



Алексей Васильевич Ивченко
Alexey V. Ivchenko

+7-937-719-89-96

+7-904-433-05-11 (WhatsApp)

<https://www.facebook.com/flexagonstructures>

<https://vk.com/geneta77>

--

E-mail: ge7net7a@yandex.ru

Содержание

		Стр.
1.	Бумажные метаморфозы «Левша» (приложение к журналу «Юный Техник») №3, 2018., стр. 7,10-11.	2
2.	Конструктор «Многогранники» «Левша» (приложение к журналу «Юный Техник») №10, 2018., стр. 10-12.	7
3.	Сферикон (Сферический конус, конический конус) «Левша» (приложение к журналу «Юный Техник») №11, 2018., стр. 10-12.	12
4.	Кинетический скат «Левша» (приложение к журналу «Юный Техник») №03, 2019., стр. 6-7, 10.	19
5.	Черепашка-«камикара» «Левша» (приложение к журналу «Юный Техник») №04, 2019., стр. 4-5.	23
6.	Модуль Сонобе «Левша» (приложение к журналу «Юный Техник») №05, 2019., стр. 5-6.	26
7.	Камера-люцида «Левша» (приложение к журналу «Юный Техник») №07, 2019., стр. 3-4.	29
8.	Конструктор пространственно-структурных форм «Левша» (приложение к журналу «Юный Техник») №01, 2020., стр. 7, 10-11.	34
9.	Копилка с исчезающими монетами «Левша» (приложение к журналу «Юный Техник») №06, 2020., стр.11.	48

1. Бумажные метаморфозы

Известен ли вам способ создания геометрических тел, который сделает возможным их трансформацию (изменение формы и цвета) не нарушая целостности структуры каждого из объектов в отдельности? Мы расскажем вам как на практике достичь такого результата при помощи самых элементарных средств. В основе предлагаемого вашему вниманию способа лежит комбинация из шарниров двойного действия (трететрафлексагонов¹) и кубов, выполненных из плотной бумаги для черчения.

На рис. 1 показана схема последовательности изготовления шарнира двойного действия. Вырезанная по контуру, с выдерживанием размеров, развертка (рис. 1.1), путем проиллюстрированных манипуляций (рис. 1.2-1.6) приводится к конечному виду (рис. 1.7). Для удобства понимания настоящей схемы нужно обратить внимание на то, что цветом (белым и серым) разделены две поверхности заготовки, а один из углов развертки помечен знаком (*), позволяет отследить изменившееся положение развертки относительно предыдущего или исходного своего положения.

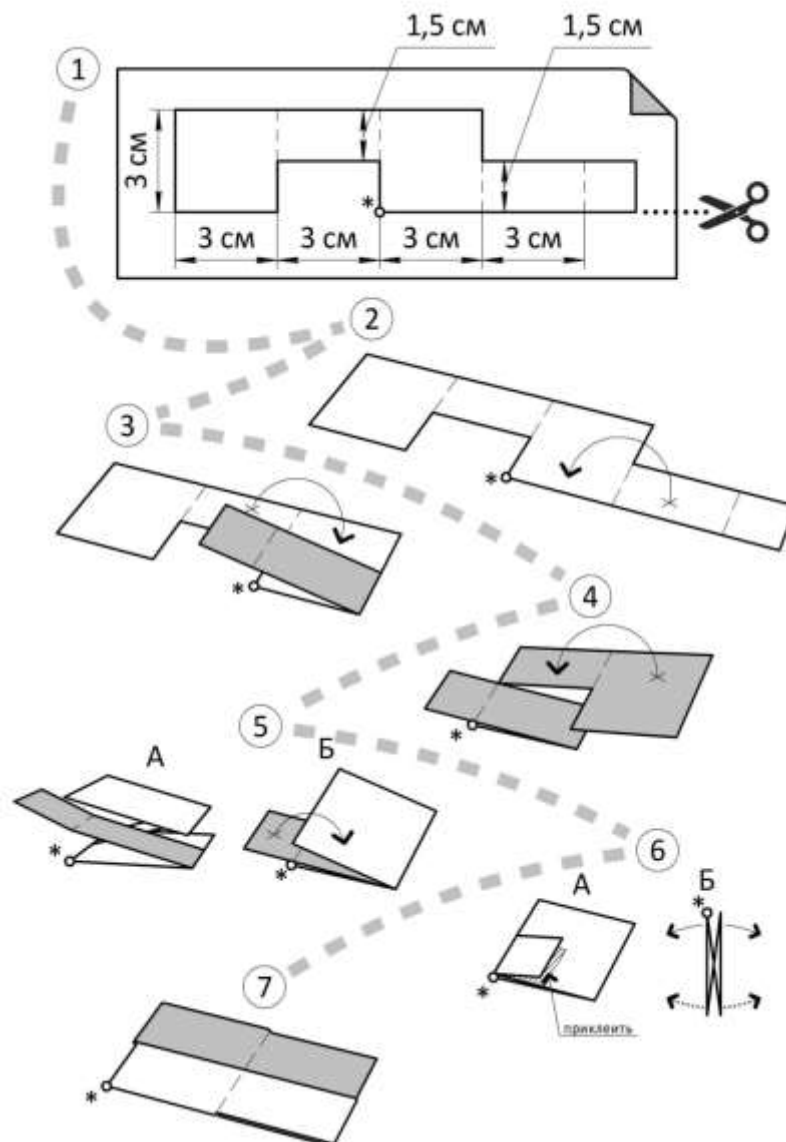


Рис. 1. Схема последовательности изготовления шарнира двойного действия.

¹ Плоская бумажная модель, имеющая три поверхности, из которых одна, скрытая в складках конструкции, становится явной после того, как, путем выворачивания, стала невидимой одна из двух ранее открытых поверхностей.

Для получения куба, нам необходимо обратиться к рис. 2 на котором изображена его развертка и последовательность изготовления. Указанные на рис. 2 размеры необходимо строго выдержать (или же следовать новому масштабу заготовки, одновременно выдерживая его и при изготовлении шарнира двойного действия, согласно рис. 1). Сложив развертку по пунктирным линиям и промазав места соединения клеем², как это показано на рис. 2.2, мы после фиксации положения граней друг относительно друга, в итоге должны получить куб (рис. 2.3).

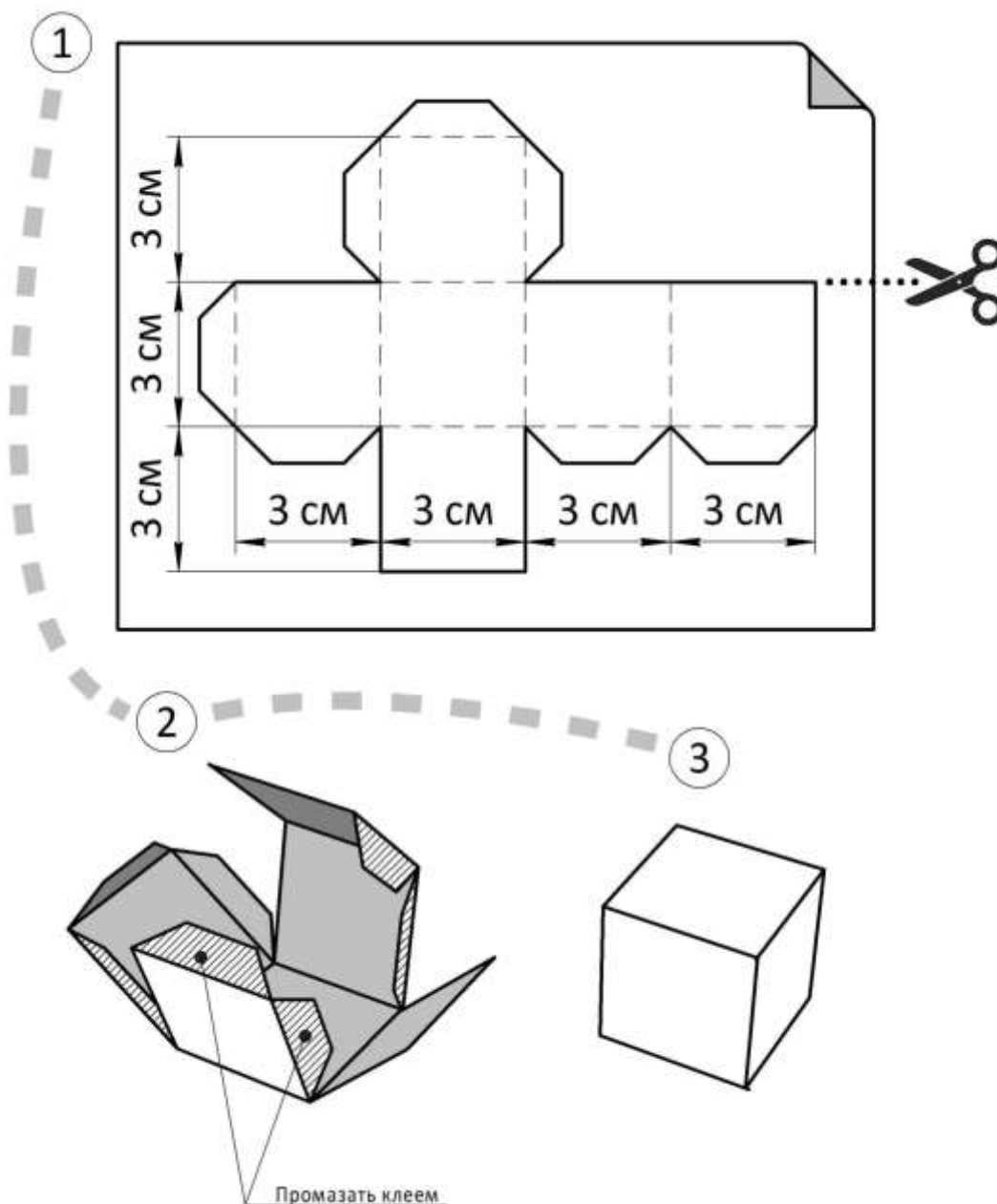


Рис. 2. Схема последовательности изготовления куба.

Теперь перейдем к непосредственному изготовлению трансформируемых моделей. Первым таким объектом у нас будет прямоугольный параллелепипед (рис. 3). Для него нам потребуется заранее сделать 4-ре шарнира двойного действия (рис. 1) и 4-ре куба (рис. 2). Куб, показанный на схеме заштрихованным, служит указанием на изменение положения модели в зависимости от этапа её изготовления.

² Желательно использовать разновидности клеев не имеющих водной основы, которая при контакте с бумагой вызывает её деформацию. Предпочтение может

быть отдано ПВА-карандашу или универсальному клею «Момент-Кристалл».

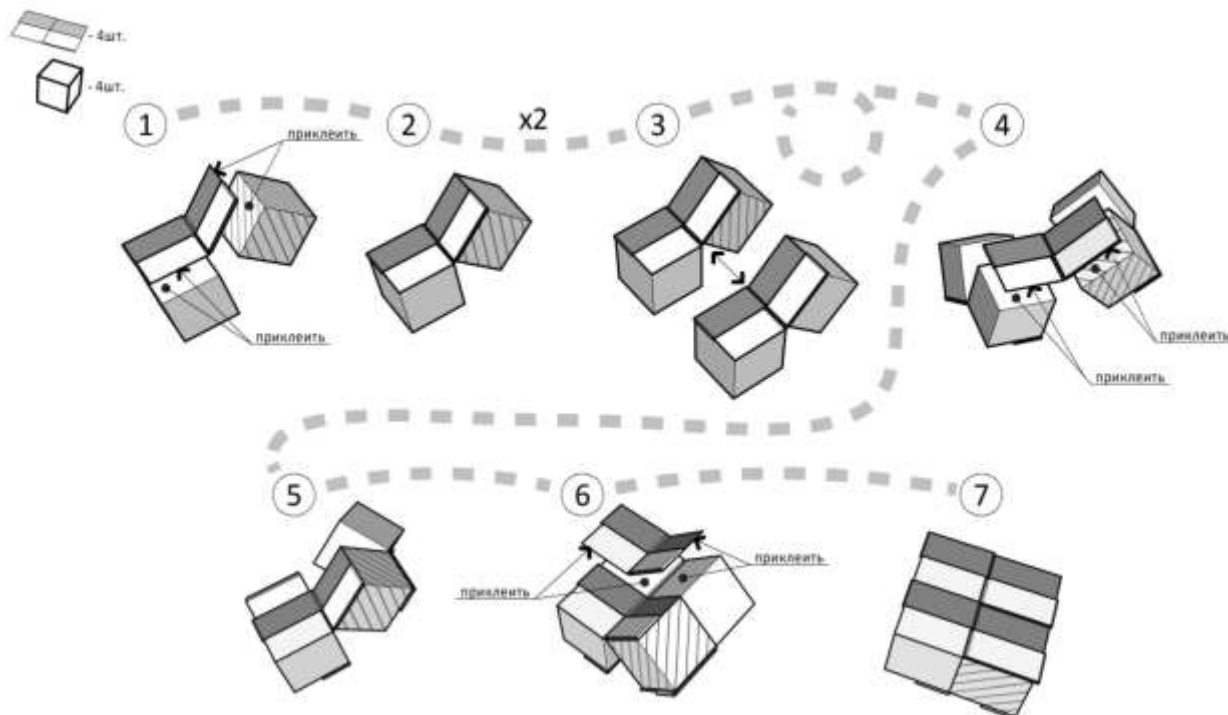


Рис. 3. Схема последовательности изготовления трансформируемого прямоугольного параллелепипеда.

Данный прямоугольный параллелепипед может бесконечно «выворачиваться» и менять цвет своих граней, если их сделать двухцветными, окрасив модель одним цветом в исходном положении (рис. 4.1) и другим цветом – после цикла полной трансформации (рис. 4.5).

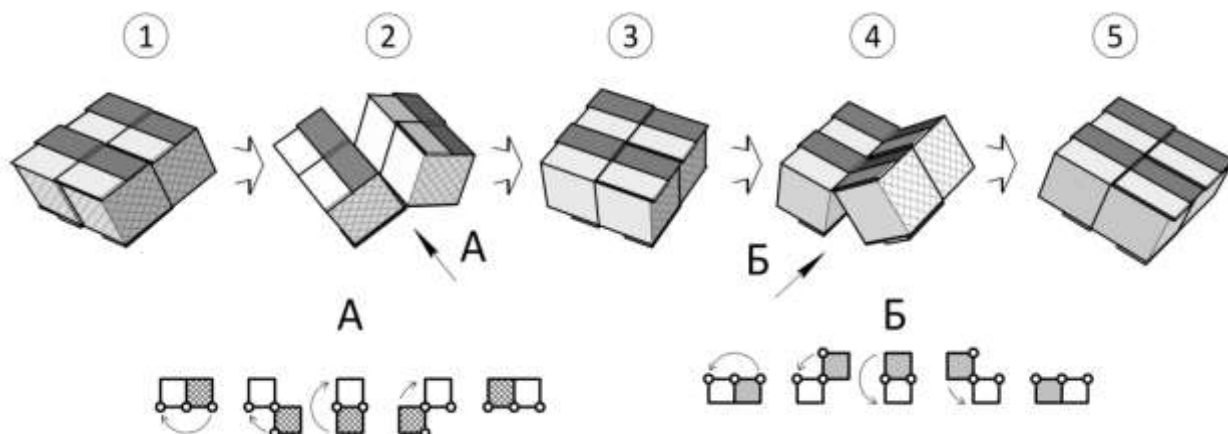


Рис. 4. Принцип действия трансформируемого прямоугольного параллелепипеда.

Следующей нашей моделью будет калейдоцикл, для изготовления которого нам понадобятся 6-ть шарниров двойного действия (рис. 1) и 6-ть кубов (рис. 2). Ориентируясь на схему изображенную на рис. 5 мы должны получить модель, которая также как и модель прямоугольного параллелепипеда будет способна изменять свою пространственную форму не теряя своей целостности.

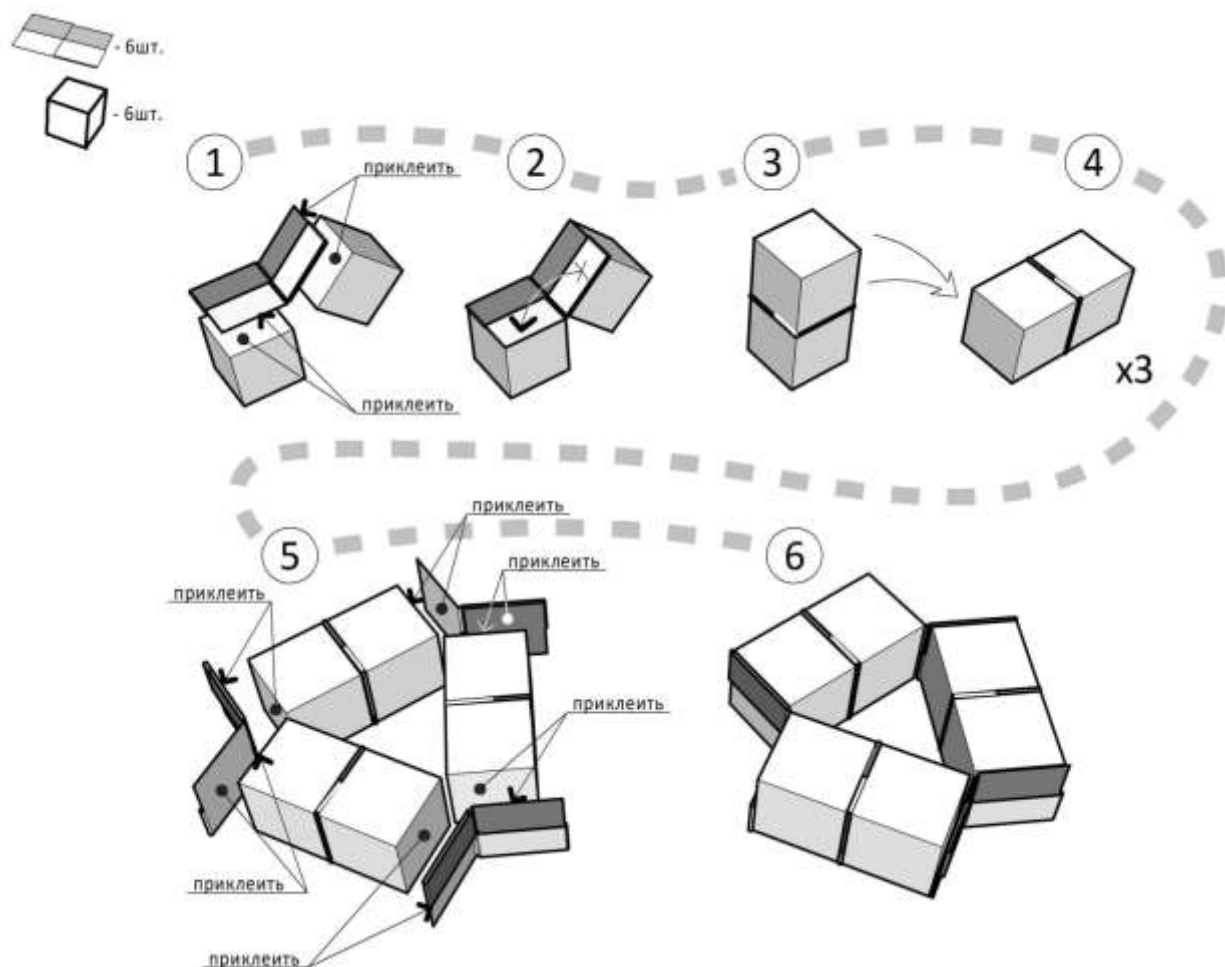


Рис. 5. Схема последовательности изготовления калейдоцикла.

Полученный калейдоцикл представляет завораживающее зрелище в процессе своей трансформации (рис. 6).

Дополнительного визуального эффекта от моделей можно добиться, раскрасив поверхности промежуточных кубов и шарниров двойного действия или перенести на эти поверхности узоры, орнаменты (к примеру, используя мотивы гравюр нидерландского художника-графика М.К. Эшера).

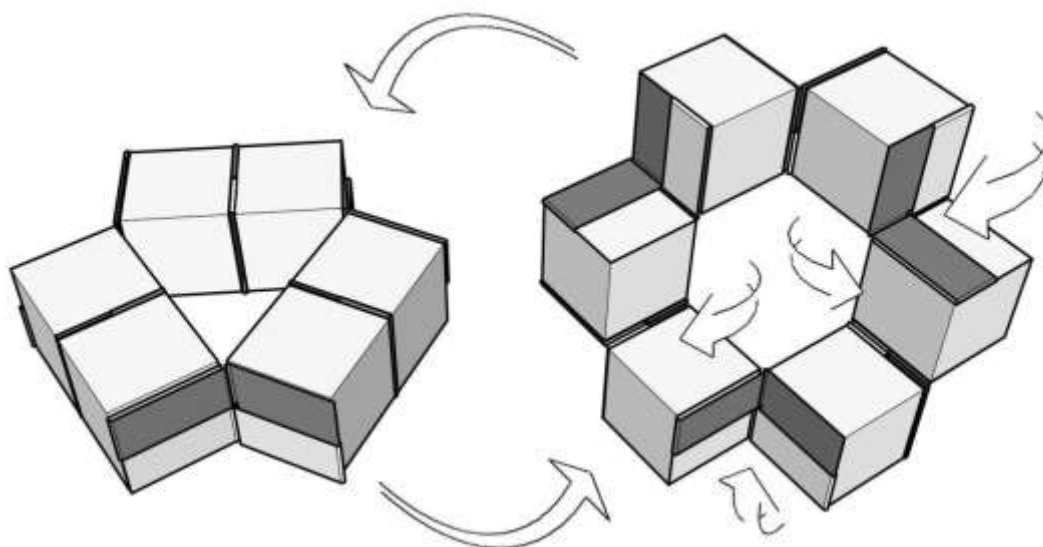


Рис. 6. Принцип действия калейдоцикла.

В конце настоящей статьи я хотел бы призвать читателей к творчеству, к

самостоятельным поискам новых сочетаний кубов и шарниров двойного действия, поскольку предложенными двумя вариантами конструкций трансформируемых моделей не исчерпывается потенциальное разнообразие форм на основе описанного сочетания. Эти занятия будут направлены на развитие вашего пространственного мышления, а созданные объекты послужат наглядным пособием по стереометрии и математической топологии.

2. Конструктор «Многогранники»

Все многообразие окружающих нас форм может быть сведено к сочетанию плоских фигур на основе равностороннего треугольника, квадрата и правильного пятиугольника, а также – правильного шестиугольника (см. рис. 1). Последнюю фигуру мы добавляем, чтобы не использовать комбинацию из шести равносторонних треугольников.

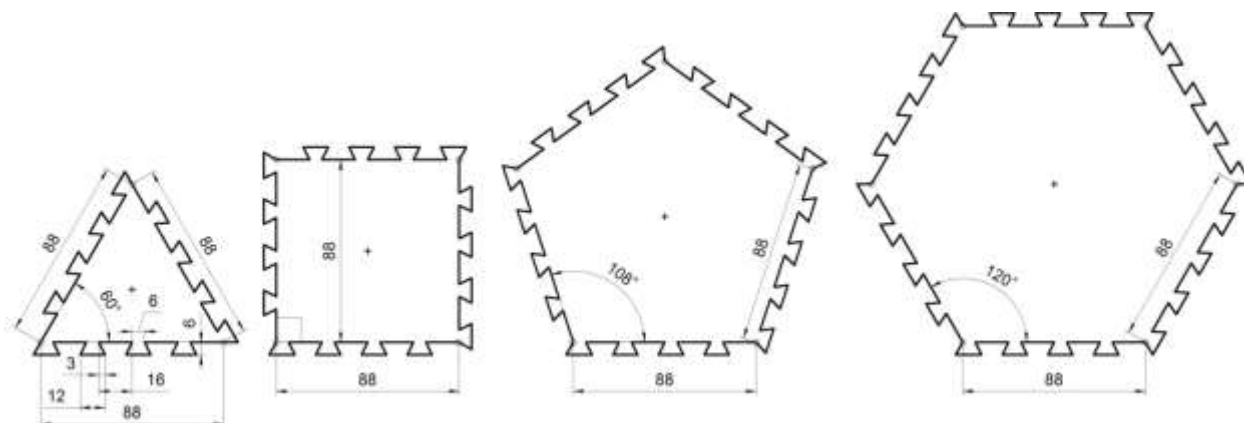


Рис. 1.

Стороны фигур должны быть одинаковыми, что выступает главным условием сопряжения деталей.

Из плотной бумаги, картона или гибкого листового пластика необходимо вырезать данные детали, следуя размерам*, указанным на рисунке, или же сделать детали нужного вам размера соблюдая масштаб. От количества деталей зависит многообразие объемных тел, которые вы в конечном итоге сможете воспроизвести.

--

** Все размеры даны в миллиметрах.*

Как видите, у всех исходных деталей имеется контур, аналог которому мы можем найти в столярном способе соединения деталей, называемом «ласточкин хвост» и представляющим собой вариацию соединения «гребенка» (см. рис. 2).

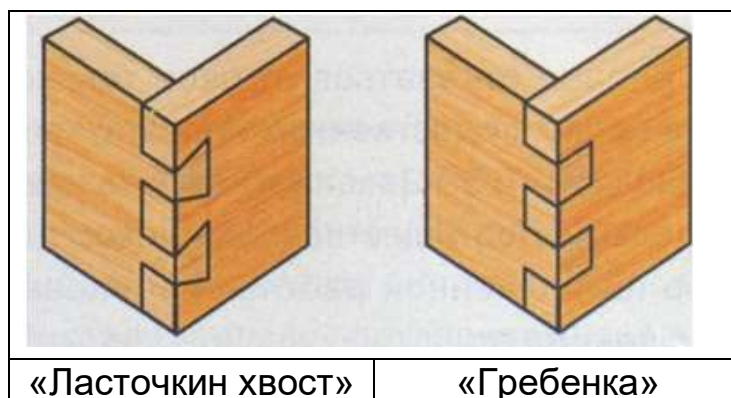


Рис. 2.

Отчасти также может возникнуть ассоциация используемого нами соединения с застежкой-молнией.

Суть предлагаемой идеи состоит в применении бесклеевого способа соединения деталей. Поэтапное осуществление присоединения элементов представлено на рис. 3.

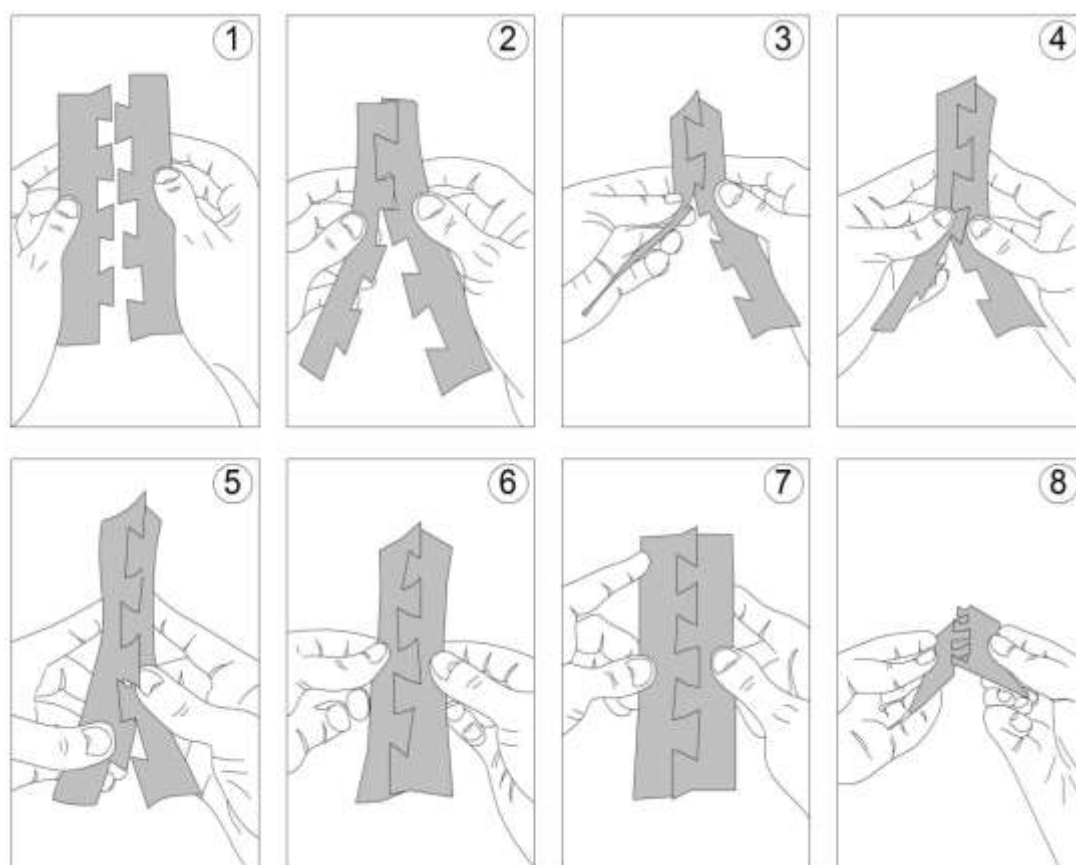


Рис. 3.

Данный способ позволяет получить механически прочное соединение, пригодное для создания на его основе моделей многогранников (см. рис. 4).

	Название	▲	■	⬠	●	Правильные многогранники
1	Правильный тетраэдр	4	-	-	-	
2	Гексаэдр (куб)	-	6	-	-	
3	Октаэдр	8	-	-	-	
4	Додекаэдр	-	-	12	-	
5	Икосаэдр	20	-	-	-	
6	Усечённый тетраэдр	4	-	-	4	
7	Кубооктаэдр (ромботетраэдр)	8	6	-	-	
8	Усечённый октаэдр	-	6	-	8	
9	Ромбокубооктаэдр	8	18	-	-	
10	Икосододекаэдр	20	-	12	-	
11	Усечённый икосаэдр	-	-	12	20	
12	Ромбоикосододекаэдр	20	30	12	-	
13	Плосконосый куб	32	6	-	-	
14	Плосконосый додекаэдр	80	-	12	-	

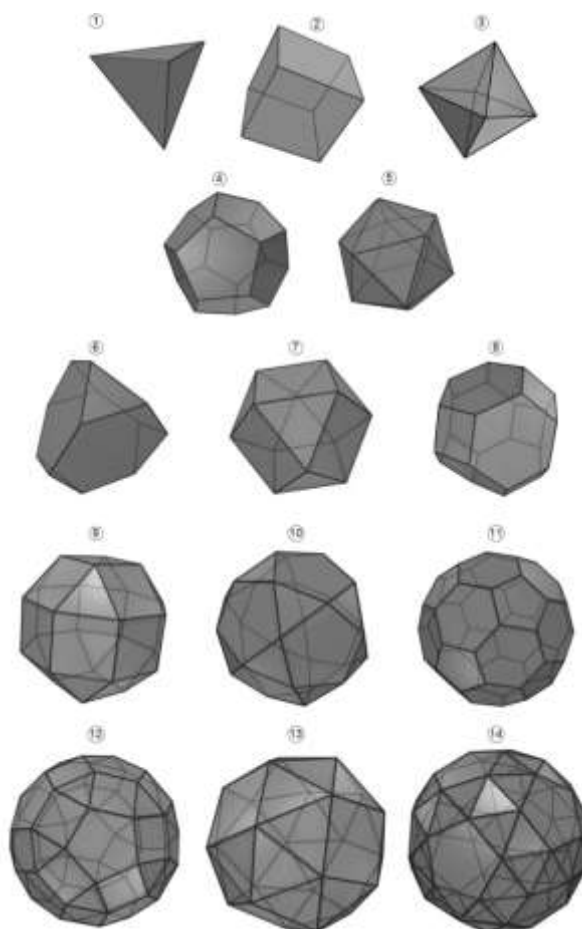


Рис. 4.

Советуем вам вначале сделать первые пять правильных многогранников, известных под названием «Платоновых тел»: тетраэдр, грани которого формируются из четырех равносторонних треугольников, гексаэдр (куб) – из шести квадратов, октаэдр – из восьми равносторонних треугольников, додекаэдр – из двенадцати правильных пятиугольников, икосаэдр - из двадцати равносторонних треугольников. После чего – воспроизвести и другие варианты симметричных выпуклых многогранников путем сочетания уже не однотипных плоских деталей.

Получив, таким образом, первые навыки объектного моделирования, вы можете приступить к самостоятельным экспериментам с формой, воспроизводя как известные вам предметы так и совершенно причудливые, не знающие прямых аналогов в повседневной жизни.

В качестве альтернативного предложенному выше бесклеевому способу разъемного соединения деталей, мы можем предложить и другие варианты. В частности, способ, при котором детали соединяются между собой при помощи канцелярских резинок (см. рис.

5, 6) или канцелярских скрепок (см. рис. 7), а также, при помощи выступающих за контур многоугольников «язычков» с прорезью (см. рис. 8).

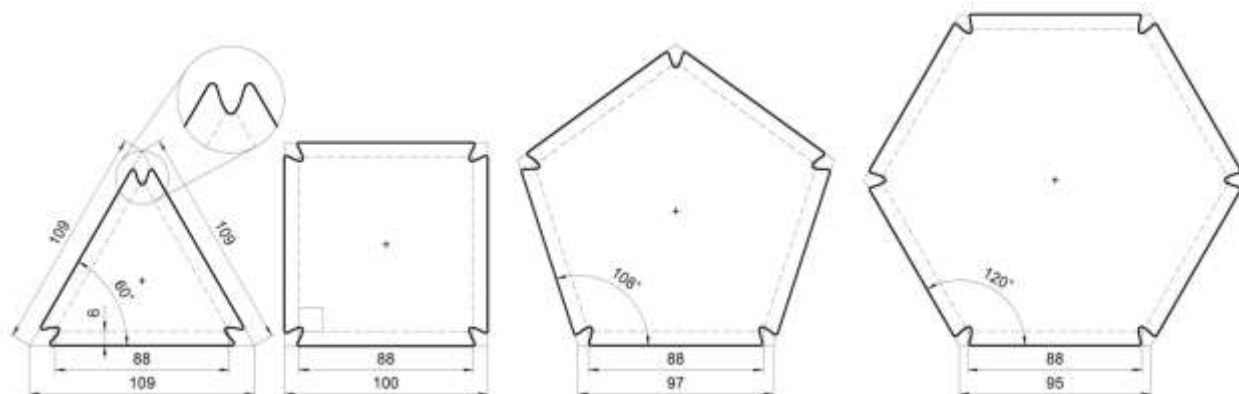


Рис. 5.

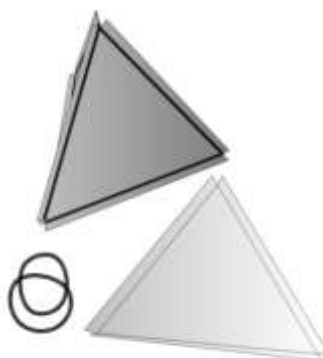


Рис. 6.

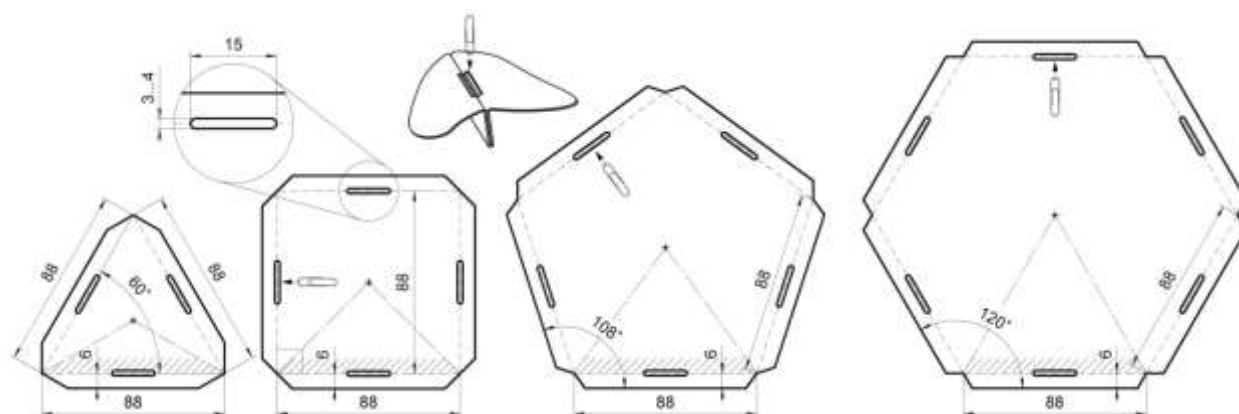


Рис. 7.

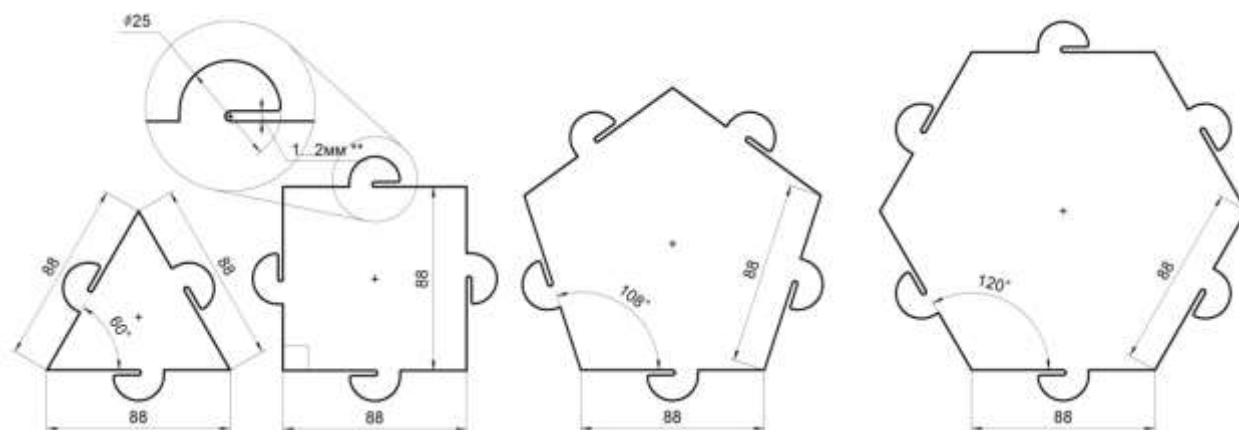


Рис. 8.

--

* Размеры зависят от толщины листа.



Рис. 9

Предлагаем нашим читателям самостоятельно поискать другие возможные варианты разъемных соединения плоских фигур для моделирования объемных форм и поделиться ими с редакцией.

3. Сферикон (Сферический конус, конический конус)

Сферикон (Sphericon) - название объемной геометрической фигуры, которую в 1980 году запатентовал в Израиле Дэвид Харан Хирш в качестве детской игрушки. Утвердившееся же впоследствии название фигуры было предложено Колином Робертсом, который занимался его изучением. Тому, что собой представляет сферикон лучше будет дать описание, сопровождаемое иллюстрациями. Для чего обратимся к рис. 1, на котором двойной конус, образованный вращением сторон a и b вокруг оси 1 (при угле каждой из сторон к оси – 45 град) (см. рис. 1а), подвергают разделению на две части проходящей через вершины A и B плоскостью "альфа" (см. рис. 1б), а после полученные половинки смещают друг относительно друга, повернув их вокруг оси 2 на угол 90 град (см. рис. 1в). Как нетрудно догадаться, ось 2 проходит через центр фигуры O и перпендикулярна плоскости "альфа". Такова последовательность действий, приводящая к созданию «сферикона» (см. рис. 1в).

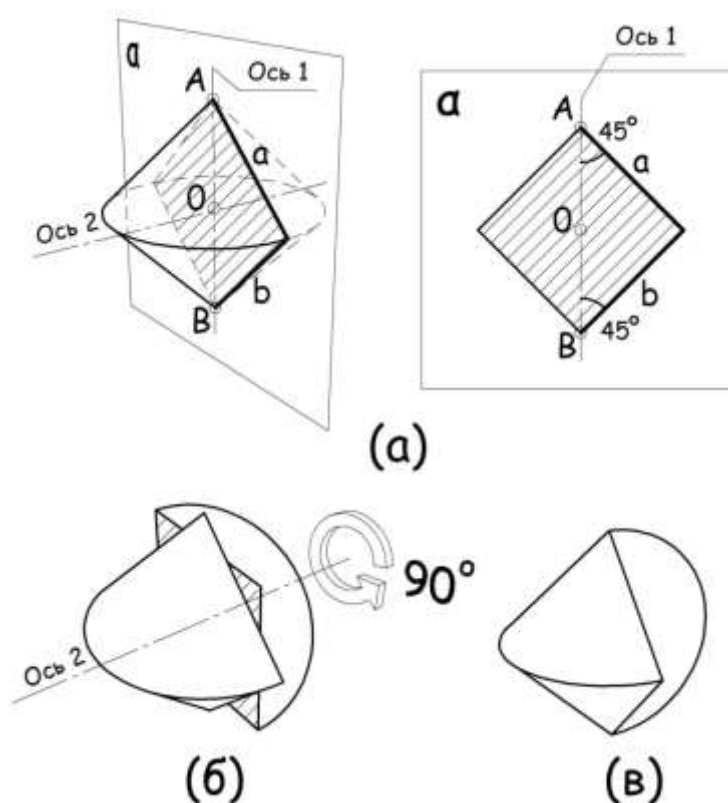


Рис. 1

Для желающих самостоятельно сделать модель из плотной бумаги на рис. 2 и 3 представлены схемы разверток элементов для склеивания и технология сборки, в двух вариантах.

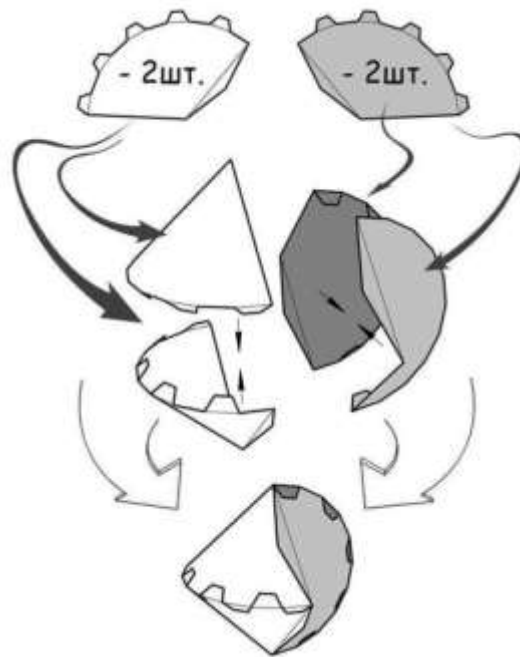


Рис. 2

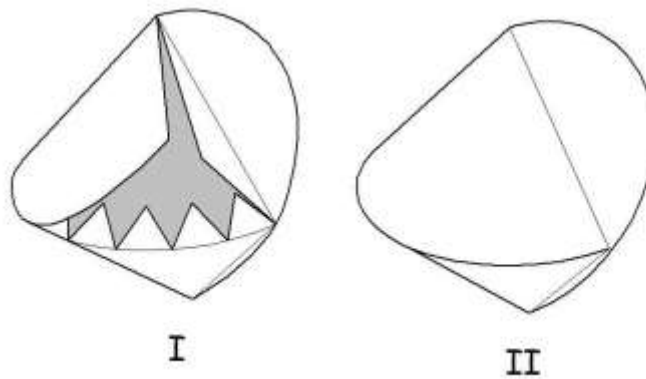
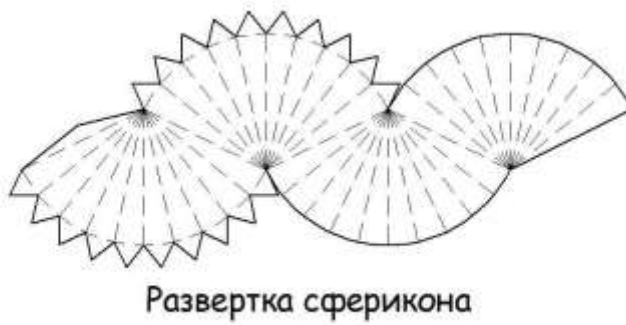


Рис. 3

Надо заметить, что принцип формообразования, лежащий в основе описанной модели "пробуждает к жизни" целое семейство подобных фигур. Ниже представлен графический вариант классификации таких фигур, с сечениями от треугольника до восьмиугольника (см. рис. 4).

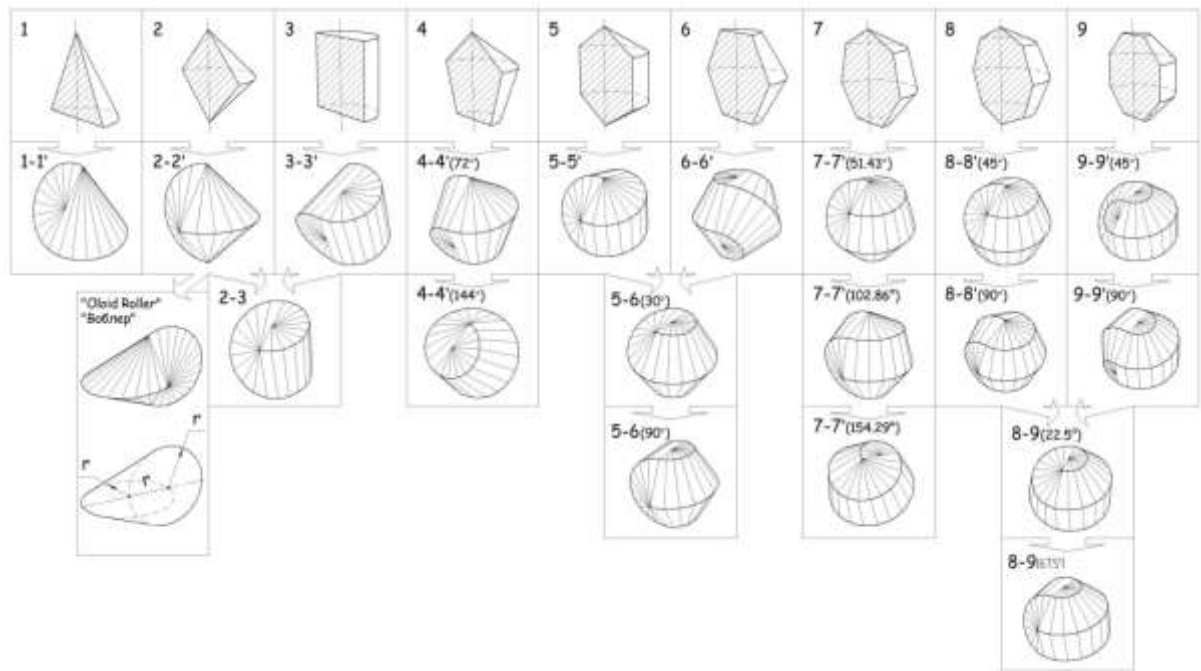


Рис. 4.

Обратим внимание на общую особенность для всех тел с формой сечения с четным числом вершин и осью вращения, проходящей через центр сечения и противоположные вершины, составленные из двух одинаковых половин, СОСТОЯЩУЮ В ТОМ, что каждое из таких тел образует одна непрерывная замкнутая поверхность. Это, в свою очередь, дает не совсем корректное основание для сравнения некоторыми источниками таких разновидностей сфериконов с лентой Мебиуса. Впрочем, упоминание в этой связи ленты Мебиуса может быть оправдано тем, что по легенде появление сферикона стало возможным благодаря попытке получить «ленту Мебиуса» с замкнутым краем (как известно, он у неё единственный). Последнее, правда, удалось реализовать в несколько иной форме, а именно, в «сосуде Клейна».

Следует также обратить внимание на «условные» и «каркасные» варианты сфериконов. В Интернете мне удалось отыскать их изображения. Наиболее характерные разновидности сфериконов этой группы представленных на рис. 5.



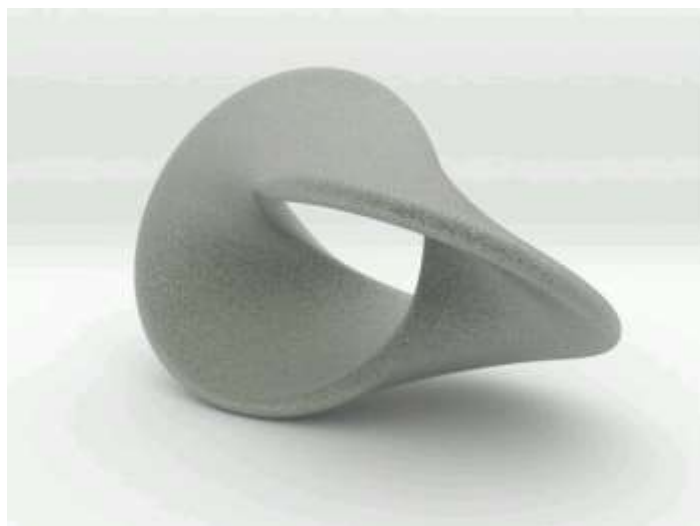


Рис. 5

«Каркасные» сфериконы (в данном случае, олоид, см. рис. 4) силами умельцев нашли свое практическое приложение в качестве средства развлечения (см. рис. 6)

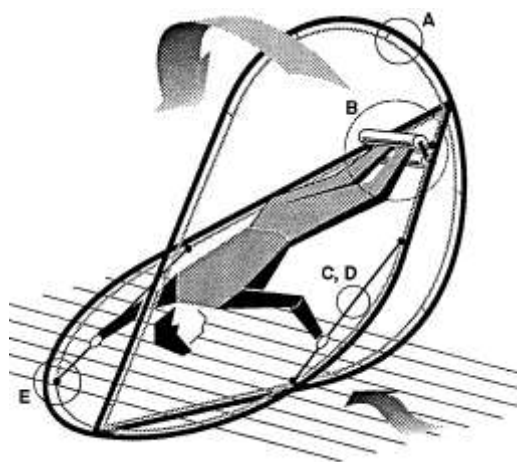


Рис. 6.

и весьма зрелищного в своем применении циркового снаряда (см. рис. 7).



Рис. 7.

Есть фото и видеосвидетельства использования вариаций сферикона в качестве движителя водных судов (см. рис. 8).



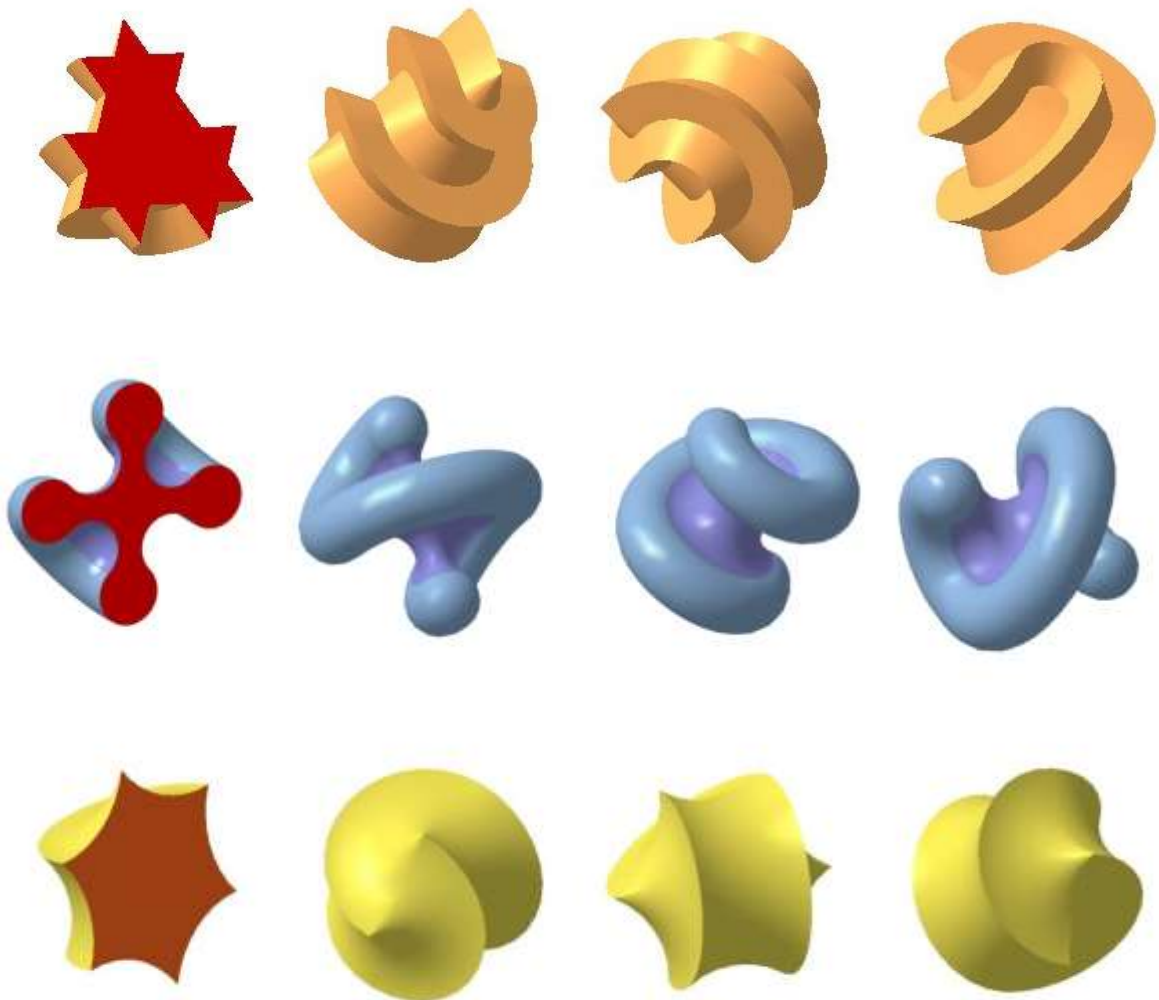
Рис. 9.

А также имеются фотографии моделей самолетов и дирижаблей, эксплуатирующих геометрию сферикона-олоида (см. рис. 9).



Рис. 9.

В завершении я рискну сделать предположение о нераскрытом высоком эстетическом и утилитарном потенциале настоящей фигуры со всеми её рассмотренными и нерассмотренными здесь разновидностями. Попытку моих импровизаций на заданную тему можно увидеть на рис. 10.



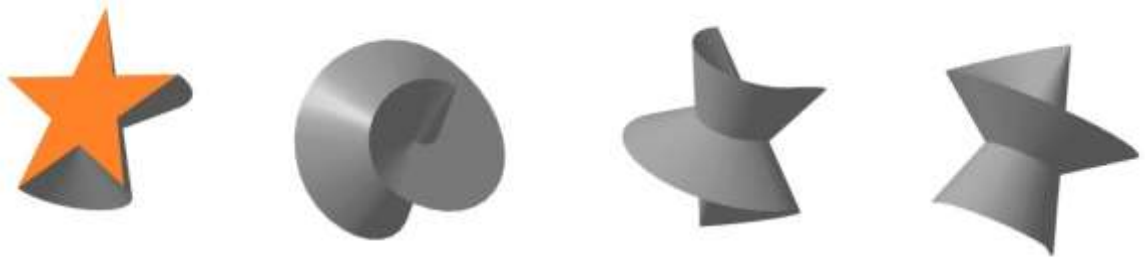


Рис. 10.

Возможно, что у читателей журнала возникнут личные соображения на данный счёт и они найдут для себя возможность поделиться ими с редакцией.

4. Кинетический скат

Мы предлагаем вам самостоятельно сделать конструкцию, которая представляет собой механическую версию ската. Заложенная в его «кинетическую»* природу способность плавно менять свою пространственную форму, имитируя движения живого прототипа, способна дать необычный визуальный эффект.

Перейдем к устройству модели (рис.1). В её основе лежит спиральный распределительный вал, вращению которому передается от мотор-редуктора. Распредвал проходит через пазы подвижных звеньев, шарнирно закреплённых на двух осях. Оси в единстве с опорами образуют неподвижную несущую часть модели. Различные по длине свободные концы подвижных звеньев, при взгляде на конструкцию сверху, воспроизводят контур тела ската.

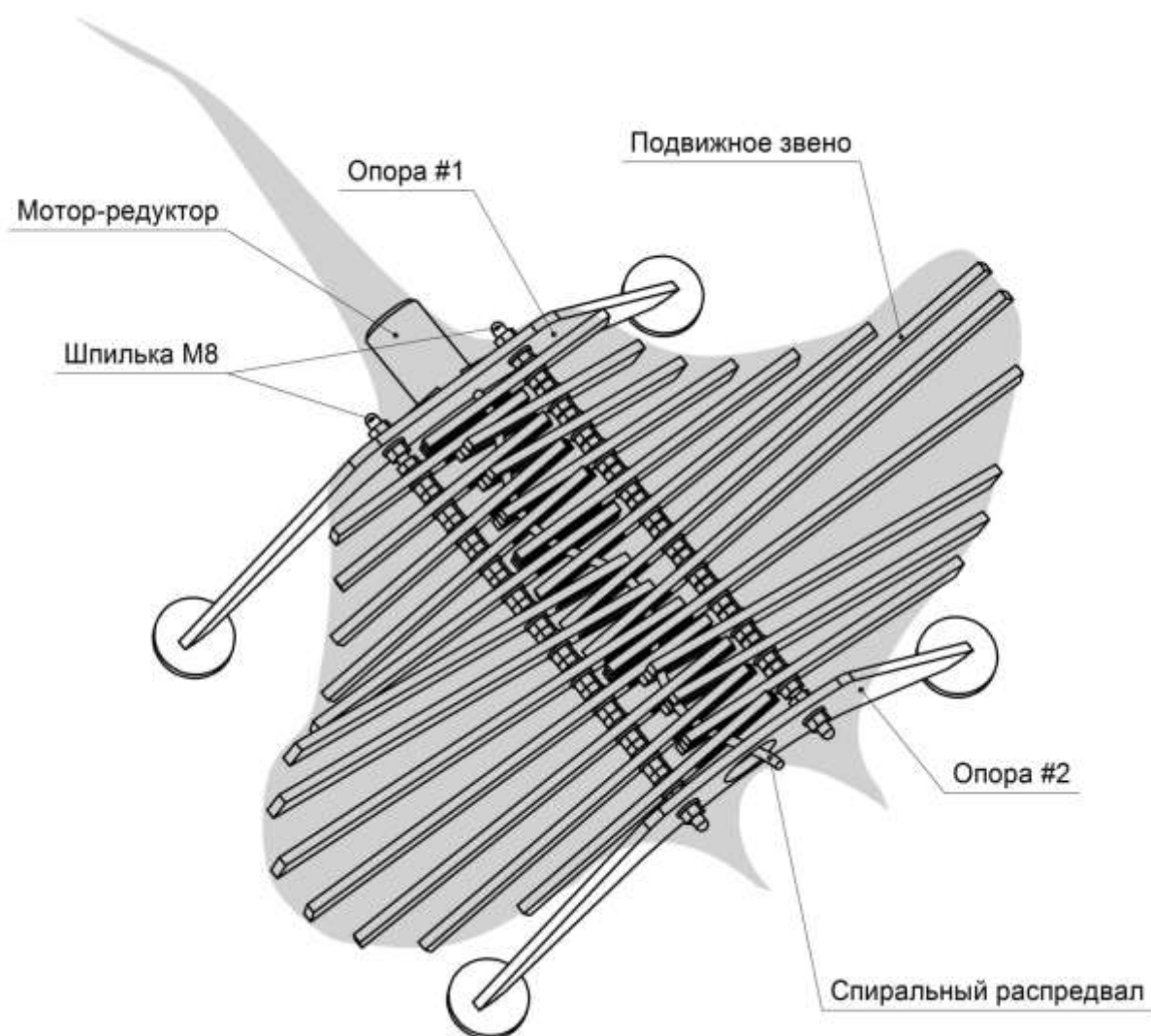


Рис. 1. Внешний вид модели.

Привод (рис. 2) состоит из мотор-редуктора (который, к примеру, можно извлечь из старой электро-механической игрушки) и связанного с ним через муфту

* Кинетизм - направление в искусстве, эксплуатирующее тему движения в качестве элемент формообразования.

спирального распредела. Спиральный вал изготавливается из неупругой стальной проволоки по оправке.

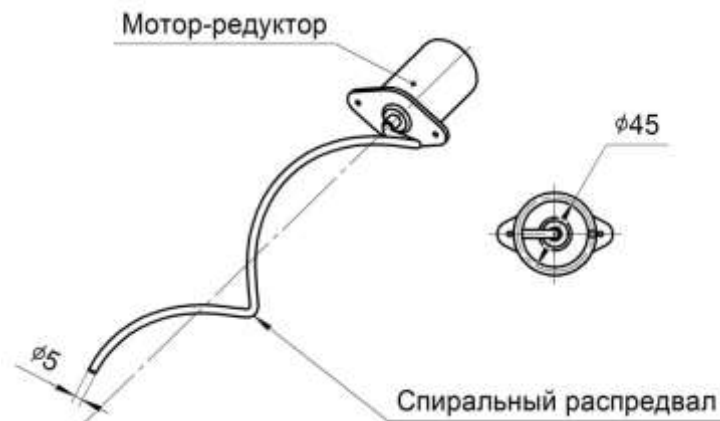


Рис. 2. Привод.

Размеры подвижных звеньев конструкции показаны на рис. 3. В качестве двух осей, связанных с опорами 1 и 2 (см. рис. 4), используется резьбовая шпилька М8. Положение подвижных звеньев на осях, в соответствии со схемой, фиксируется с помощью гаек М8 и плоских шайб А8. Возможность осевого поворота подвижного звена призваны обеспечить зазоры δ , определяемые на практике.

На концах резьбовых шпилек рекомендуется использовать колпачковые гайки. Материал для плоских деталей - фанера или оргстекло с толщиной в диапазоне 6-8мм, с расчетом на представленные размеры.

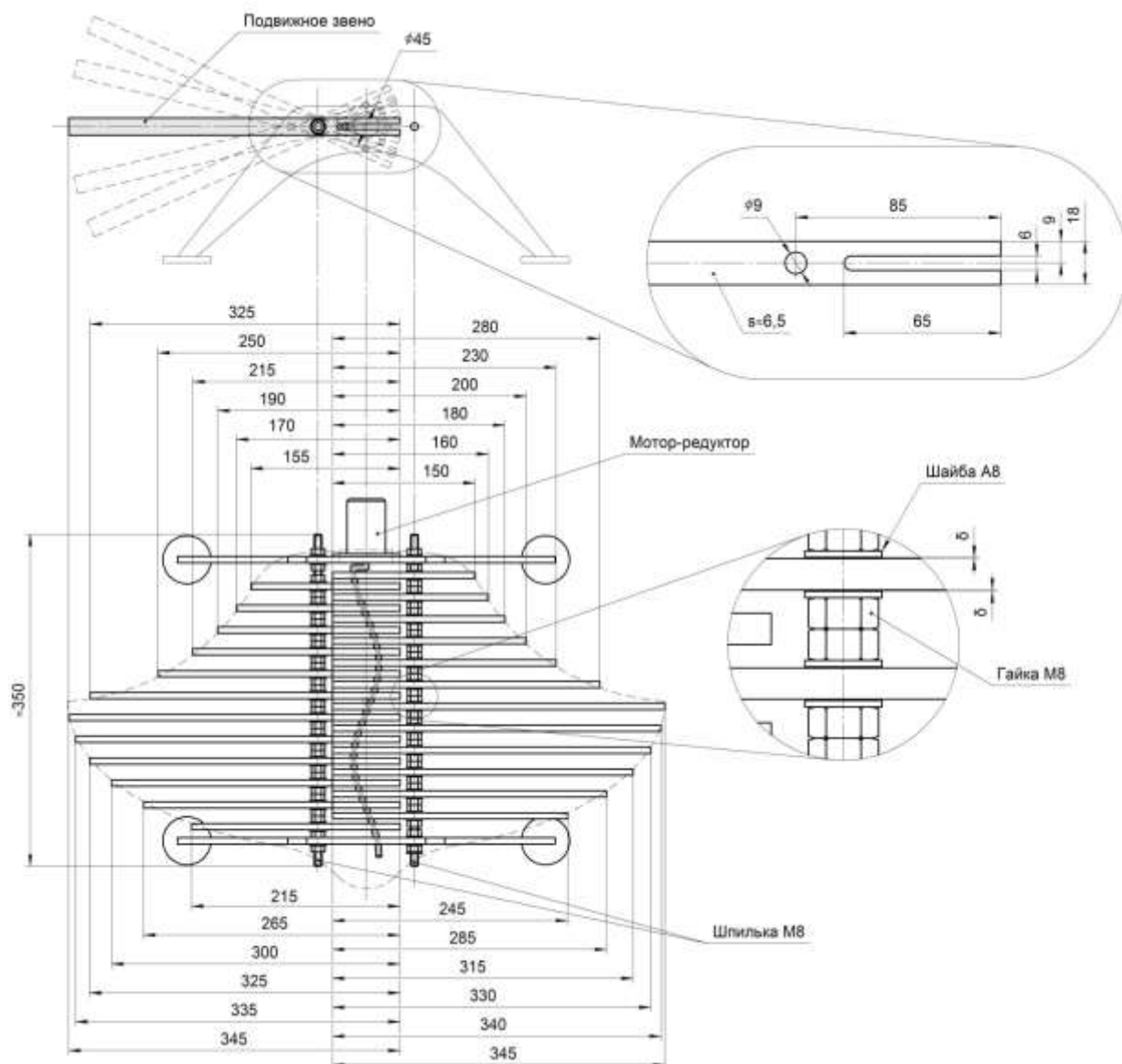


Рис. 3. Схема расположения подвижных звеньев.

«Пятки» опор (рис. 4) соединить с помощью «суперклея». Для дополнительного контакта готовой модели с горизонтальной поверхностью можно использовать двухсторонний скотч.

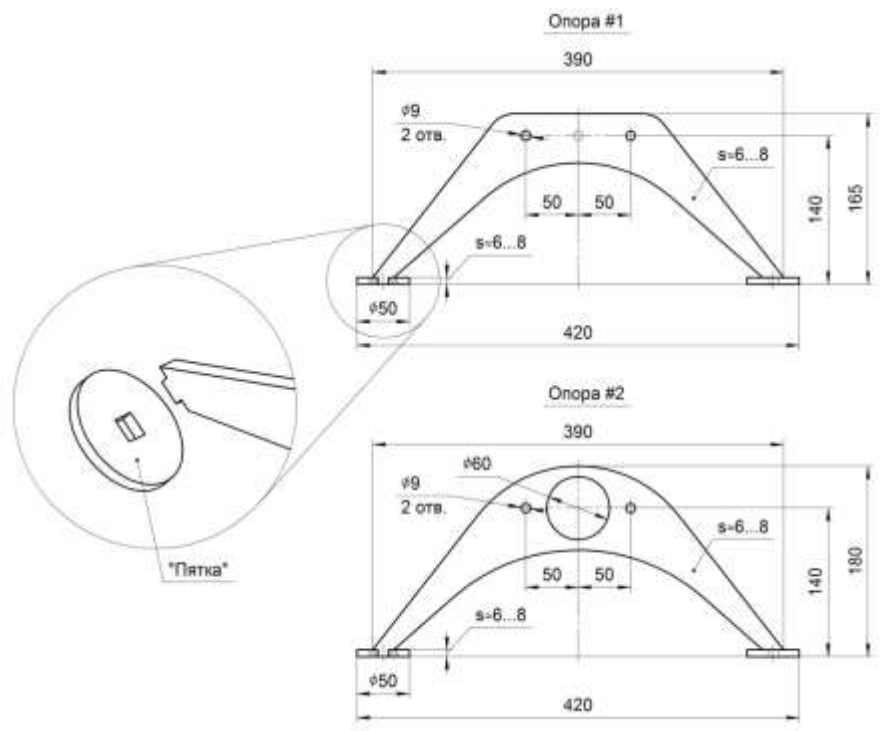


Рис. 4. Опоры.

В порядке творческого эксперимента можно ввести в конструкцию светодиодное освещение. В этом случае, плавность перетекания формы, снабженной иллюминацией, придадут конструкции завораживающий, гипнотический вид.

Данный кинетический объект может быть использован для художественных инсталляций и оформления интерьеров, а также послужить толчком к самостоятельным поискам решений по созданию динамических конструкций эстетического характера.

5. Черепашка-«камикара»

Автор этой удивительной черепашки, конструкцию которой мы попытались разгадать, ориентируясь на общедоступное видео – японский дизайнер Харуки Накамура (Haruki Nakamura - английская транскрипция).

Если сдавить импровизированный панцирь модели, как это показано на рис. 1, то черепашка спрячет голову, лапки и хвост и станет плоской, а потом, после того как сдавливающее действие будет снято, восстановит свой прежний объемный вид.

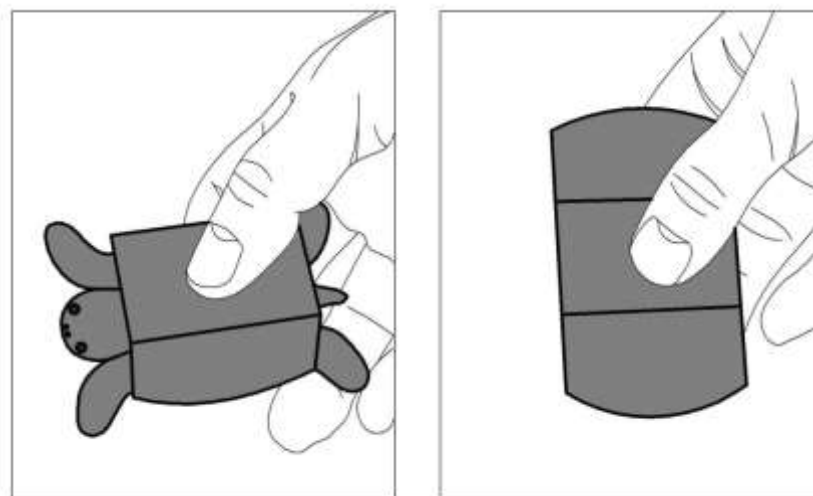


Рис. 1

Техника, в которой создана эта конструкция называется «камикарой», и представляет она собой синтез трех техник – оригами*, киригами**, каракури***.

--

* Оригами (яп. 折り紙, букв.: «сложенная бумага») — вид декоративно-прикладного искусства; древнее искусство складывания фигурок из бумаги.

** Киригами (яп. 切り紙 кири — резанный, ками — бумага) — искусство изготовления фигурок и открыток, из бумаги с помощью ножниц, способных трансформироваться из объемных форм в плоские.

*** Каракури. Слово «каракури» (яп. 絡繰り人形) переводится как «механическое устройство, созданное чтобы дразнить, обмануть или удивить человека». Каракури представляет собой разновидность механической игрушки.

Чтобы самостоятельно сделать черепашку, вам надо вырезать по контуру детали, показанные на рис. 2, предварительно наклеив их на плотную бумагу. До сборки модели, по показанным на деталях штриховыми линиям сгибам, необходимо провести по линейке

авторучкой без красящей пасты, сформировав бороздки для ровного последующего сгиба.

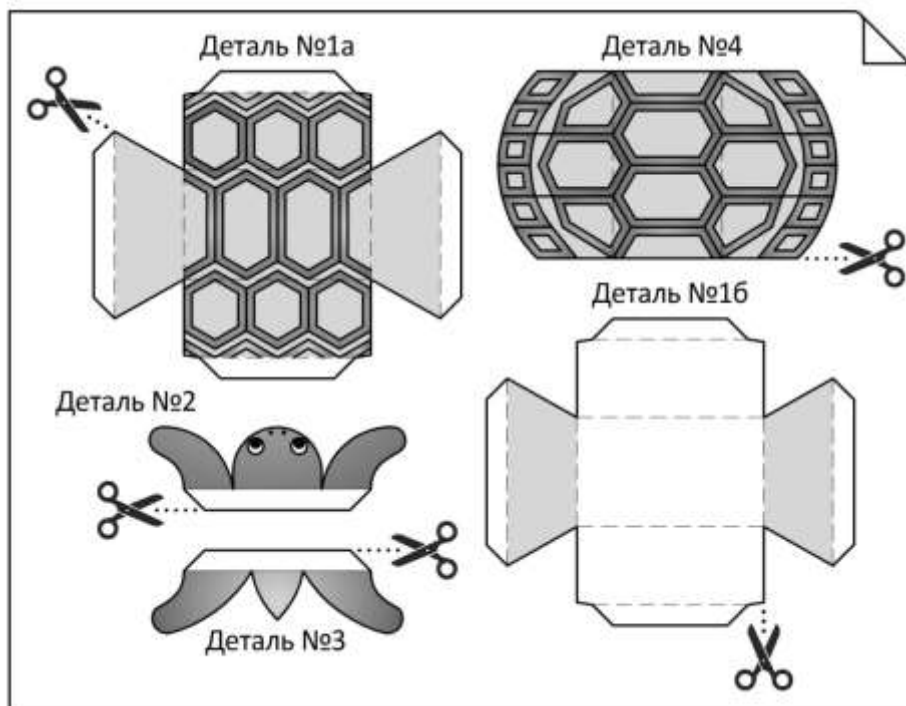


Рис. 2

Дальнейшее изготовление модели предполагает соблюдение последовательности действий, изображенной на рис. 3. Здесь надо обратить внимание на использование в конструкции канцелярской резинки (см. рис. 3.8), которая позволяет «черепашке» после сдавливания возвращаться в исходную объемную форму.

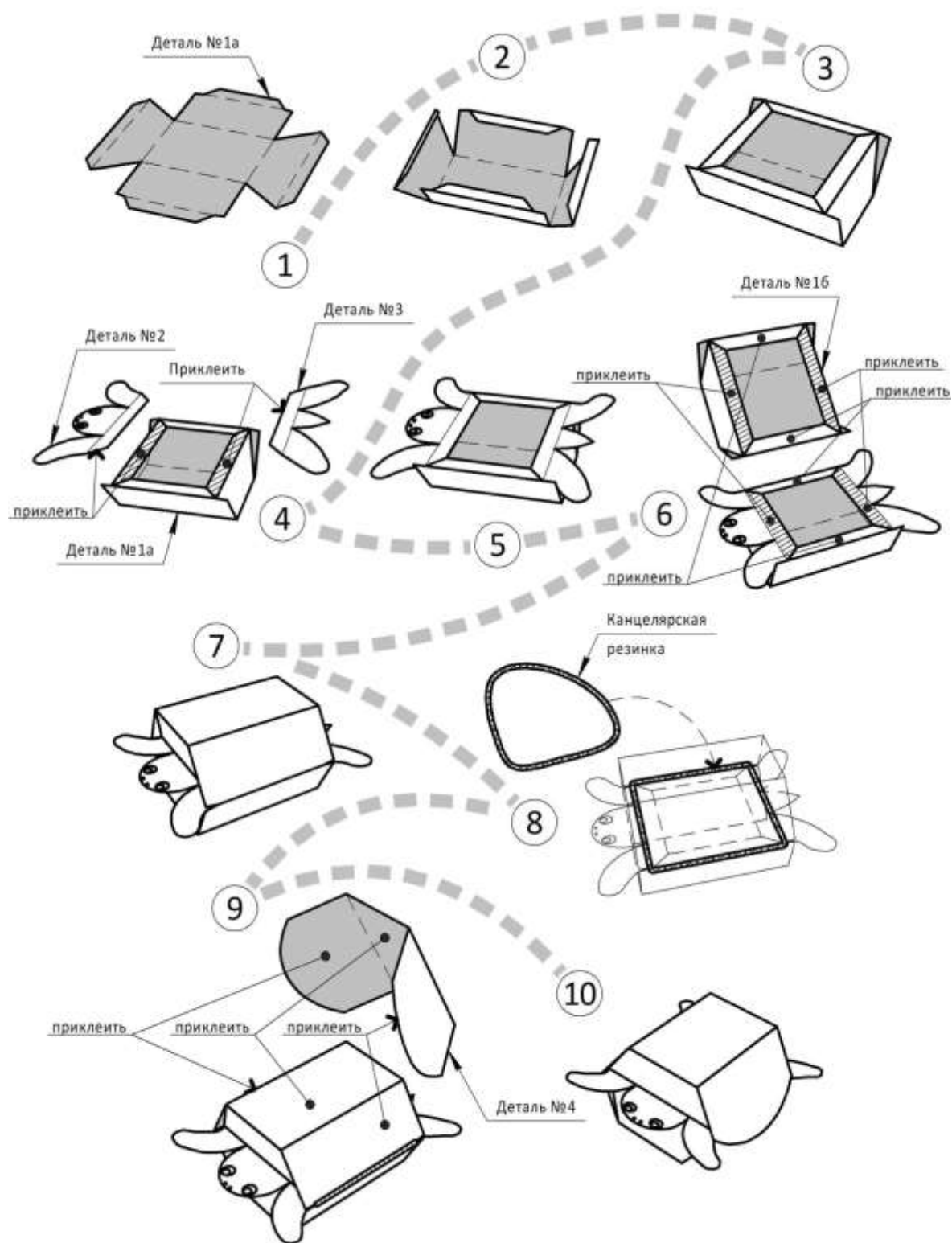


Рис. 3

Читатели, изучив принцип, положенный в основу «черепашки» и аналогичных ей моделей, выполненных в технике «камикара», могут поэкспериментировать и предложить свои версии кинетических бумажных моделей.

6. Модуль Сонобе

Техника оригами, как разновидность бумажного моделирования, предполагает, что бумажные листы складываются таким образом, что трение в складках удерживает фигуру в собранном виде, не давая ей развалиться. Особого внимания в случае с оригами заслуживает «модульная» разновидность. В модульном оригами в процессе складывания используется несколько листов бумаги. Количество таких листов может быть очень велико и зависит от числа модулей в конструкции собираемой фигуры. Своеобразным олицетворением самого принципа модульного оригами является модуль Сонобе, названный так по имени его создателя, японского оригамиста Мицунобу Сонобе, и представляющий собой сложенный из квадратного листа параллелограмм с двумя кармашками для соединения его с аналогичными модулями. Схема последовательной сборки модуля показана на рис. 1. Мы советуем использовать готовые комплекты разноцветных листов бумаги квадратной формы для заметок (90x90мм).

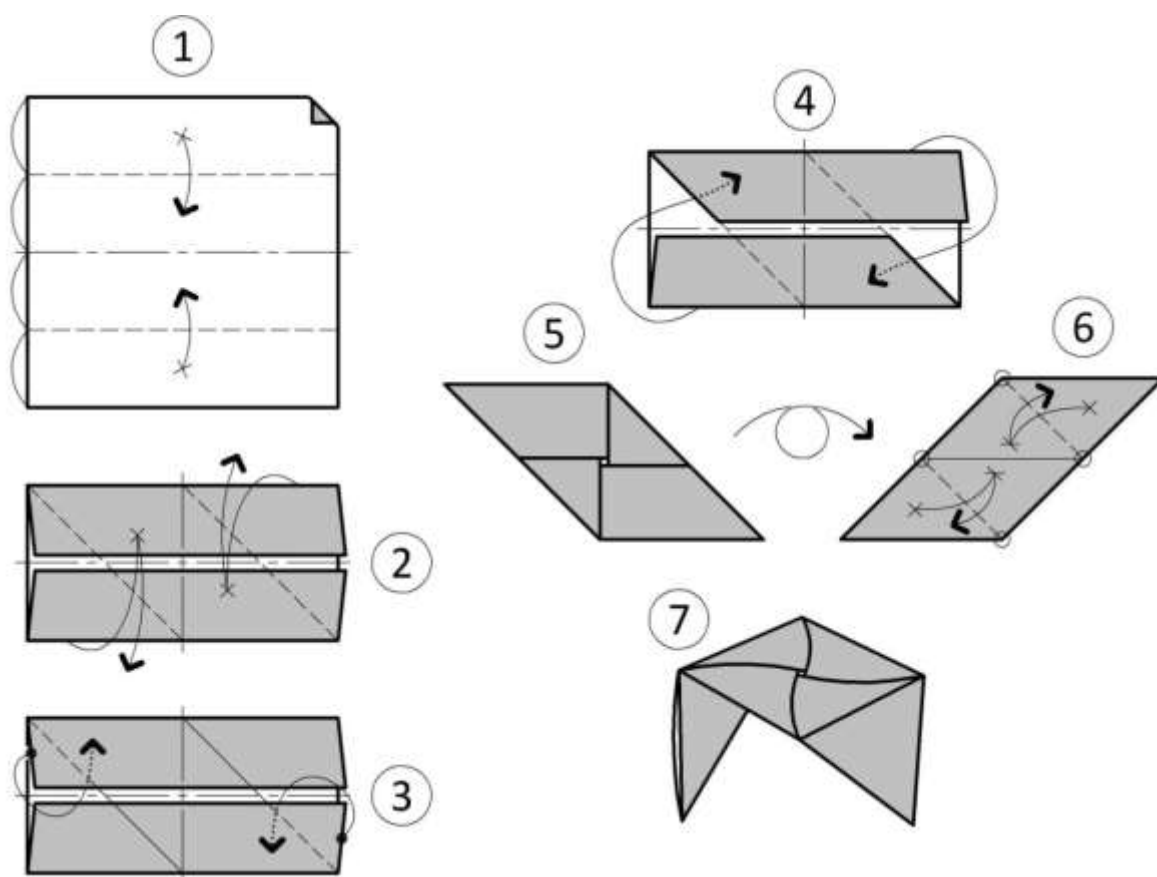


Рис. 1

К явным преимуществам техники оригами относится то, что она не требует использования в работе клея. Принцип соединения модулей проиллюстрирован на рис. 2.

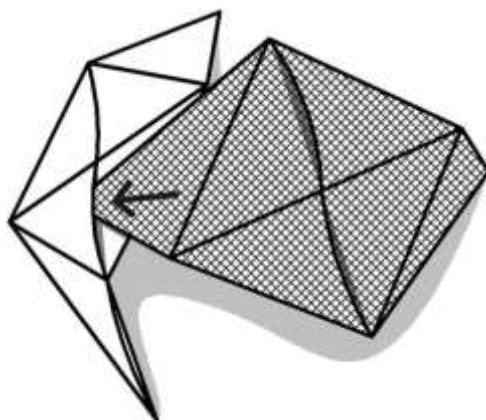


Рис. 2

Бесконечно велико многообразие пространственных тел, создаваемых на основе модуля Сонобе. Некоторые примеры объемных геометрических тел, с указанием количества необходимых для их воспроизведения модулей, показаны на рис. 3.

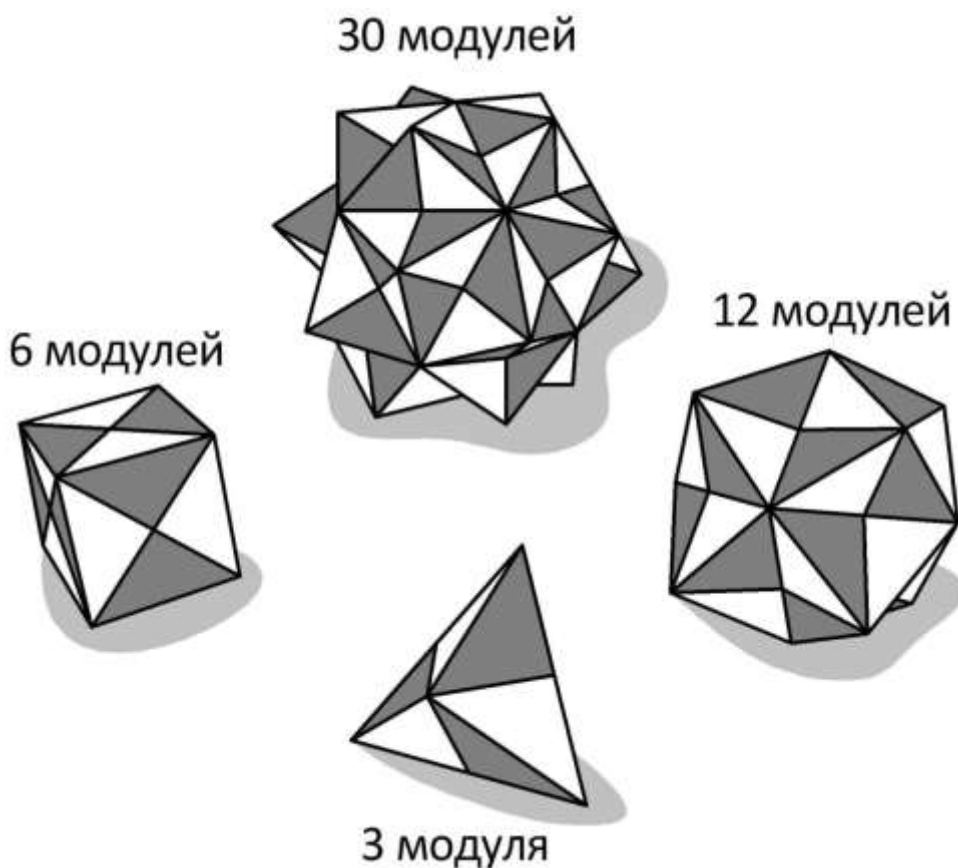


Рис. 3

Техника модульного оригами на основе элемента Сонобе представляет собой своеобразную версию бумажного конструктора.

То, что ваша фантазия не должна быть ограничена при самостоятельных экспериментах по воспроизведению сложных объемных форм, доказывает пример с птицей, сделанной с использованием 38 модулей (рис. 4).

Птица из 38 модулей



Рис. 4

Фотографии с созданными Вами оригинальными моделями мы просим направлять на электронный почтовый ящик редакции.

7. Камера-люцида

Знаете, как, не имея навыка рисования, с натуры вручную запечатлеть любой неподвижный объект, образ?.. В этом вам призвано помочь простое приспособление – камера-люцида, служащая для переноса изображений объектов на бумагу. Изобретенная в начале XIX века английским физиком Волластоном*, камерой она была названа по аналогии с камерой-обскура, которая тогда широко использовалась для получения оптических изображений. Правда, замкнутого пространства — «камеры» — такого, как в камере-обскура, в описываемом нами устройстве у неё нет.

В версии конструкции камеры-люцида, которую мы вам предлагаем самостоятельно сделать, в качестве основного элемента предполагается использовать стекло (или прозрачный пластик), расположенное под углом 45 градусов к поверхности листа и к графически воспроизводимому объекту (см. **рис.1**).

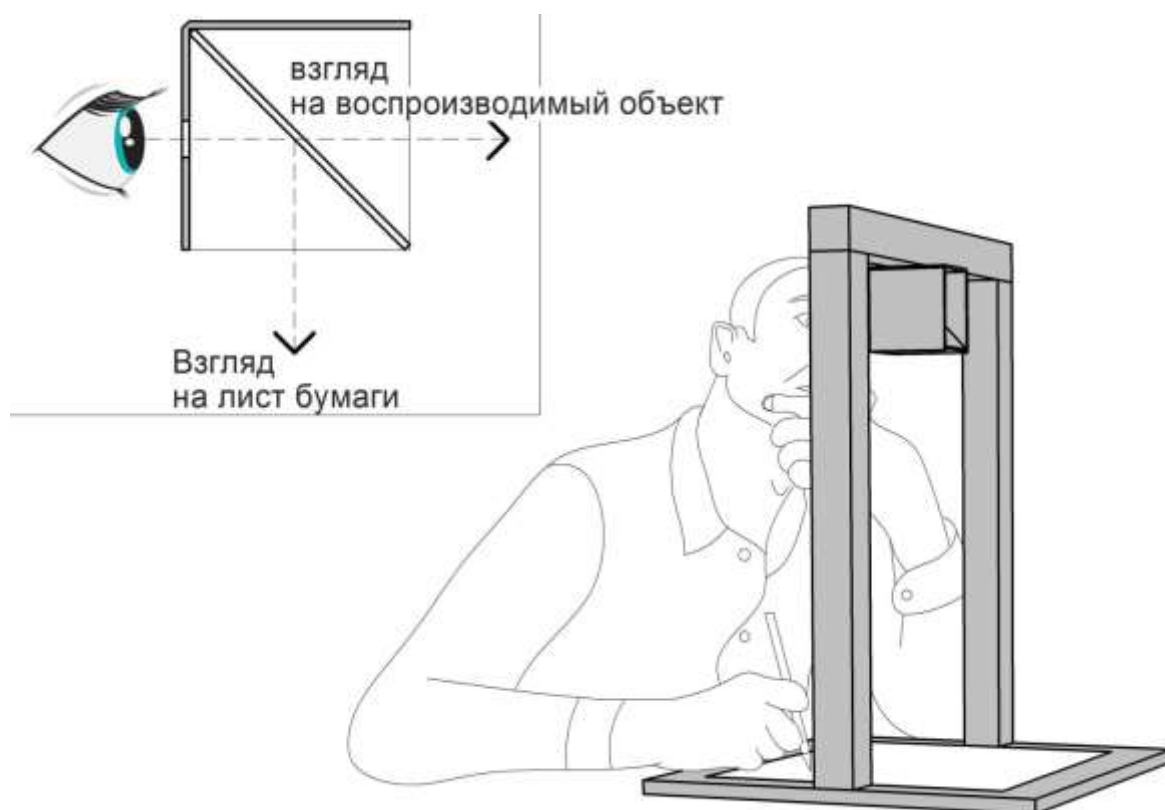


Рис. 1

* Уильям Хайд Волластон или Уолластон (англ. *William Hyde Wollaston*; 1766—1828) — английский учёный. Открыл палладий (1803) и родий (1804). Впервые получил (1803) в чистом виде платину. Открыл (1801) независимо от И. Риттера ультрафиолетовое излучение, сконструировал рефрактометр

(1802) и гониометр (1809).

Сориентировав, глядя в окуляр, устройство на запечатлеваемом объекте, рисовальщик одновременно может видеть мнимое изображение копируемого образа на поверхности листа бумаги, закрепленного на основании конструкции. После чего остается обвести изображение карандашом и рисунок, с сохранением точных пропорций и перспективы, готов (см. **рис.2**).



Рис.2

Для изготовления самой «камеры» потребуется картон, для чего можно использовать гофрированный от упаковки. Его размер должен позволить сделать развертку, показанную в верхней части **рисунка 3**.

Упомянутое выше стекло (или пластик), составляющее оптическую основу конструкции, должно соответствовать размерам, показанным в нижней части **рисунка 3**.

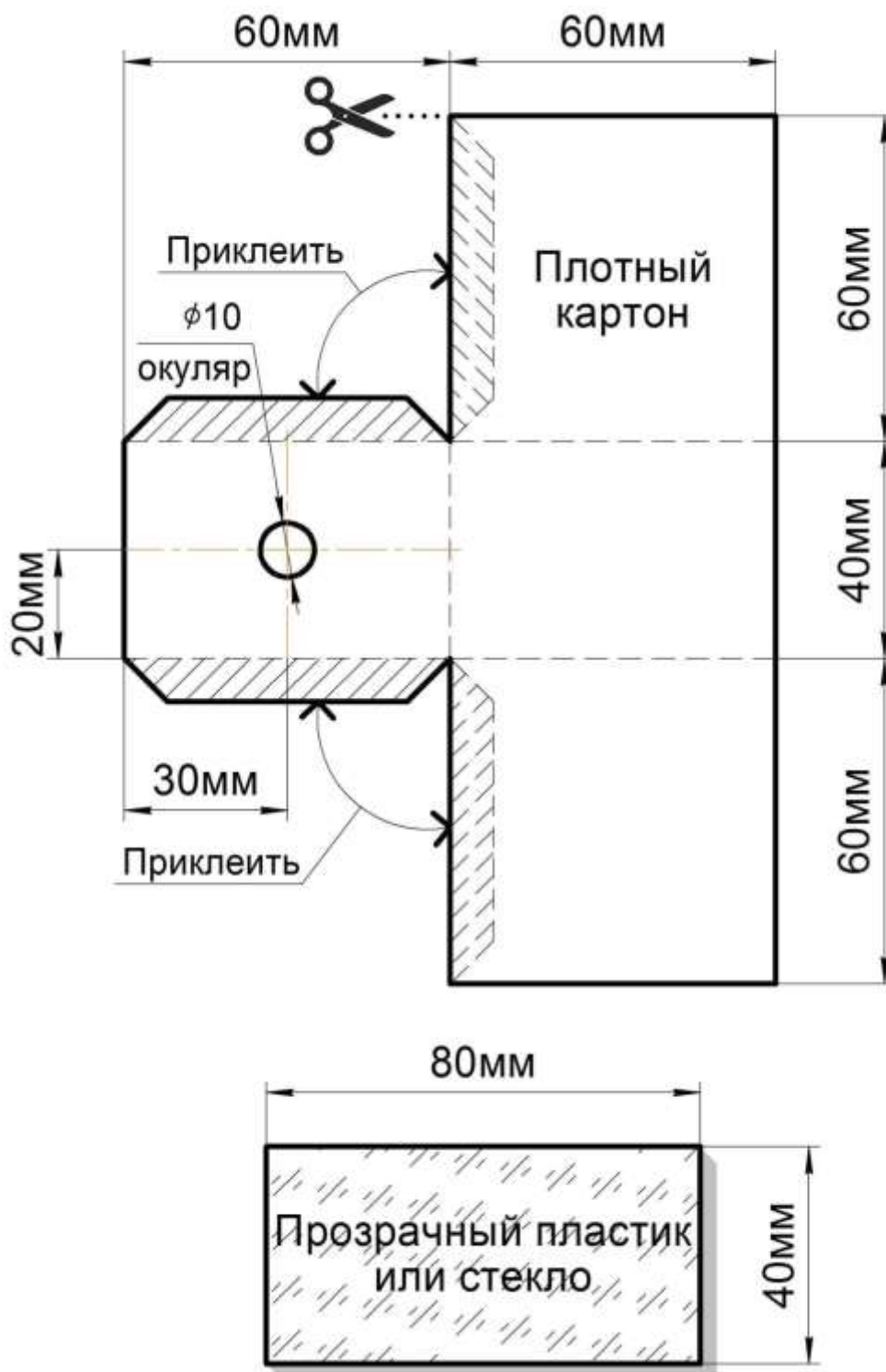


Рис. 3

Внешний вид собираемой конструкции показан на **рис. 4**. Картонную заготовку необходимо согнуть по пунктирным линиям (для чего необходимо провести по линейке авторучкой без красящей пасты, сформировав бороздки для ровного последующего сгиба) и зафиксировать требуемую форму при помощи клея или термопистолета, присоединив заштрихованные клапаны к смежным поверхностям. Далее следует размесить стекло под углом 45 градусов

к поверхности с отверстием, имеющим назначение окуляра, и зафиксировать его при помощи термопистолета в ранее сделанном картонном корпусе.

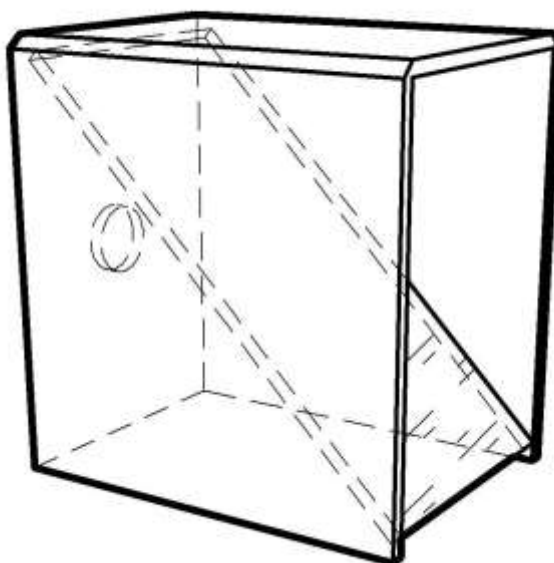


Рис. 4. Внешний вид камеры-люцида.

Для удобства эксплуатации камеры-люцида её необходимо закрепить на конструкции с основанием (см. **рис. 5**). Для чего предполагается использовать фанерный лист (с толщиной не менее 10мм), в качестве самого основания, и брус с сечением 30х30мм для стоек и перекладины. Ориентируйтесь на размеры, указанные в поясняющих к описанию иллюстрациях.

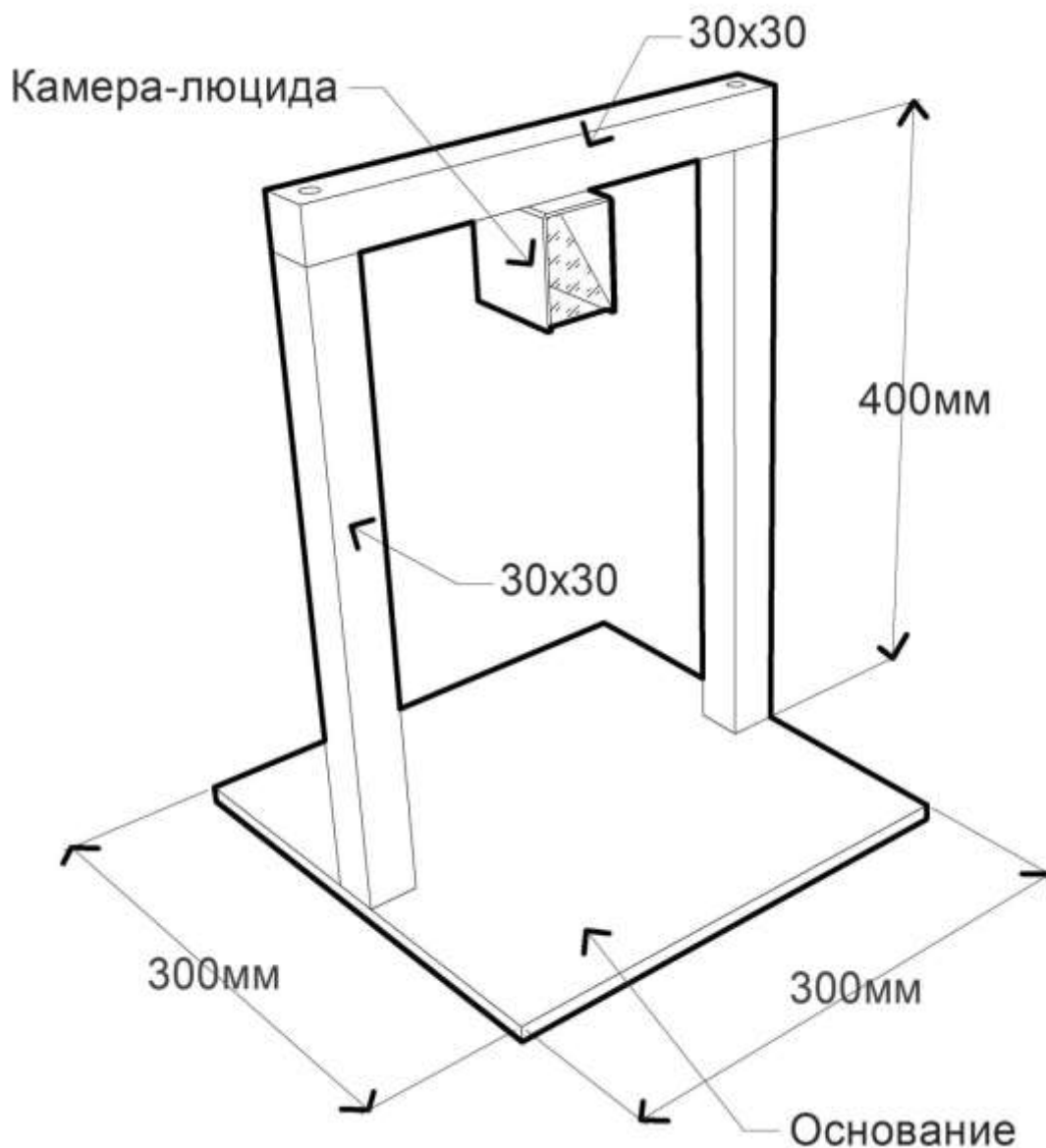


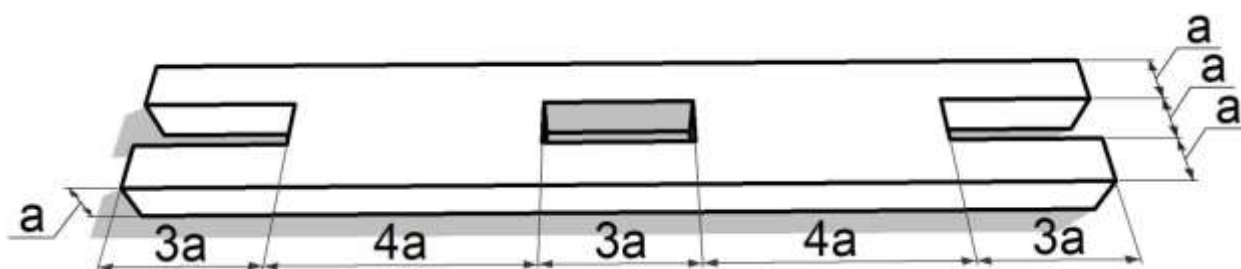
Рис. 5

Для справки, оптический эффект, который лежит в основе предложенной вниманию читателей камеры-люциды, нашёл свое применение в сценической магии в виде так называемого «призрака Пеппера». Для организации иллюзии используется лист стекла и специальная технология освещения, которая позволяет объектам появляться или исчезать, становясь прозрачными, плавно превращаться и менять положения. Эта техника названа в честь Джона Генри Пеппера (1821-1900), британского ученого и изобретателя. Но это уже совсем другая история...

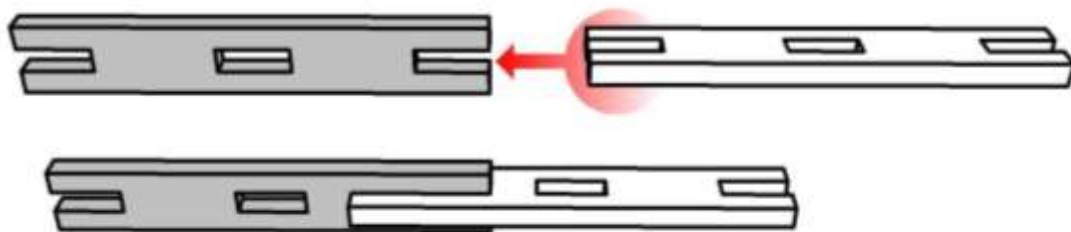
8. Конструктор пространственно-структурных форм

Предлагаемый вашему вниманию конструктор – это система для объектного моделирования пространственно-структурных конструкций, которая состоит из комплекта плоских деталей.

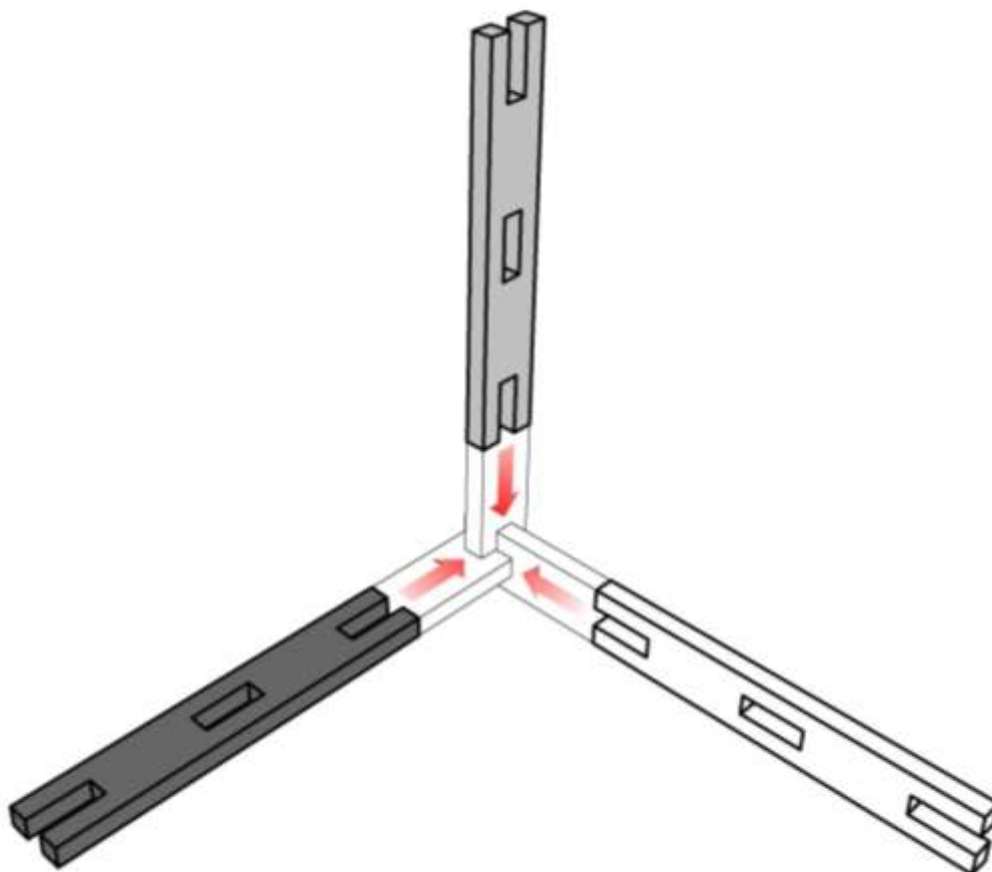
Ориентируясь на базовый тип детали конструктора, показанный на **рис. 1**,



мы можем проиллюстрировать два способа соединения элементов, которые возможны в данной системе (см. **рис. 2**).



а) соединение двух элементов по типу «паз-в-паз»;



б) соединение трех элементов по типу «шип-паз».

Рис. 2. Два способа соединения элементов системы.

Комбинация из трех деталей базового типа в объеме куба представлена на **рис. 3**. Как показано на иллюстрации сочетаний элементов конструктора **(б)** и **(в)**, центральный паз детали данного типа имеет функциональное назначение.

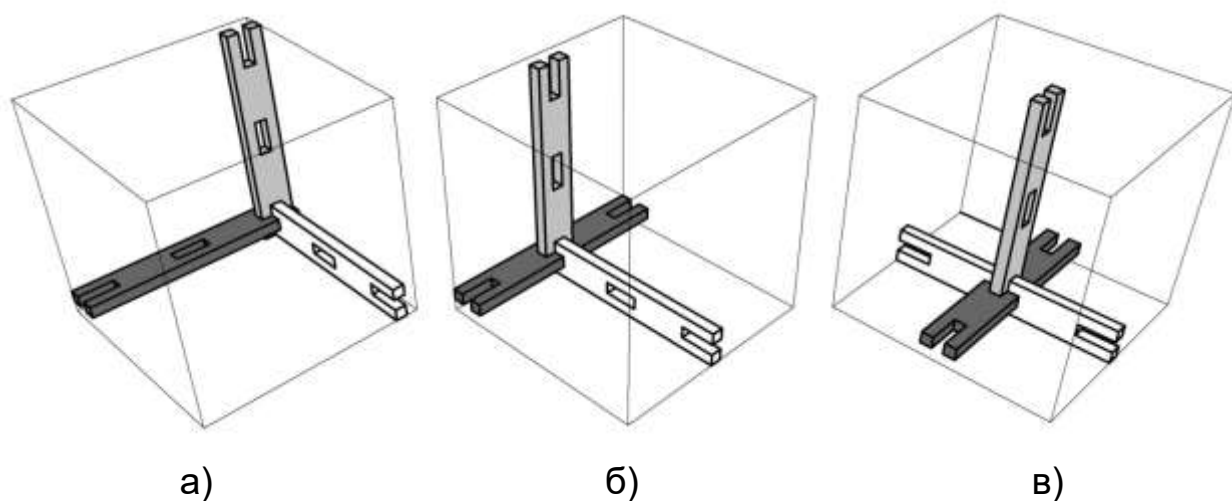


Рис. 3

Номенклатура элементов конструктора может быть дополнена деталями. На **рис. 4** можно увидеть два дополнительных типа деталей.

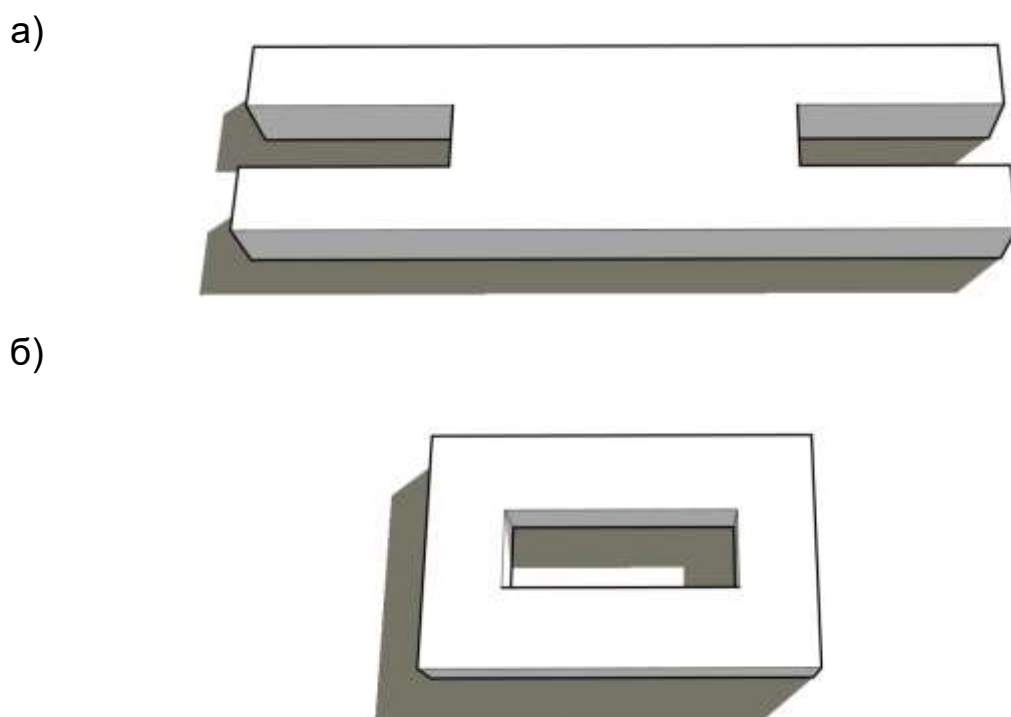


Рис. 4

Пример конструкции, в которой используется сочетание деталей трех типов, показан на **рис. 5**.

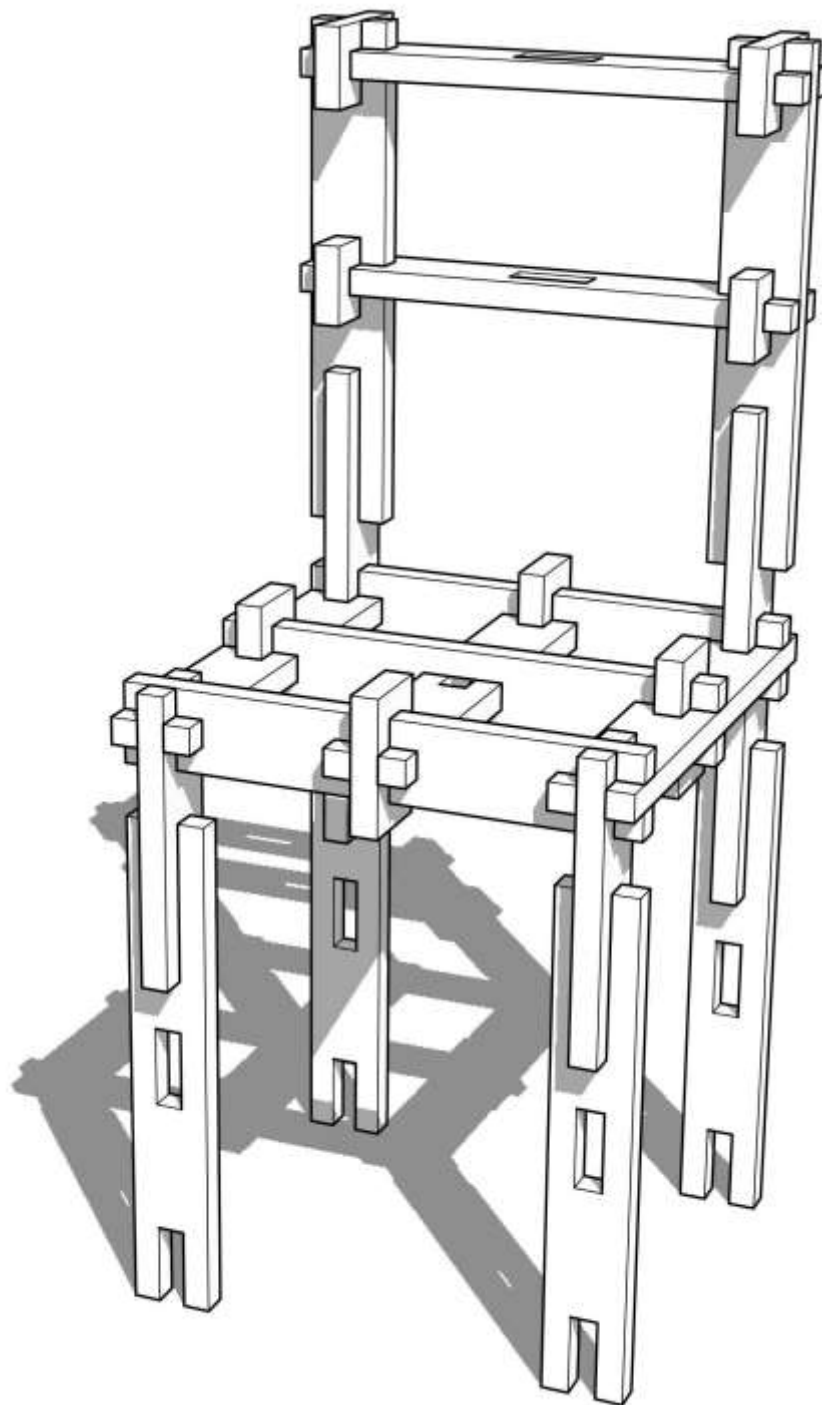


Рис. 5

Ниже следует описание бумажной версии конструктора, доступной для быстрого самостоятельного воспроизведения в домашних условиях. На **рис. 6** показана развёртка детали #1, которую необходимо сделать из бумаги для черчения (плотность бумаги – 200г/м²), следуя размерам*, указанным на рисунке (или же сделать заготовку детали нужного вам размера, соблюдая масштаб),

--

* Все размеры даны в миллиметрах.

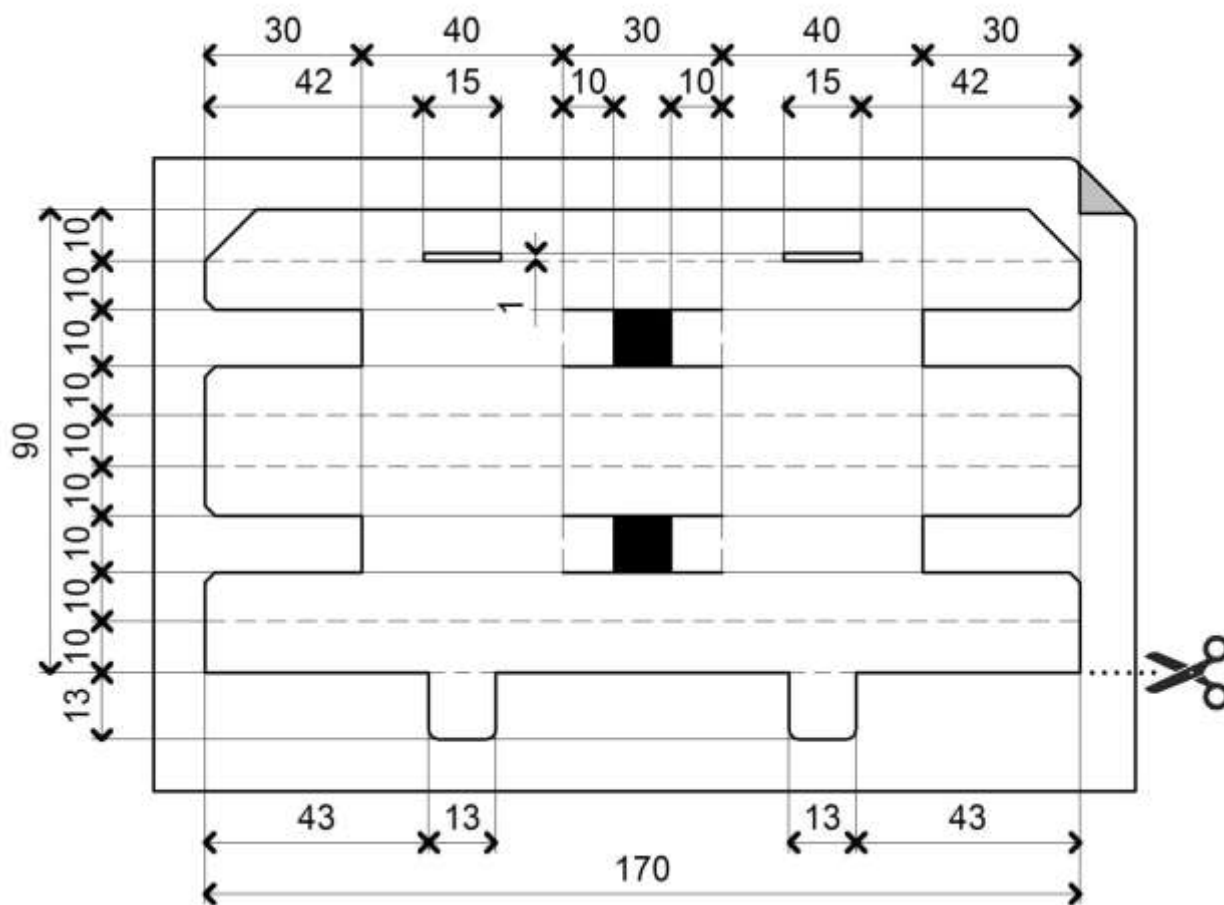


Рис. 6. Развёртка детали #1.

а далее осуществить с ней всю последовательность операций, показанных на **рис. 7**, используя клей для фиксации указанных поверхностей. Обратите внимание на необходимость завести «язычки» в прорези, как это показано на виде (II) **рис. 7**. Данные элементы введены в конструкцию для возможности получить, с требуемой точностью, сориентированные друг относительно друга поверхности детали, исключить их смещение при склеивании.

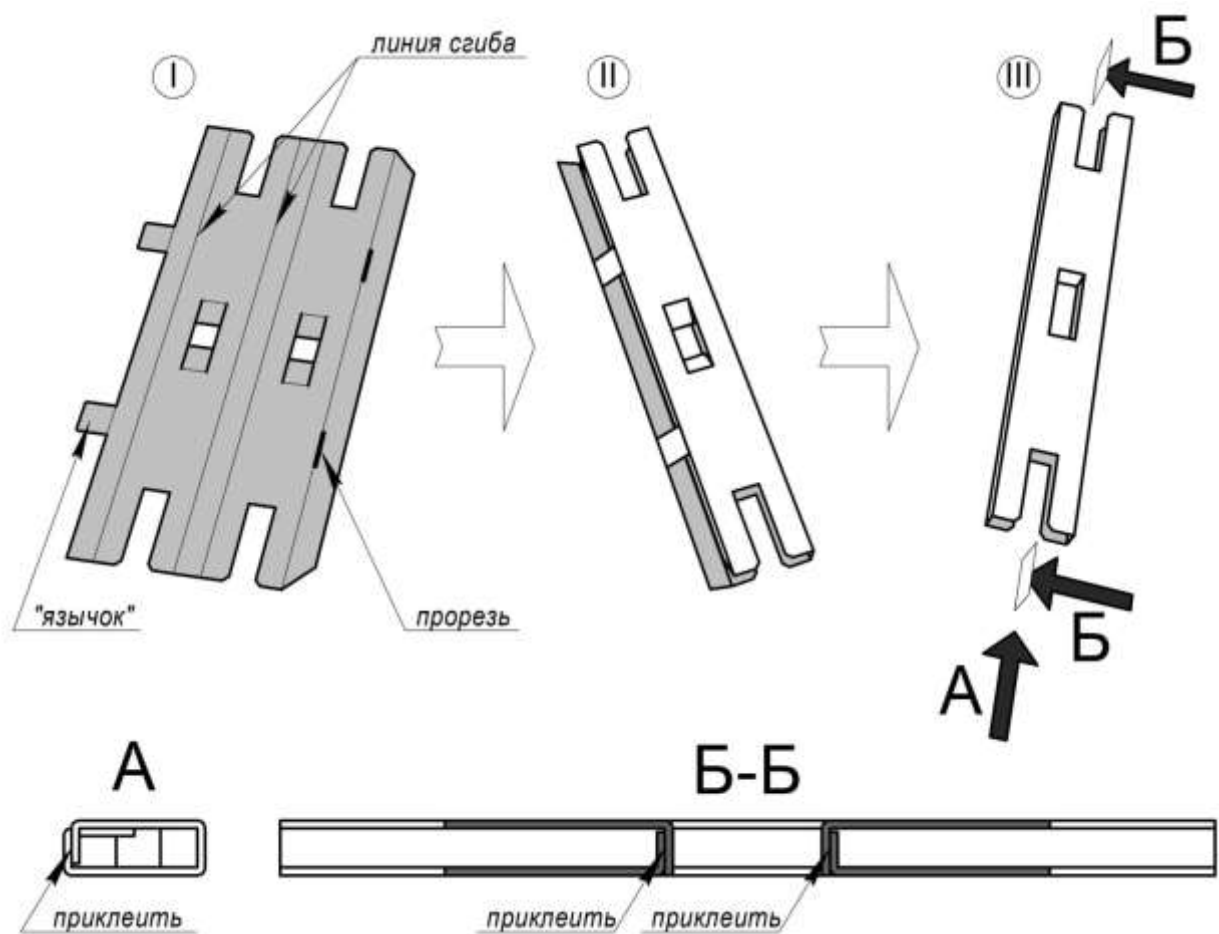


Рис. 7

Повторите те же, что и в случае с деталью #1, действия в отношении деталей #2 (см. **рис. 8** и **9**) и #3 (см. **рис. 10** и **11**). Имейте в виду, что изменение масштаба деталей должно быть единым для всех деталей одного комплекта.

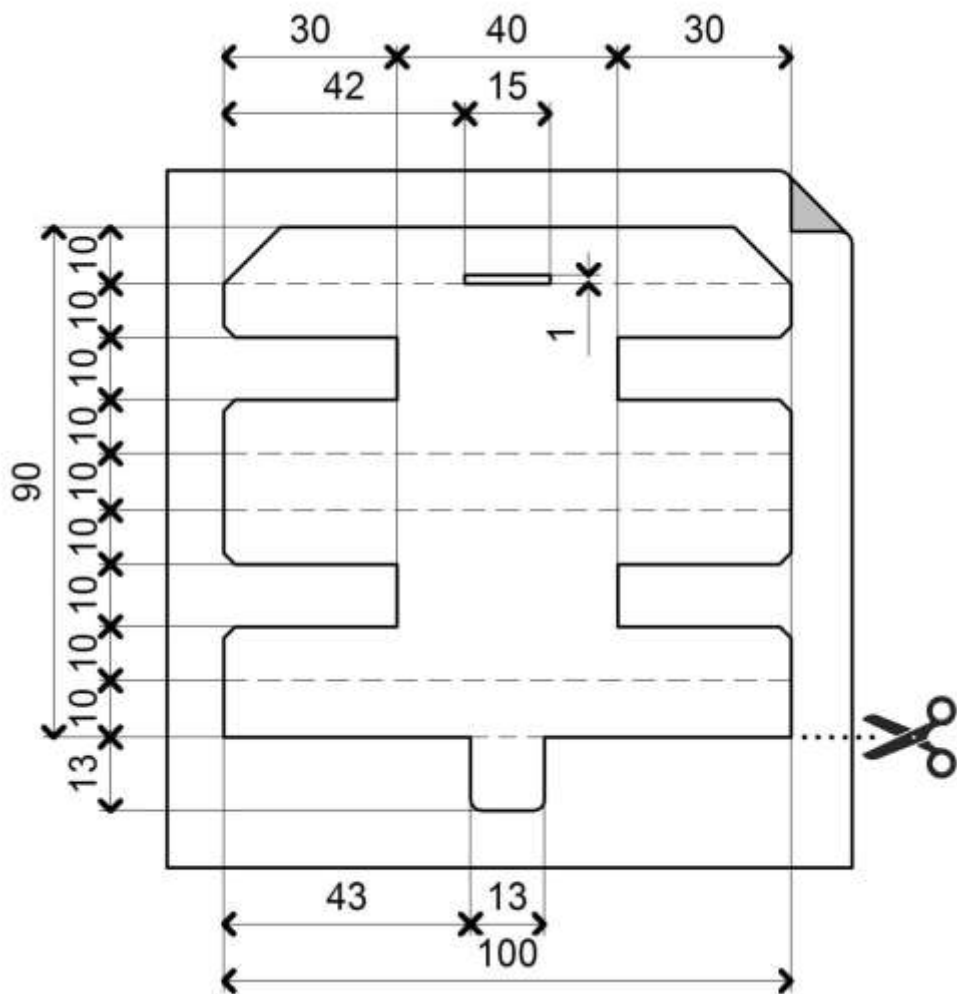


Рис. 8. Развёртка детали #2.

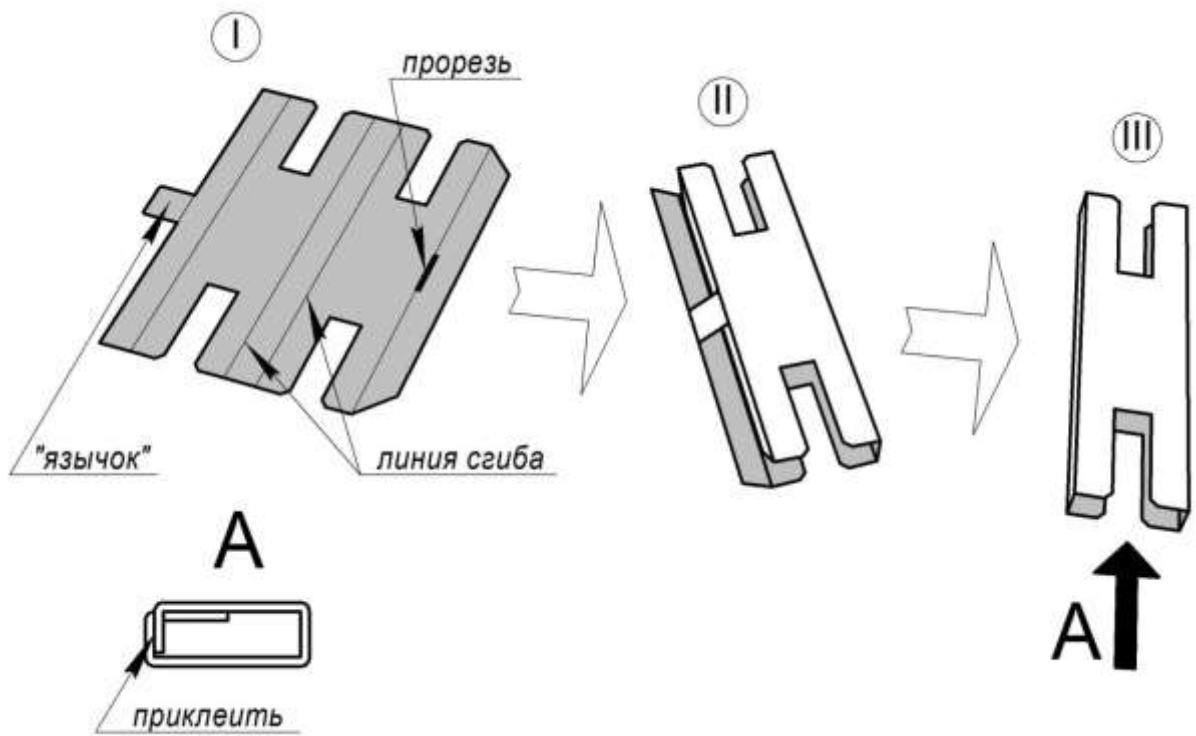


Рис. 9

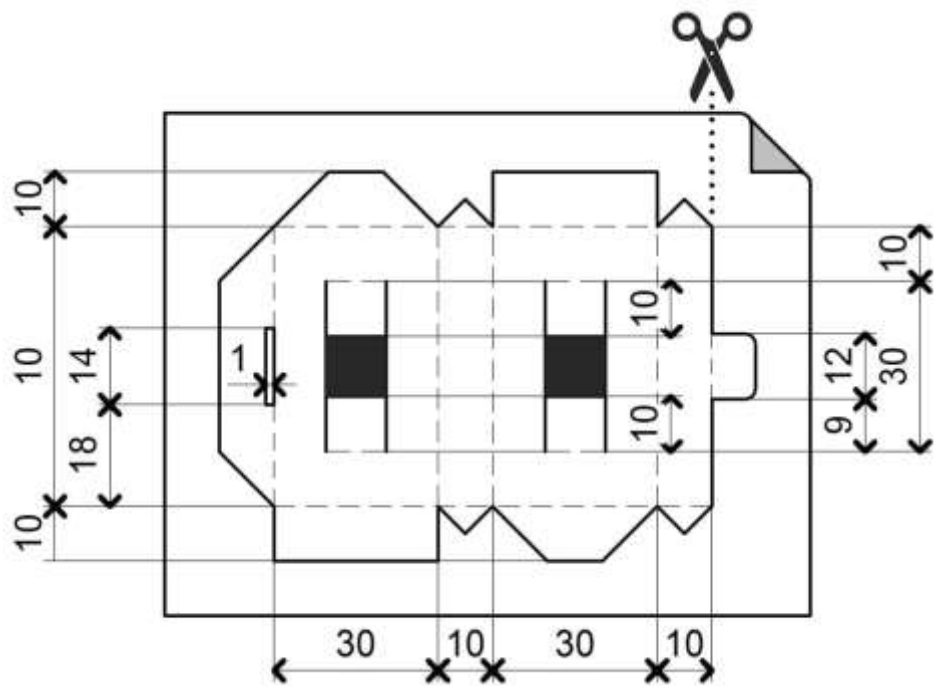


Рис. 10. Развёртка детали #3.

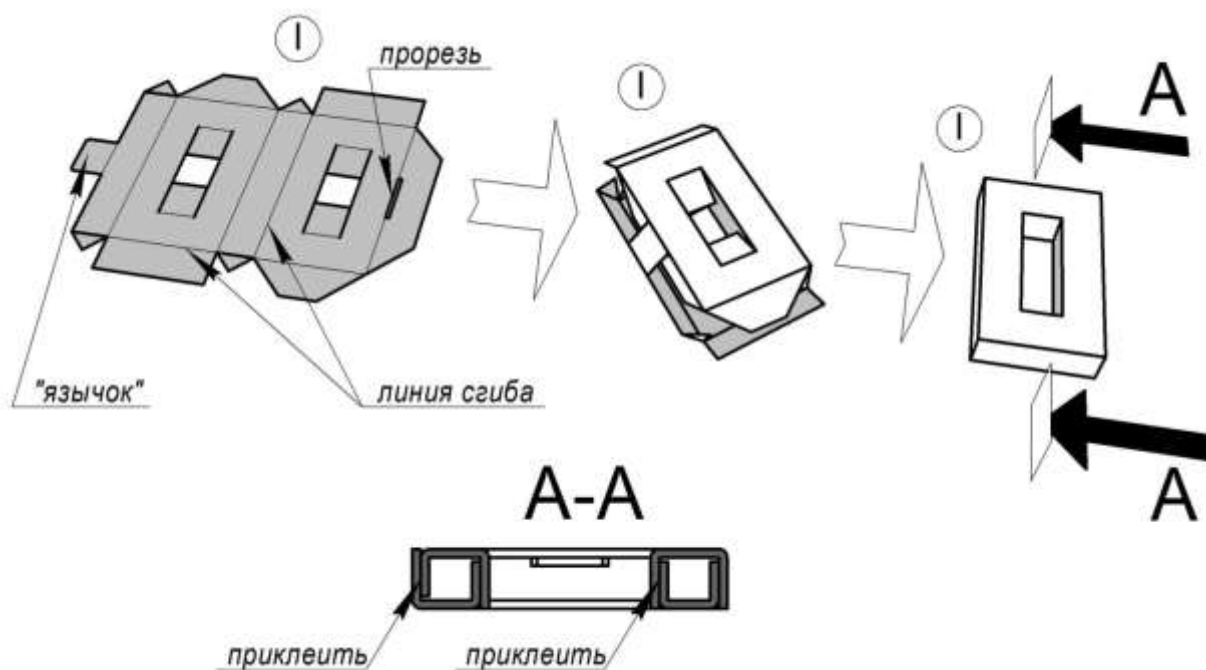


Рис. 11

Особенность бумажной версии конструктора, в силу специфики бумаги для черчения как материала, предполагает наличие «фиксирующей» детали, развёртка которой показана на **рис. 12**.

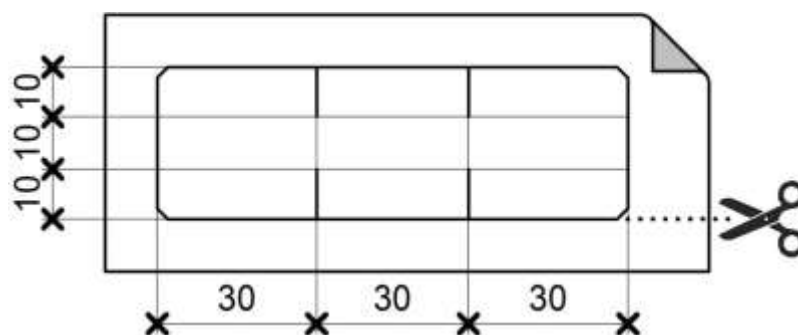


Рис. 12. Развёртка «фиксирующей» детали.

Следуя схеме последовательности операций с заготовкой (см. **рис. 13**), так же, как и в случае с предыдущими деталями, выполненной из бумаги для черчения, мы в итоге получаем финальный вариант, пригодный для использования в предметном пространственном моделировании.

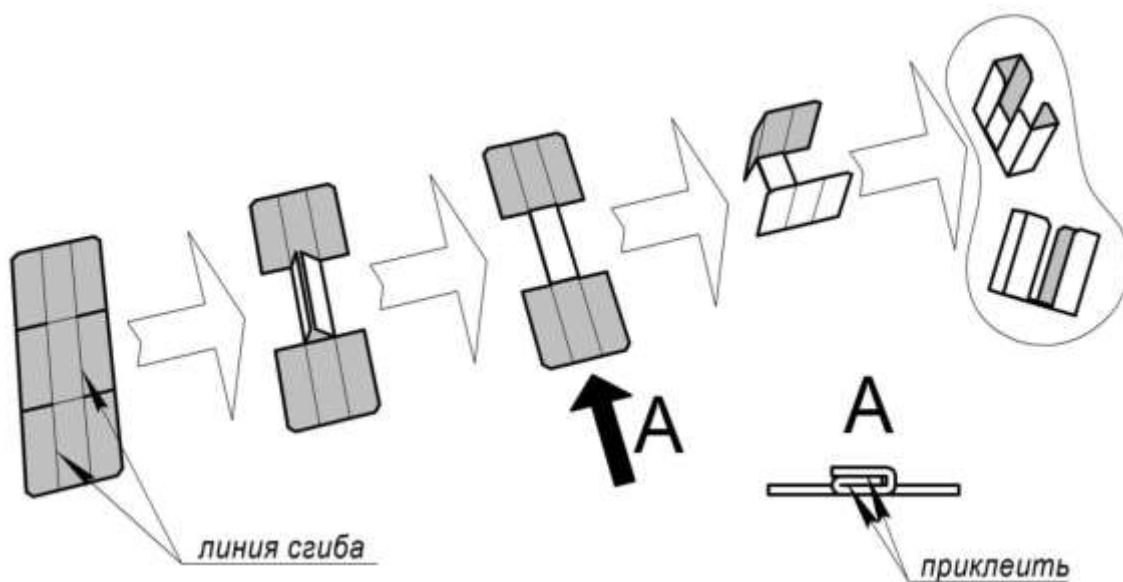


Рис. 13

Двойное назначение полученной «фиксирующей» детали в системе конструктора показано на **рис. 14** и **15**.

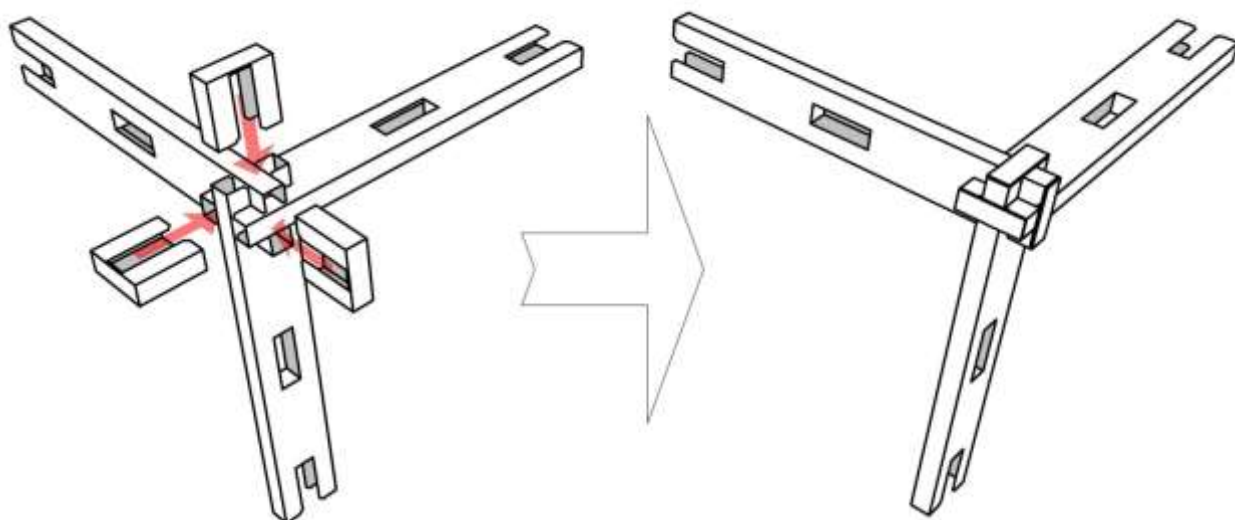


Рис. 14

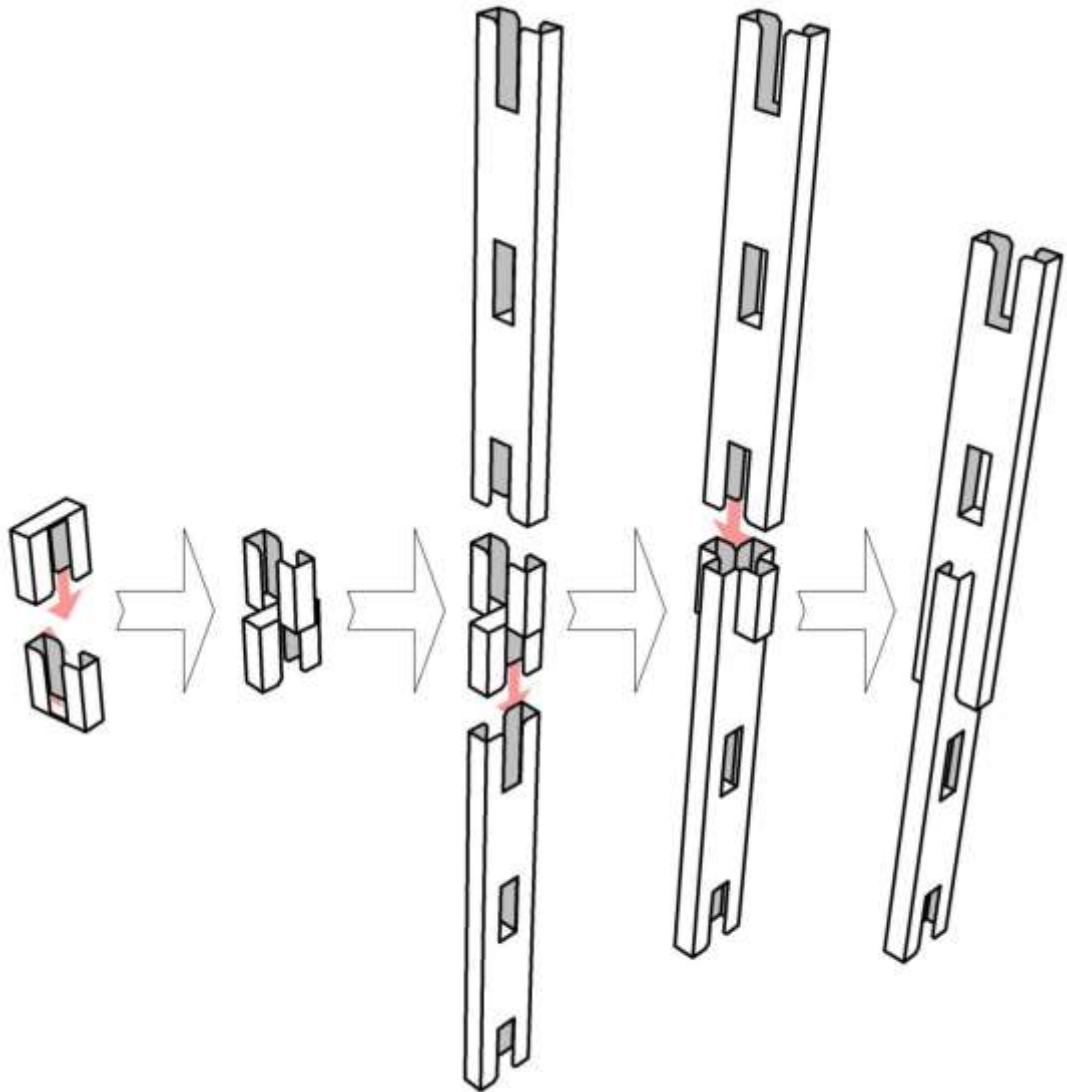


Рис. 15

Знакомство с конструктором можно начать с модели куба (см. **рис. 16**). Для его создания потребуется 12 деталей #1 и 24 «фиксирующих» детали.

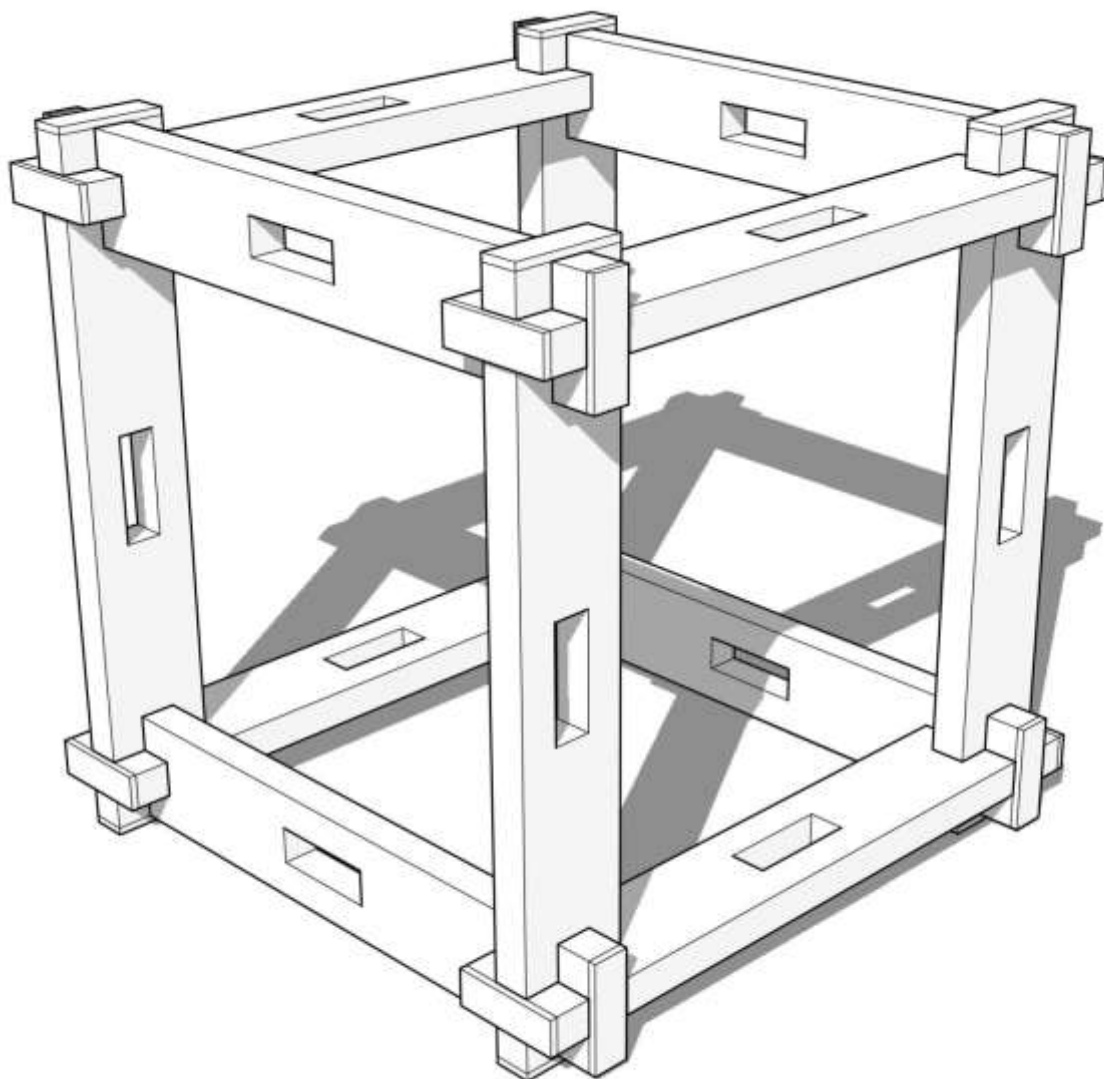


Рис. 16. Куб.

Пример конструкции, которая показана на **рис. 17**, потребует 24 детали #1, 44 детали #2, 30 деталей #3 и 136 «фиксирующих» деталей.

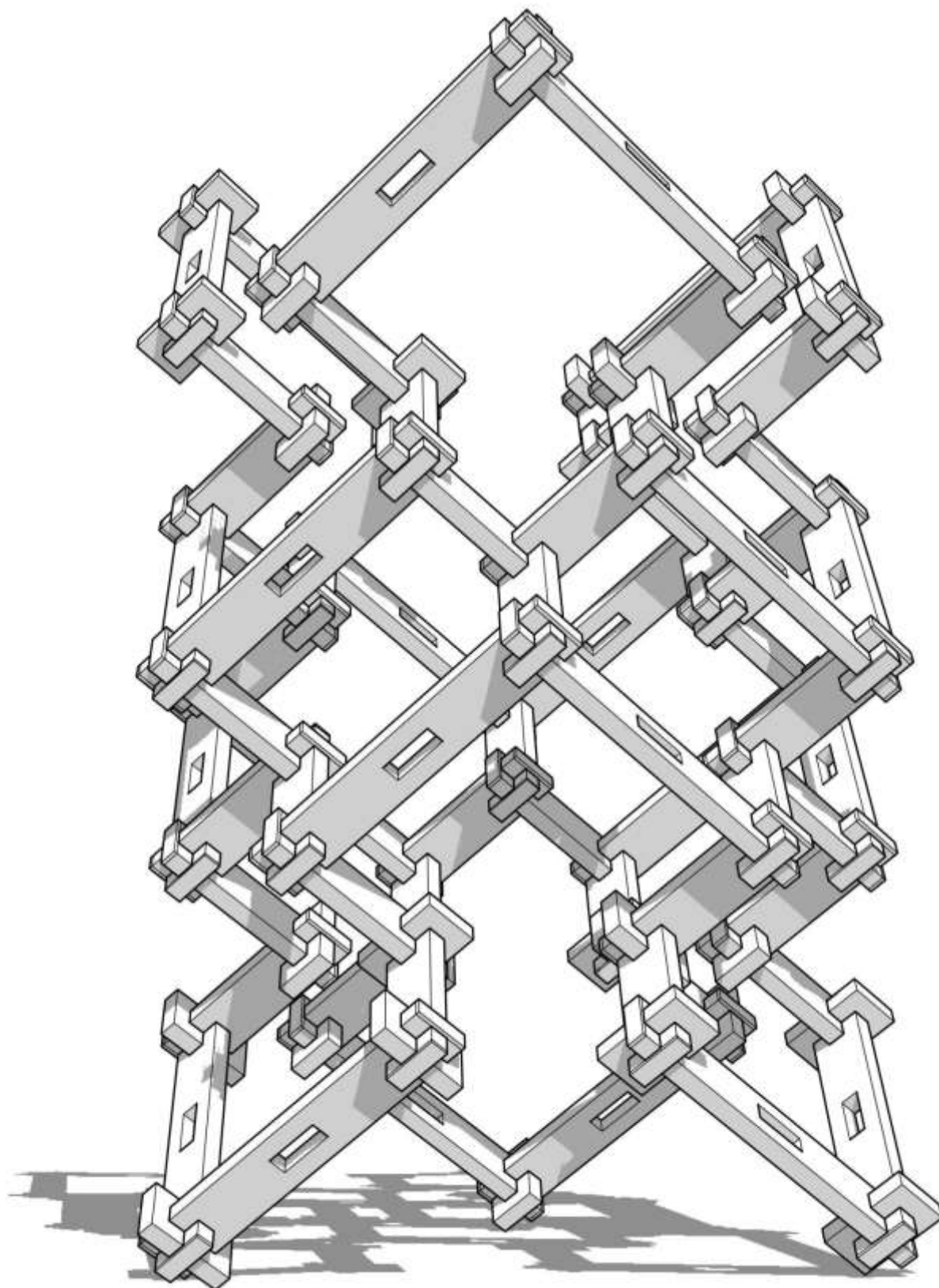


Рис. 17

Получив первые навыки объектного моделирования, вы можете приступить к самостоятельным экспериментам с пространственно-

структурными конструкциями, воспроизводя как известные вам предметы, так и совершенно причудливые, не знающие прямых аналогов в повседневной жизни.

А следующим этапом вы могли бы предложить новые варианты деталей и свои модели, созданные с их применением.

9. Копилка с исчезающими монетами

Данная копилка может одновременно выступать оригинальным сувениром, реквизитом для фокуса и наглядно демонстрировать пример оптической иллюзии. Представляет она собой куб с прорезью сверху для монет и передней стенкой в виде окошка, через которое полностью просматривается её содержимое (рис. 1).



Рис. 1

Бросая монеты внутрь, вы можете наблюдать их исчезновение, так как будут отсутствовать видимые изменения во внутреннем содержимом копилки. Секрет копилки, как можно догадаться, раскрывает её устройство, при знакомстве с которым видно, что полость куба разделена на два отсека (рис. 2). Один из них доступен нашему взгляду через окошко, а другой, на момент демонстрации фокуса, будучи изолирован от любого внимания непрозрачными стенками, предназначен для «исчезающих» монет.



Рис. 2

Внутреннее пространство куба разделяет зеркало (ему отводится основная роль в иллюзии!), расположение которого показано на **рис. 3**. Отражающая поверхность зеркала находится напротив окошечка, защищённого стеклом или прозрачным пластиком.



Рис. 3

Редакция намеренно не дает подробных инструкций по изготовлению сувенира, поскольку не хочет ограничивать читателей в творческом порыве, а также сковывать их в выборе потенциально разнообразных, а по факту ограниченных, приемов и материалов для реализации предлагаемой идеи.

Отметим, что от размеров плоского прямоугольного или квадратного зеркала, которое вам удастся раздобыть, будет зависеть размер и форма (куб или прямоугольный параллелепипед) конечного изделия. Необходимо строго учитывать расположение зеркала внутри копилки, под углом 45 градусов к основанию (рис. 3).

При самостоятельном изготовлении копилки требуется учитывать отражающее свойство плоского зеркала. И в помощь вам здесь будет понимание закона отражения света*.

—

* Закон отражения.

1) Падающий луч, отражённый луч и перпендикуляр к отражающей поверхности, проведённый в точке падения, лежат в одной плоскости.

2) Угол отражения равен углу падения.

—

За иллюзию пустого пространства всей полости копилки отвечает также правильное декорирование внутреннего пространства видимого её отсека. В качестве продемонстрированного примера мы использовали «шахматный» орнамент, но вы также можете использовать либо однородный фон, либо найти свой вариант узора с повторяющимися рисованными элементами.