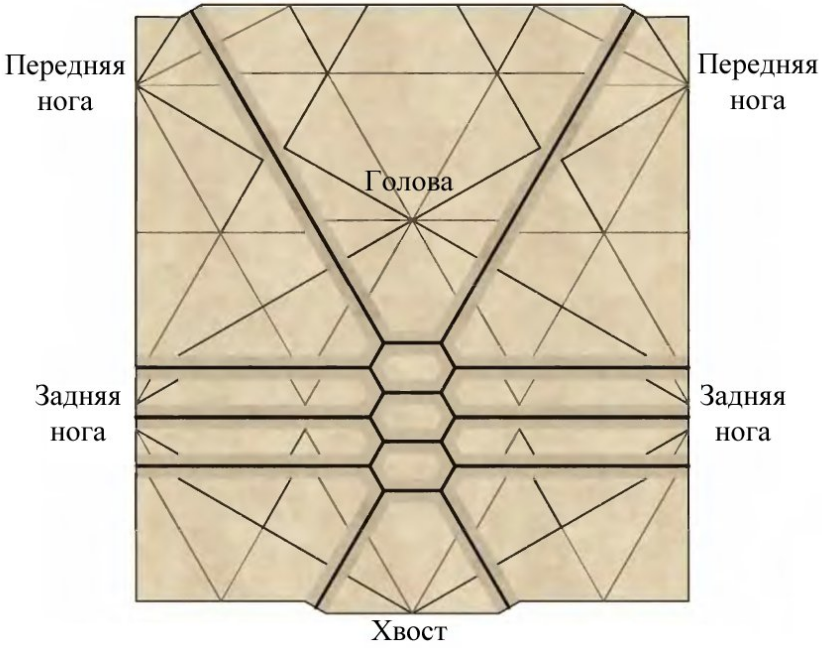
Автор: Роберт Лэнг

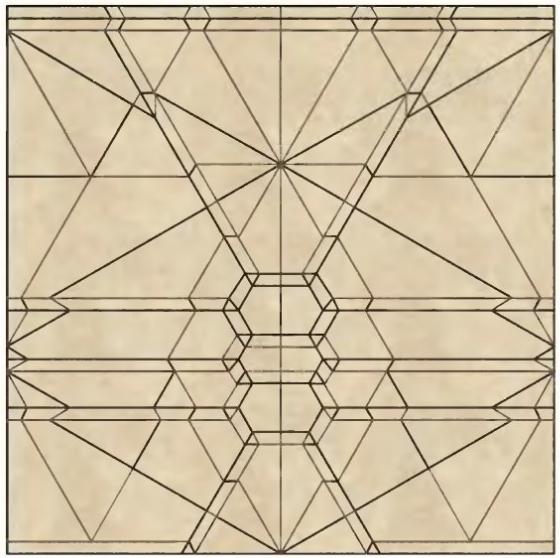


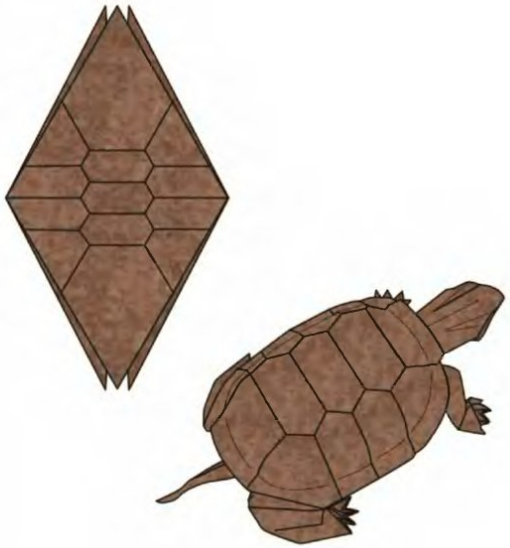


Модификация черепахи. Добавлен рельефный панцирь









Черепаха
с панцирем

Автор: Роберт Лэнг

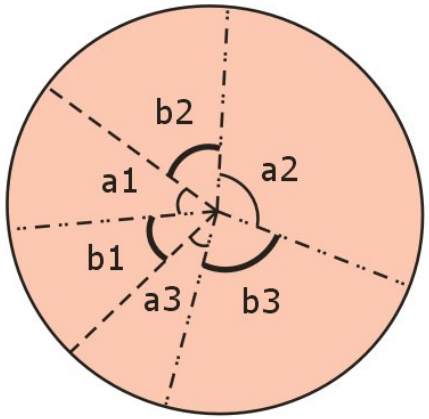
6. Проектирование с применением современных методик.

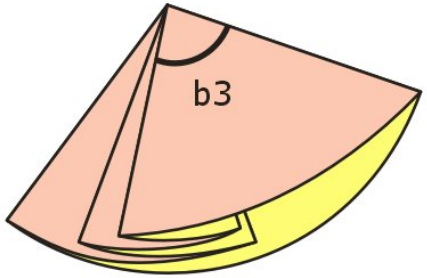
Современное оригами это классическое оригами плюс математика и геометрия. Современное оригами пропагандирует так называемое осознанное творчество. Если раньше складывая бумагу, мы не могли наверняка предугадать исход нашей работы. Многие начинания так и не приводили к желаемому результату. То сейчас процесс создания новой фигурки кардинально изменился.

Если мы развернем, например журавлика в исходный квадрат, то мы увидим на листе сетку линий, образованных в результате его сложения. Этот узор называется паттерном. Любую модель можно развернуть и увидеть паттерн. Соответственно если мы заранее по определенной методике спроектируем нужный нам паттерн и сложим по его линиям, то в результате получим фигуру, которую и хотели создать.

Для начала проектирования паттерна нам необходимы небольшие теоретические знания из области математики и геометрии.

Основные теоремы, необходимые для проектирования



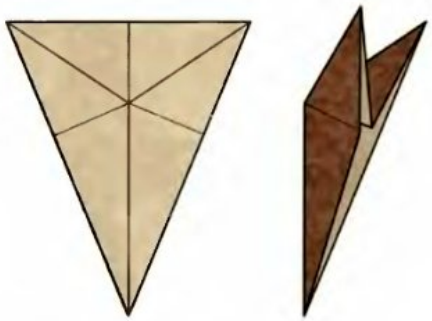


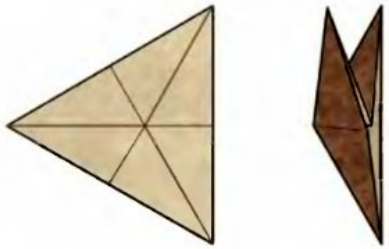
Данные теоремы действительны только для плоских форм.

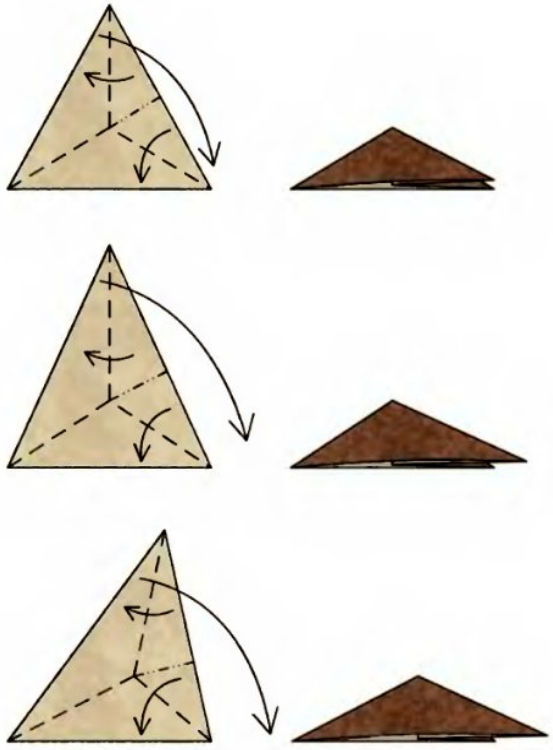
1) $a1+a2+a3=b1+b2+b3=180^0$

2) Количество гор и долин, выходящих из одной точки отличается на 2 и равняется всегда четному числу.

3) Любой треугольник, будучи сложенным по биссектрисам его углов и перпендикуляру к одной из его сторон, проходящему через пересечения этих биссектрис дает плоскую фигуру.







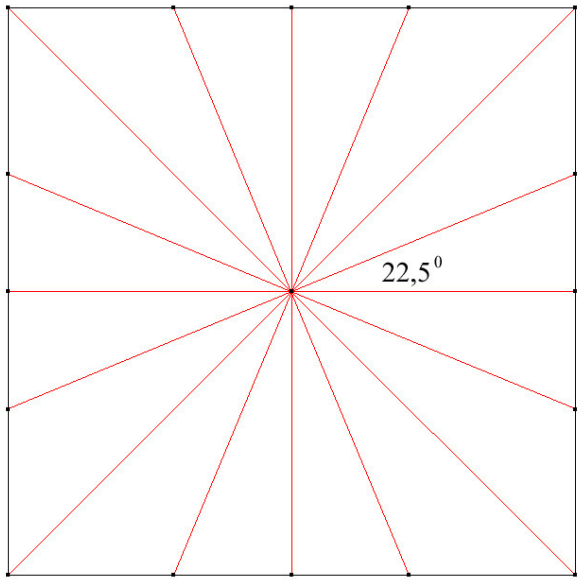
Мы можем заметить, что на практике достаточно трудно строить и вычислять значения углов, для создания паттерна. Если строить эти углы по линейке транспортиром, то неизбежны ошибки и погрешности, которые будут накапливаться и приведут к тому, что по полученному паттерну невозможно будет собрать задуманную фигурку.

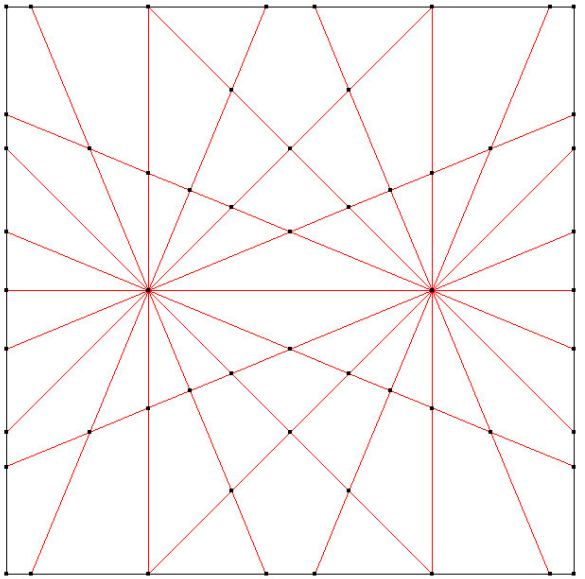
Чтобы избежать этих трудностей существуют различные методики проектирования, одна из них называется двадцать два с половиной (22,5).

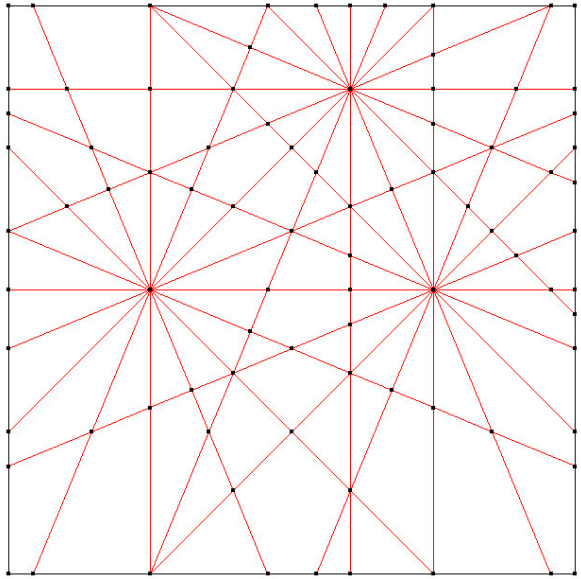
Как нетрудно догадаться, если разделить прямой угол пополам мы получим два угла по 45 градусов. А если угол в 45 градусов еще раз разделить пополам, то мы получим два угла по 22,5 градусов. Этот угол достаточно острый, для формирования ног, лапок, усиков и других частей будущей фигурки. Теперь мы можем смело отказаться от линейки и транспортира. Наша задача просто делить прямой угол на четыре части и выбирать точки пересечения полученных таким делением линий для создания новых узлов.

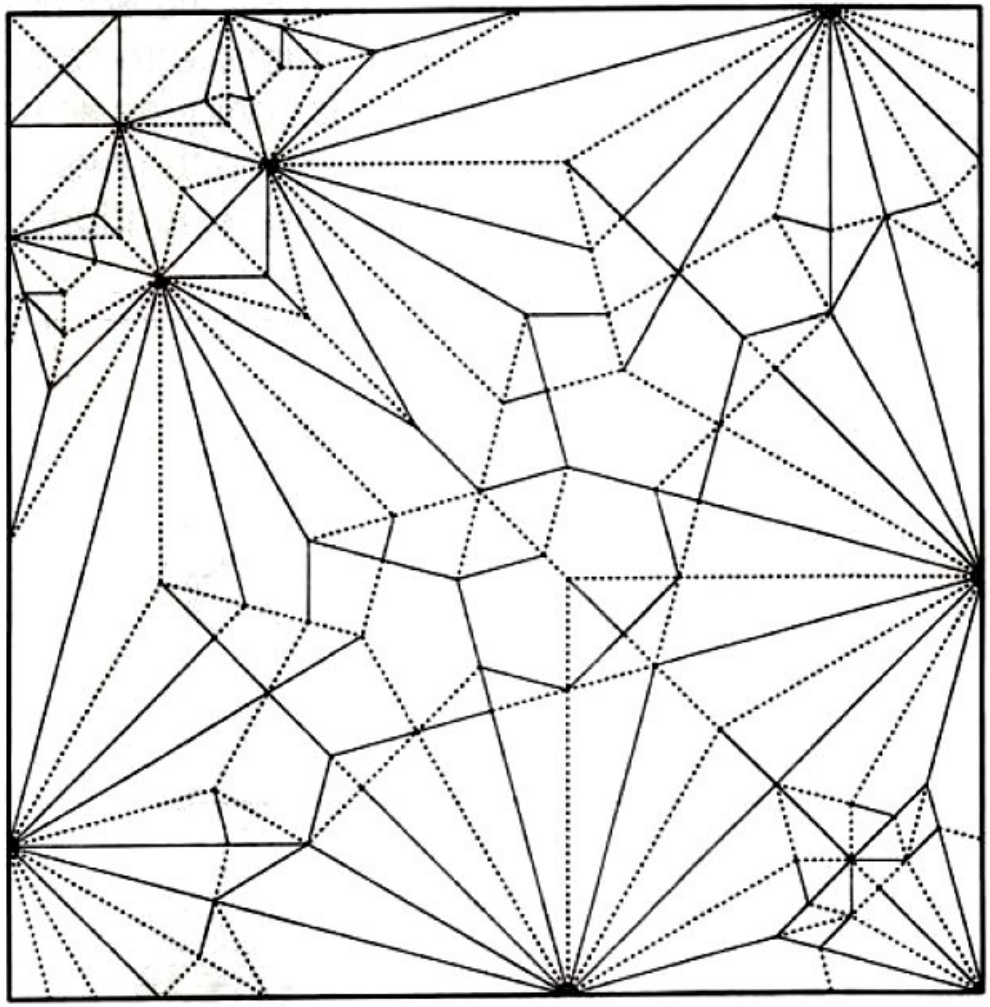
Для того чтобы еще больше подчеркнуть грациозность фигурки, например жирафа, утонченность его форм, необходимо разделить угол в 45 градусов на три. Полученный угол будет равен 15 градусам. Примером такого деления является жираф Хидео Коматсу.

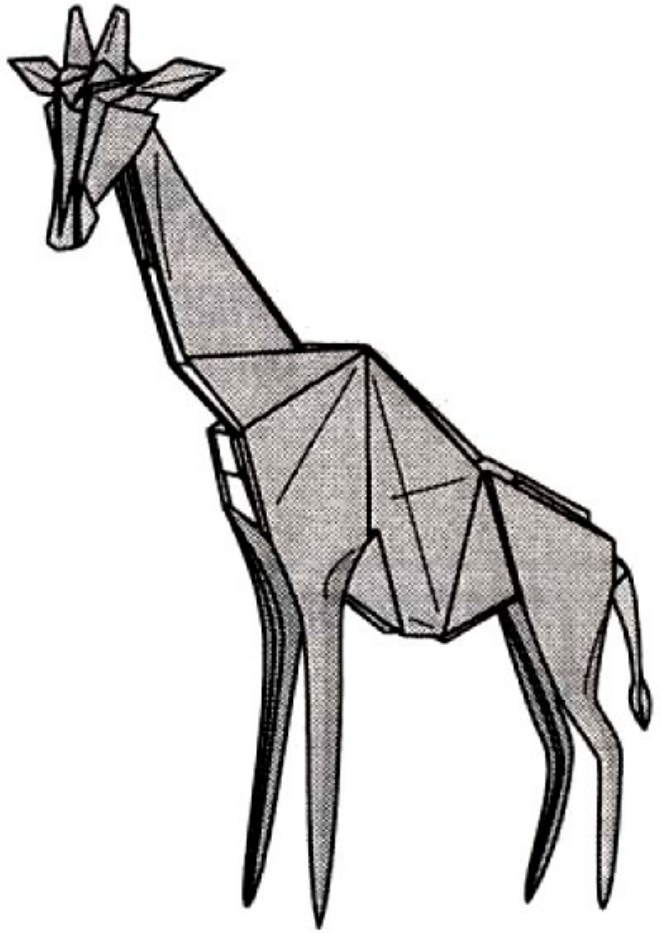
Метод проектирования 22,5











Жираф
Автор: Хидео Коматсу

Американский ученый, математик, физик и оригамист Роберт Лэнг изучая накопленный опыт работы с бумагой, пришел к выводу, что для создания требуемой формы из листа бумаги необходимо получить определенное количество выступающих частей, разной длины в нужных местах заготовки.

Полученные остроконечные сегменты называются откидными створками. Откидная створка это область модели, которую можно трансформировать независимо от других частей модели.

Для более наглядной демонстрации проектирования желаемой формы применяется так называемый граф или дерево створок.

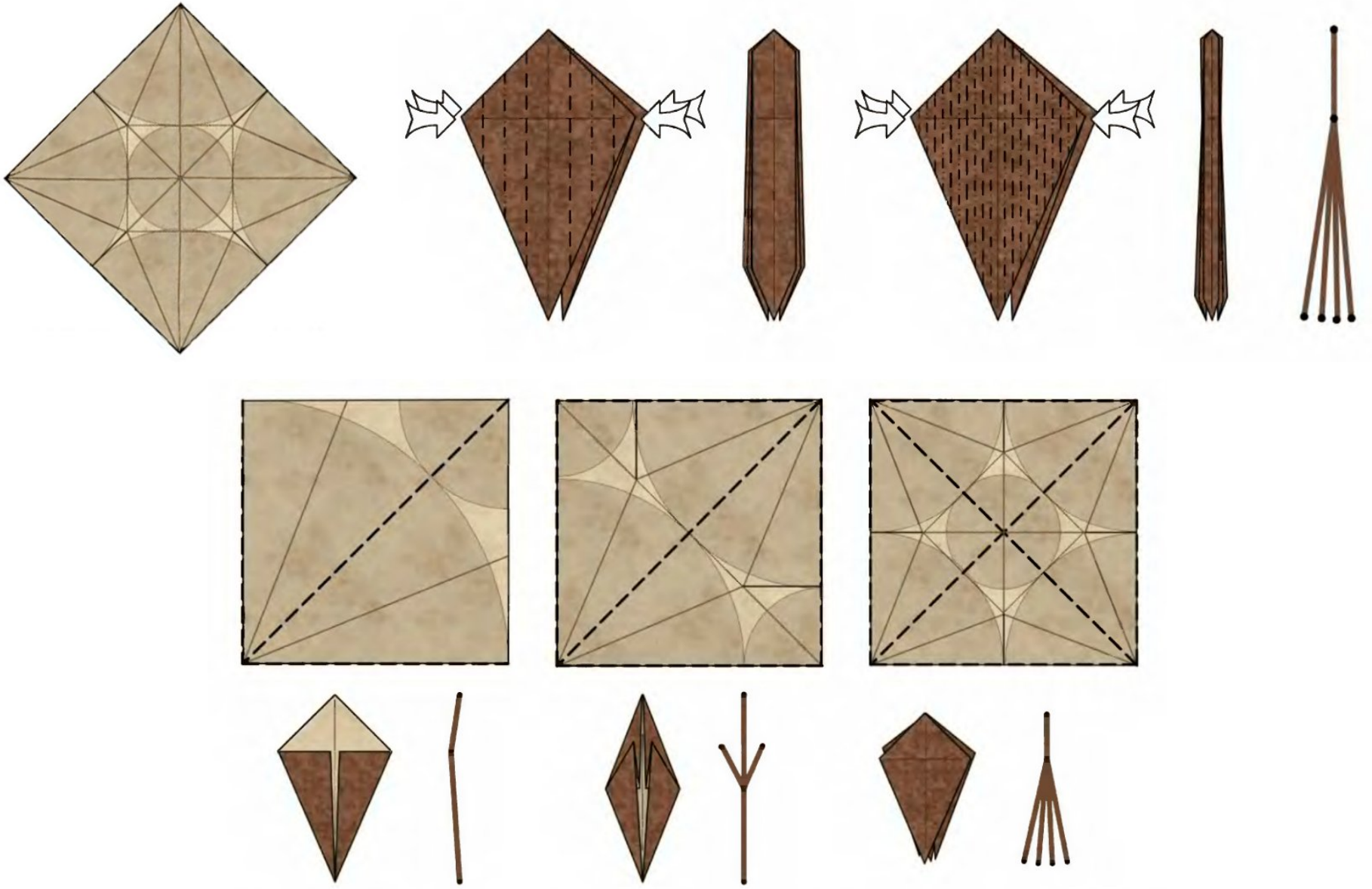
Возьмем, например базовую форму «птица» и станем путем чередования внутренних и внешних складок утончать откидные створки. Чем больше мы сделаем этих складок, тем тоньше станут наши откидные створки. Если мы возьмем очень тонкую бумагу и сделаем много этих складок, то получим в итоге граф или дерево створок. На рисунке показаны базовые формы и их дерево створок.

При проектировании задуманной фигурки нам необходимо сделать нужное количество откидных створок определенной длины.

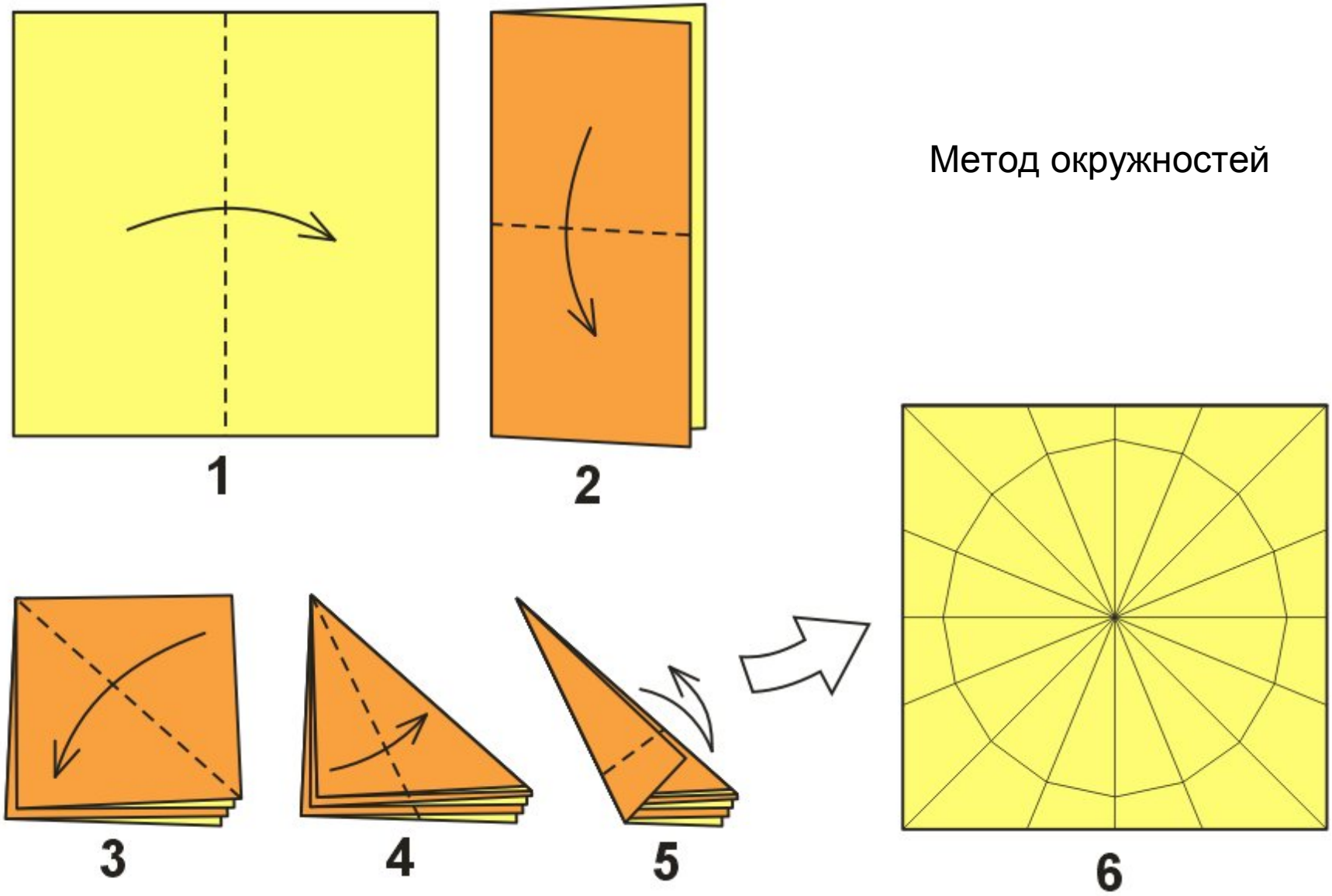
Возьмем лист бумаги и согнем его пополам, затем еще раз пополам. Теперь согнем по диагонали и еще раз по диагонали, как показано на рисунке. У нас получится остроконечный сегмент. Отложим от его кончика необходимое нам расстояние и перегнем в этом месте, наметив таким образом необходимую длину нашей откидной створки.

Теперь развернем наш лист бумаги. Мы увидим окружность. Ее радиус и будет длиной нашей откидной створки. Этот метод называется метод окружностей (circle packing).

Дерево створок. Граф.



Метод окружностей



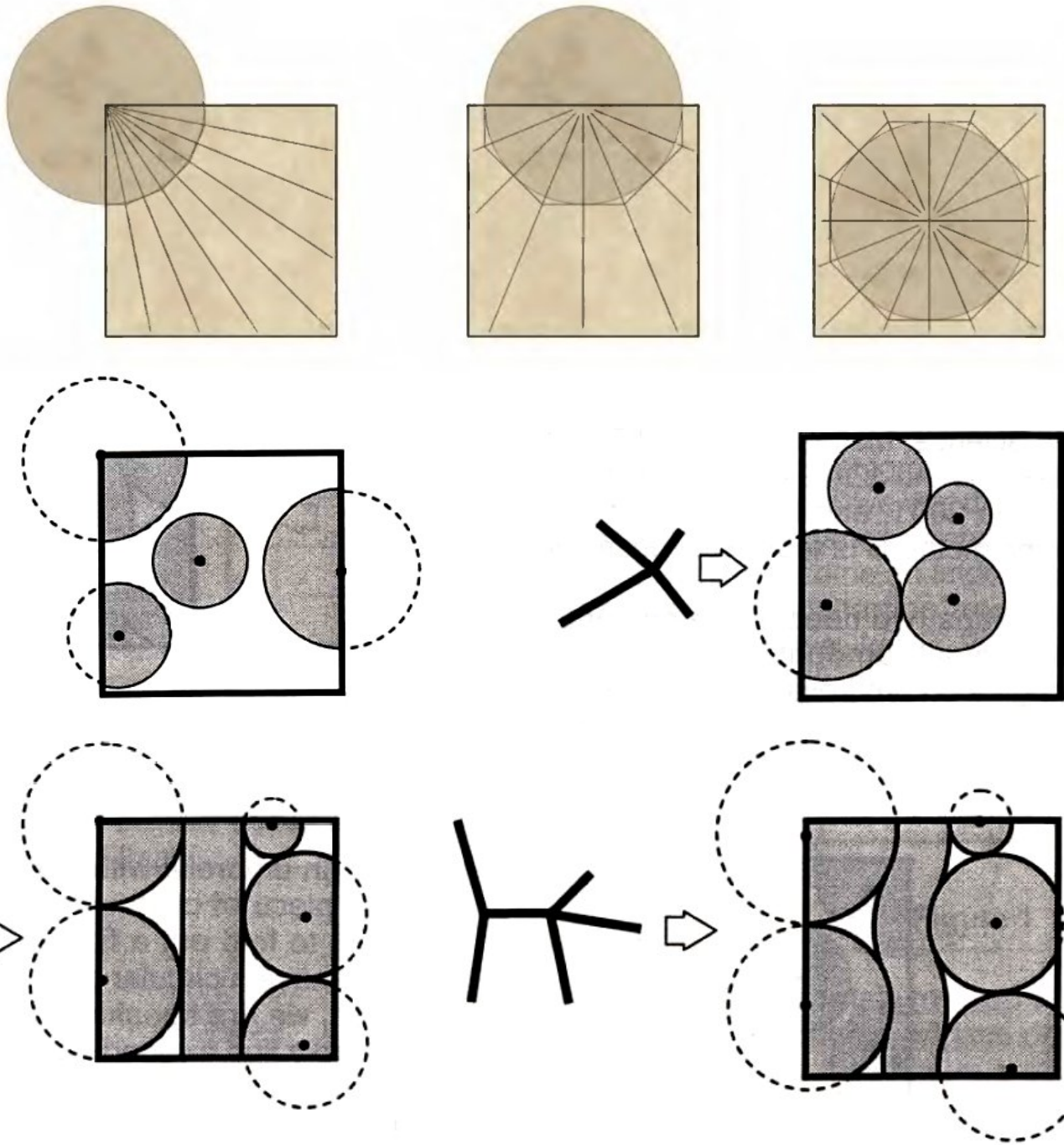
Получается, что для создания фигурки необходимо построить дерево створок (граф), разместить на листе бумаги требуемое количество окружностей с радиусами соответствующими длинам нашего графа, составить паттерн и сложить его.

Возникает вопрос – как размещать окружности на листе бумаги?

Центр окружности может находиться в углу листа, такое размещения считается наиболее оптимальным, так как позволяет создать откидную створку из наименьшего количества бумаги. Центр окружности может находиться на краю листа и в пределах листа, но он не может выходить за пределы нашего листа.

Если сегменты графа выходят из одной точки, то соответствующие им окружности будут касаться друг друга. Когда граф содержит несколько таких элементов, соединенных между собой, тогда группы окружностей будут разделены так называемой «речкой». Ширина «речки» будет соответствовать расстоянию между этими элементами. «Речка» всегда «течет» от края бумаги до края. Но бывают и исключения. «Речка» может «течь» прямо или извилисто, как настоящая река.

Тот, кто любит математику знает, что задача расположения кругов в квадрате одна из любимых задач математиков. Существует множество решений этих задач, что позволяет математически точно описать процесс расположения окружностей в квадрате. Благодаря математике стало возможным написание специализированных программ для решения подобных задач.



$N = 1$
$r = 1.000$

$N = 2$
$r = 0.707$

$N = 3$
$r = 0.518$

$N = 4$
$r = 0.500$

$N = 5$
$r = 0.354$

$N = 6$
$r = 0.300$

$N = 7$
$r = 0.270$

$N = 8$
$r = 0.259$

$N = 9$
$r = 0.250$

N – количество окружностей, r – радиус окружностей.

Роберт Лэнг написал компьютерную программу проектирования, которая позволяет получать паттерн и показывает, как будет выглядеть модель, если ее собрать по линиям паттерна. Программа называется TreeMaker.

Рассмотрим например ящерицу. Мы видим, что у нее есть хвост, четыре небольших лапки и голова. Представить ящерицу схематично можно с помощью так называемого скелета или говоря научным языком графа.

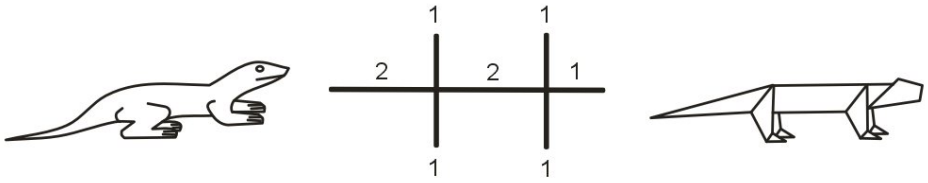
Расположим окружности соответствующей длины согласно нашему графу. Произведем некоторые операции в программе TreeMaker и получим паттерн. Сложив его, мы получим необходимое количество откидных створок соответствующей длины. Осталось придать заготовке окончательный вид и ящерица готова!

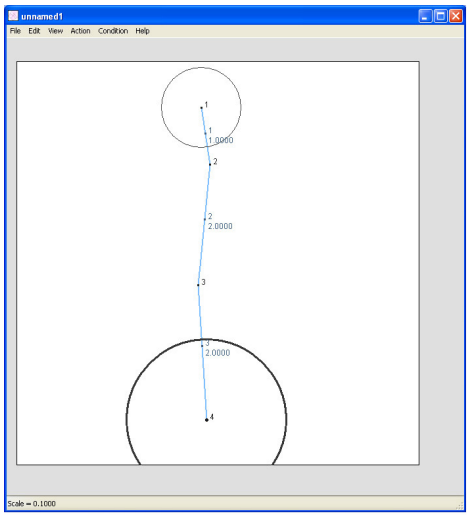
Для рисования и проверки паттернов существует программа Oripa, которая позволяет рисовать паттеры и может показывать сложенную из этого паттерна модель, а также она показывает ошибки в паттерне.

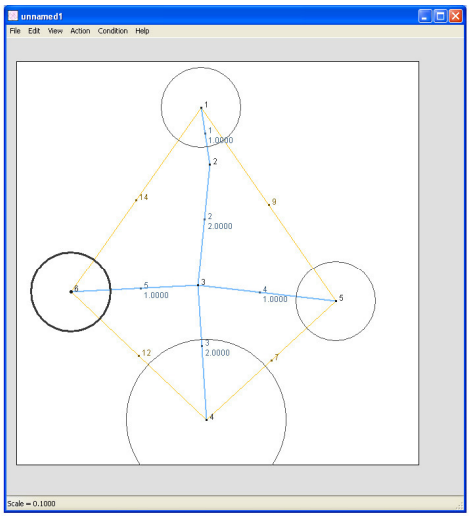
Теперь каждый желающий за несколько минут может спроектировать любой объект или фигурку. Возникает вопрос - Значит современное оригами это не искусство, а сухая математика? Спроектировать может любой, разобравшийся в этой программе человек.

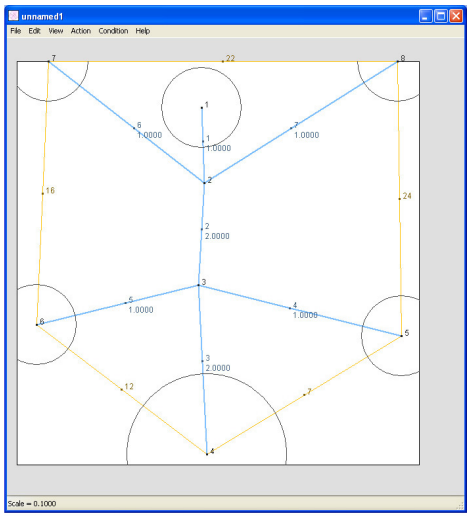
Конечно, нет. Спроектировать можно, а создать паттерн максимально простым для складывания и понимания, задача очень сложная и называется оптимизацией. Порой процесс оптимизации затягивается на длительное время, и ни какие компьютеры не смогут сделать это за человека.

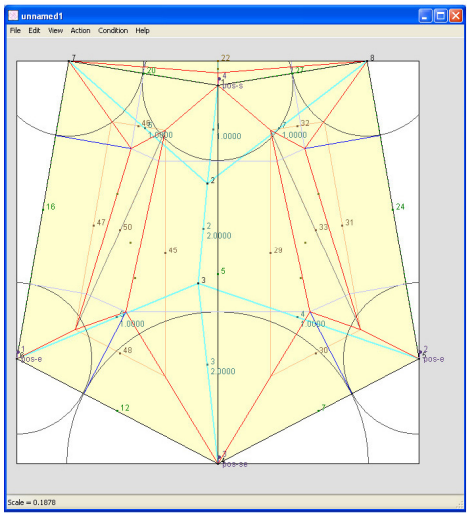
Программа TreeMaker

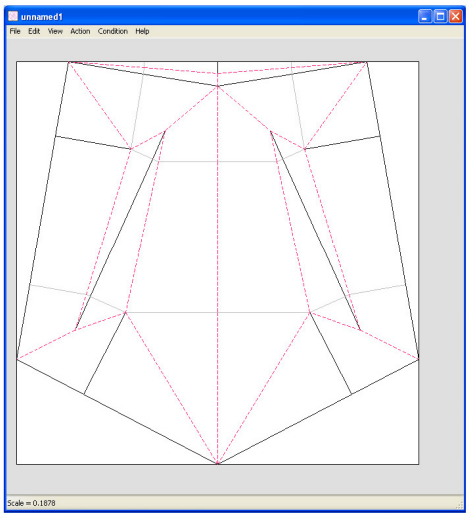


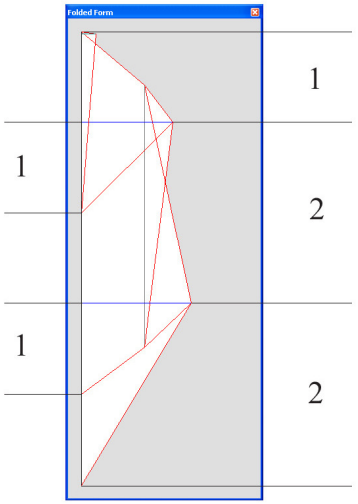




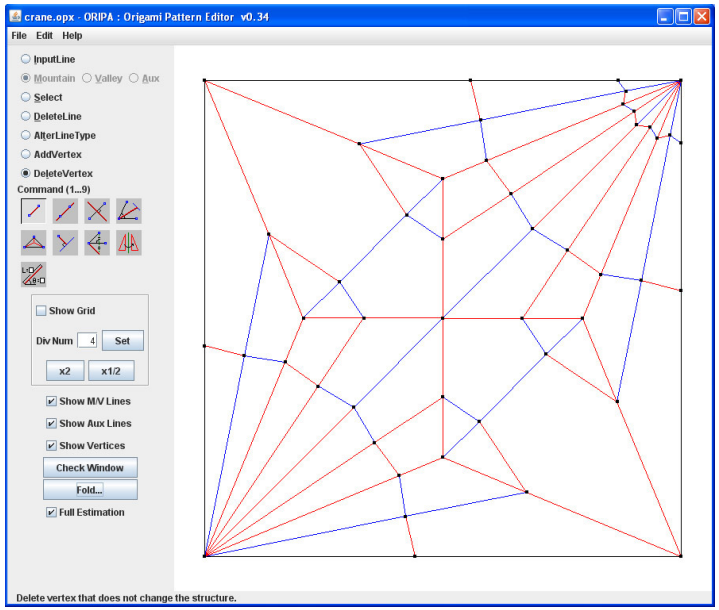


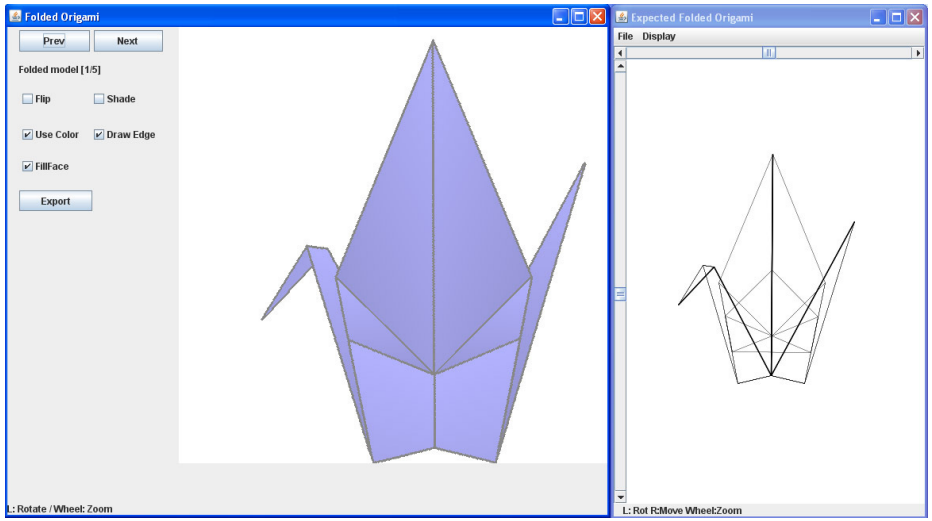


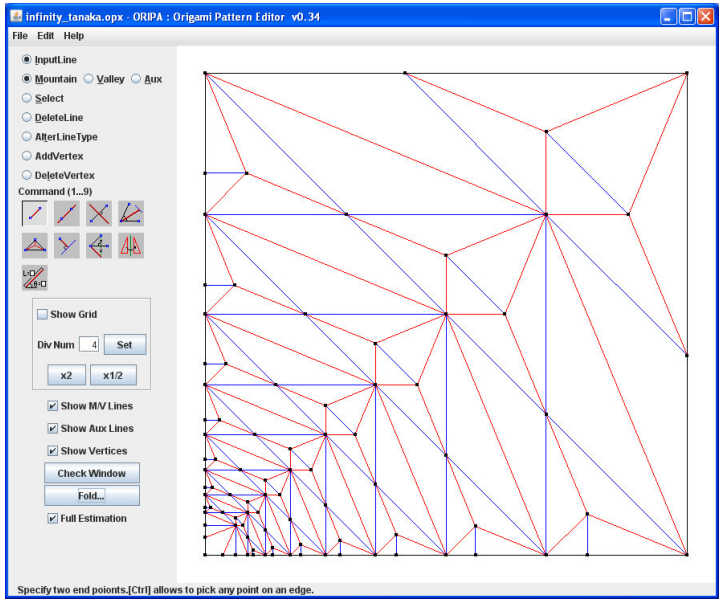


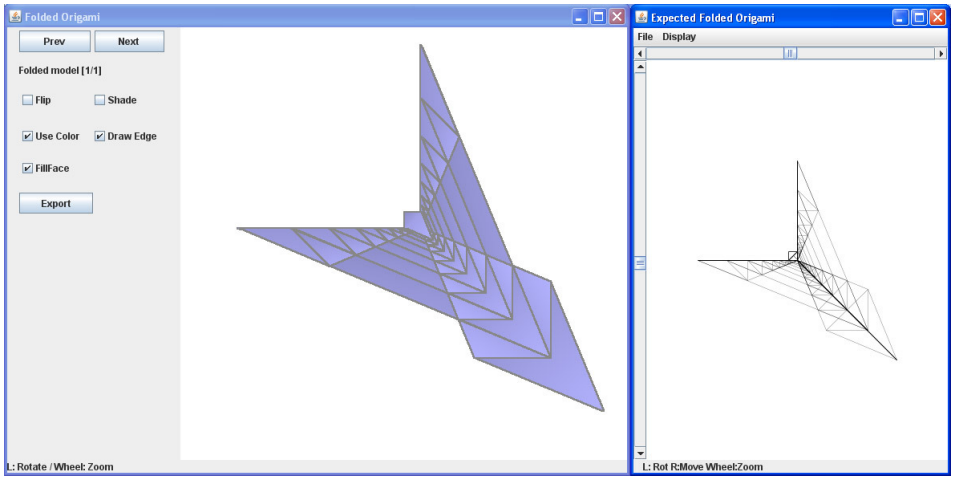


Программа Oripa









В настоящее время широкую популярность приобрел метод проектирования бокс-плитинг. Хотя этот метод известен еще с 1960-1970 годов прошлого века. Название метода происходит от английского – коробка. Дело в том, что многие коробки делаются путем складывания из одной заготовки. Этот метод подразумевает под собой сгибание бумаги только под прямыми углами и под углом в 45 градусов. Метод легок в освоении, достаточно прост, а модели, спроектированные с его помощью, выглядят очень эффектно.

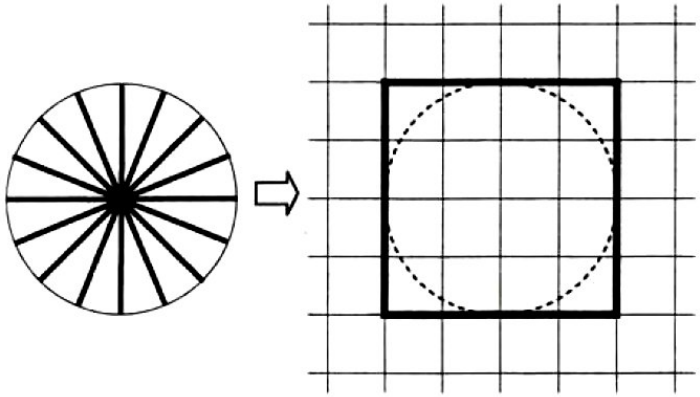
Метод окружностей легко трансформируется в бокс-плитинг. Вместо того, чтобы располагать на листе окружности, мы будем располагать квадраты.

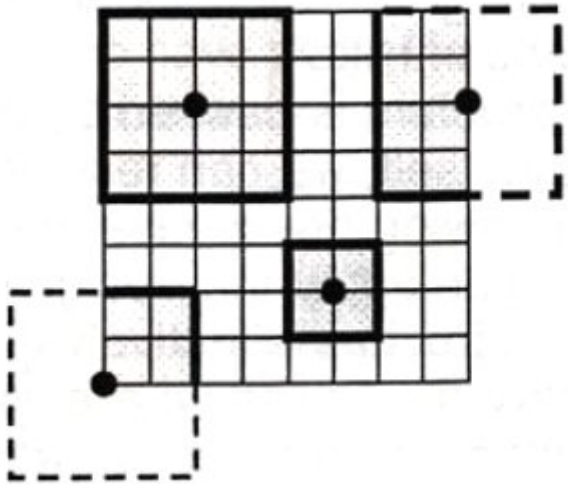
Располагать окружности в квадрате без математических расчетов достаточно сложная задача. А располагать квадраты на квадратном листе бумаги очень просто и не требует математических вычислений. Поэтому бокс-плитинг сегодня получил широкое распространение во всем мире. Метод прост и эффективен. Полученные с применением этого метода фигурки очень выразительны и реалистичны.

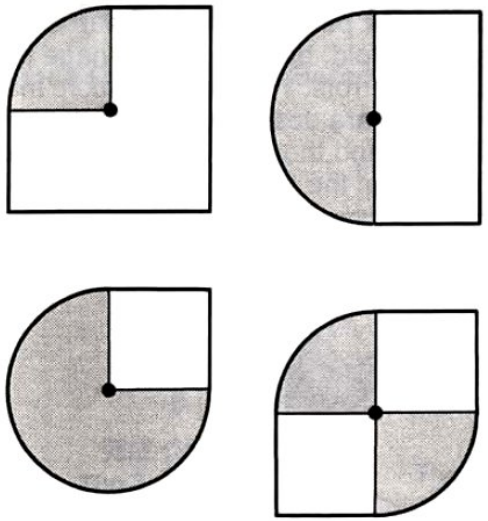
Бокс-плитинг можно совмещать с методом окружностей и с основными базовыми формами.

Спроектируем для примера птичку с длинными лапами и пальцами. Построим граф. За основу возьмем базовую форму «птица» и поместим ее в углу нашей заготовки. Расположим группу из пяти касающихся окружностей. Расположим две группы из четырех окружностей на краю заготовки, это будут пальцы. Пропустим две «речки» от пальцев до тела «птицы». Путем чередования внутренних и внешних складок утончим ноги. Соберем полученный паттерн и получим птичку – монстра ☺

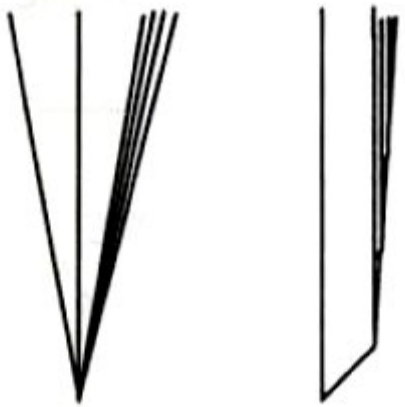
Бокс-плитинг





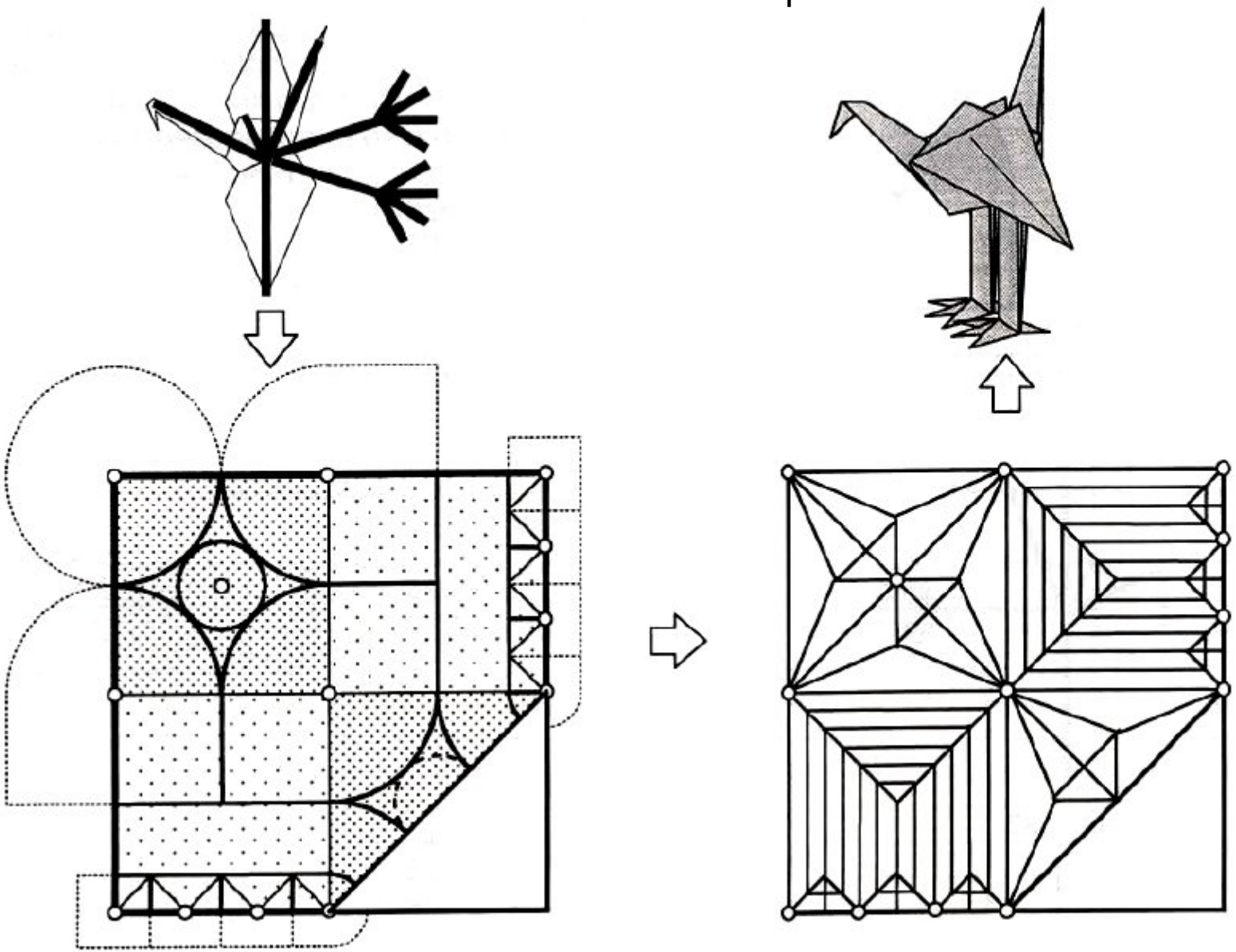


Бокс-плитинг совмещенный
с методом окружностей

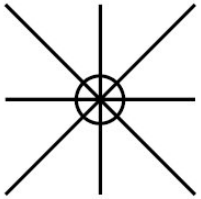


Вид откидных створок
при методе окружностей
и при методе бокс-плитинг

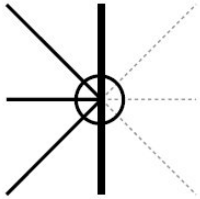
Птичка – монстр ☺



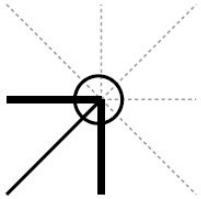
Как читать паттерн выполненный с применением методики бокс-плитинг



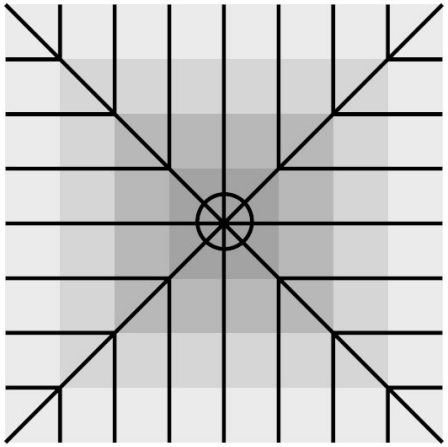
Центр откидных створок.



Центр откидных створок на краю листа.



Центр откидных створок в углу листа.

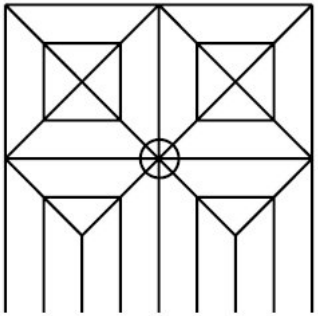


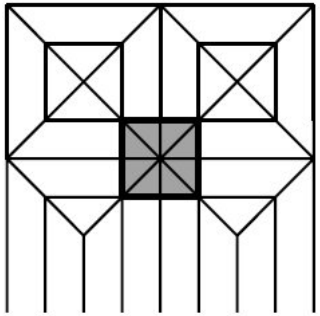
1 откидная створка

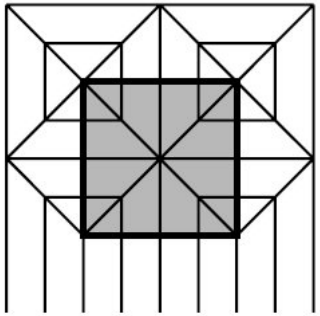
2 откидные створки

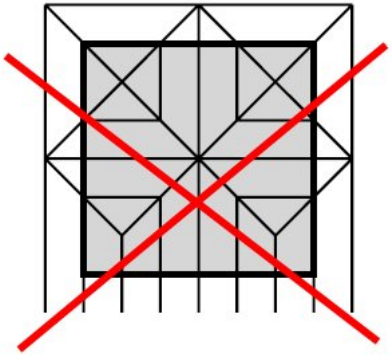
3 откидные створки

4 откидные створки

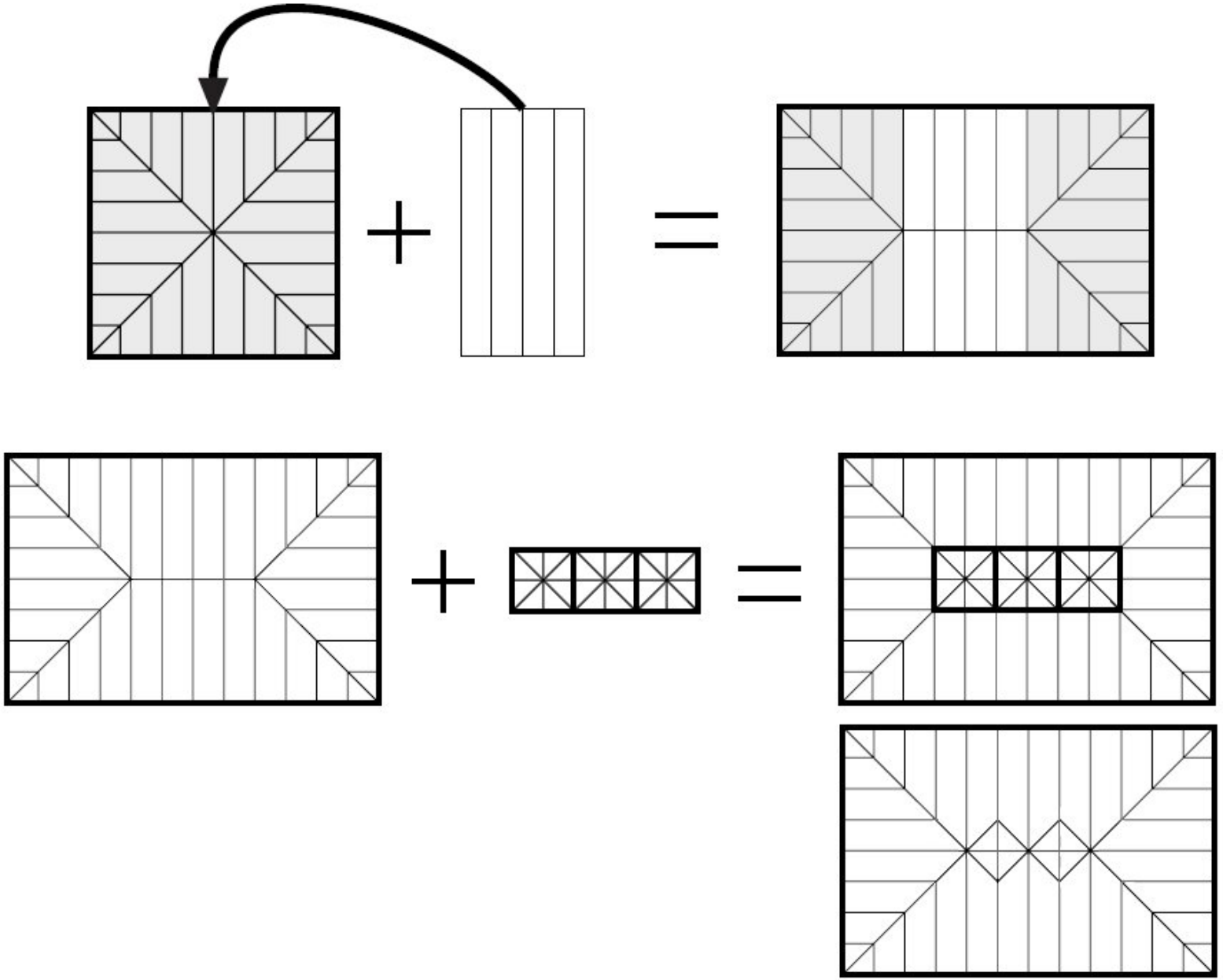




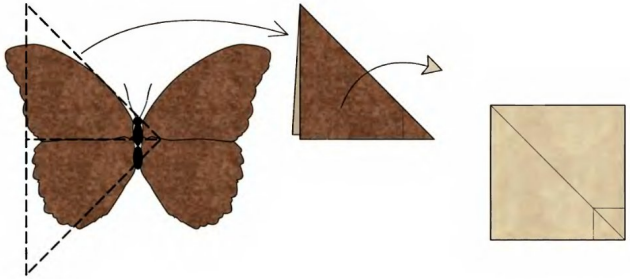


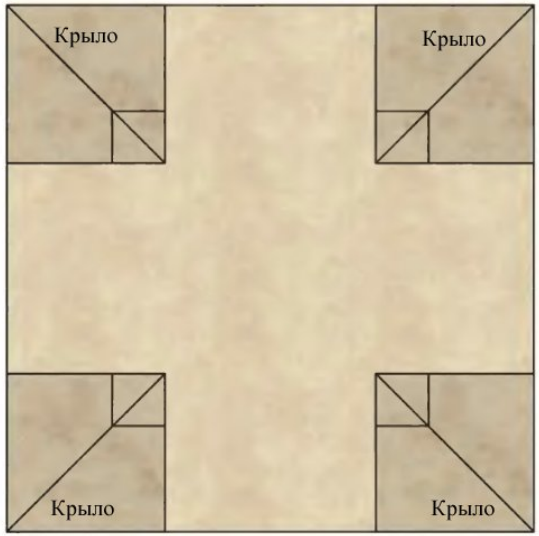


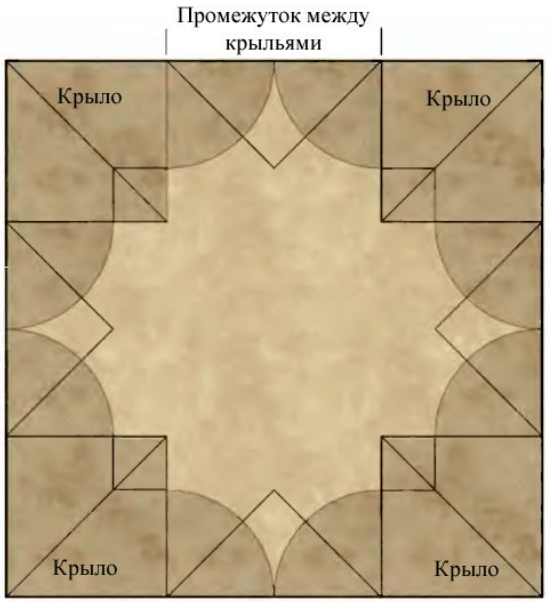
Модификация откидной створки

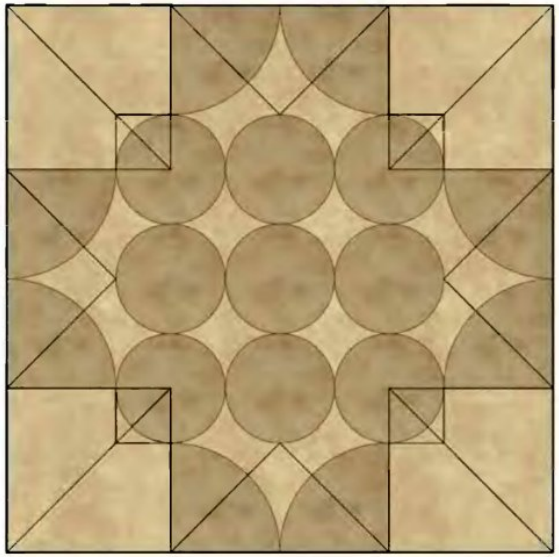


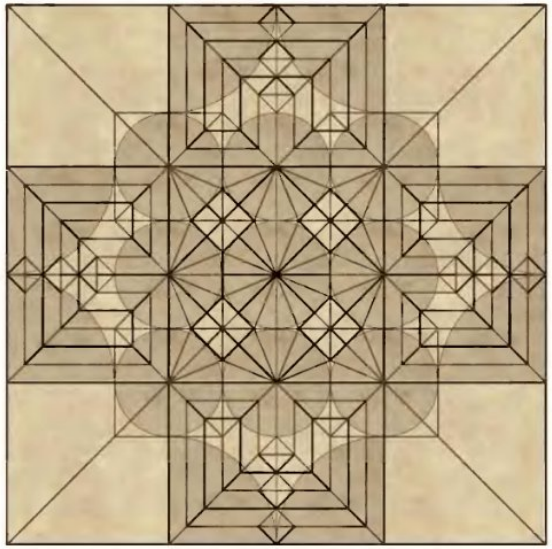
Проектирование бабочки
Автор: Роберт Лэнг



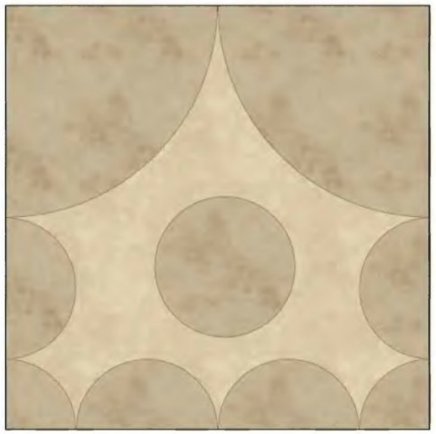


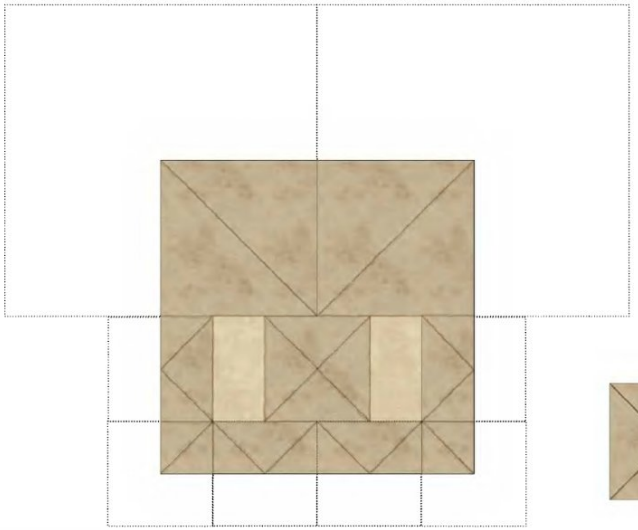


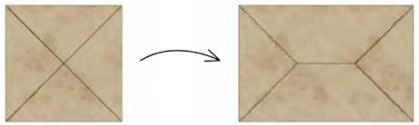


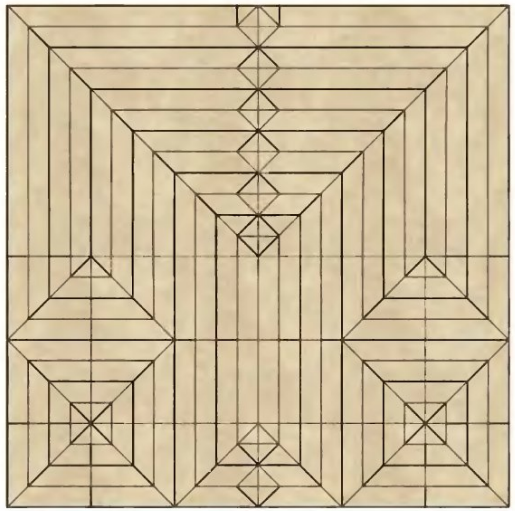


Проектирование жука усача
Автор: Роберт Лэнг









При подготовке данной презентации были использованы следующие материалы:

1. Robert J. Lang - Origami Design Secrets Mathematical Models for an Ancient Art.
2. Komatsu Hideo, Kawahata Fumiaki Special edition of magazine for the JOAS member, Published on 31, March 2006 by Japan Origami Academic Society.
3. J. Anibal Voyer - Introduccion a la Creacion.
4. Gerwin Sturm - How to fold Box Pleated CPs.