

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

Методические указания

по дисциплине

«ОСНОВЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ»



УТВЕРЖДАЮ

Директор ИИХО

Л.Н. Ульянова

подпись

инициалы, фамилия

«29» июля 20 20

Направление подготовки 54.03.01 Дизайн

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

г. Владимир 2020

# **1. ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ФОРМООБРАЗОВАНИЕ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ ДИЗАЙНА**

Геометрическое формообразование объектов является одним из основных методов проектирования объектов дизайна и раскрывает большие возможности создания новых форм.

Анализ и изучение геометрического формообразования объектов развивает в рамках подготовки будущих дизайнеров основные способы мыслительной деятельности (сравнение, сопоставление, анализ, синтез, обобщение, систематизация) и всех профессионально направленных видов памяти.

Общеизвестно, что форма отражает целесообразность существования и назначение проектируемого объекта – его эстетичность и функциональность. Под формой предмета понимают его пространственное строение, организацию геометрических и материальных отношений всех его элементов и частей: точек, линий, поверхностей.

Рассмотрим примеры образования поверхностей и геометрических тел как структурообразующие основы создаваемого объекта.

Поверхностью называют геометрический образ, полученный в результате движения какой-либо линии (образующей) непрерывно перемещающейся в пространстве определенным образом. Если линия вращается вокруг оси, то она образует поверхность вращения.

К поверхностям вращения относят следующие геометрические тела: сфера, цилиндр, конус, тор. Отметим, что названные геометрические тела можно представить, как тела, полученные в результате вращения плоского контура (прямоугольник, треугольник, круг) вокруг оси вращения, которая может быть стороной

прямоугольника, диаметром круга, катетом треугольника.

(Приложение)

Наряду с поверхностями вращения существуют многогранные поверхности – пирамидальные, призматические. Рассмотрим образование названных поверхностей.

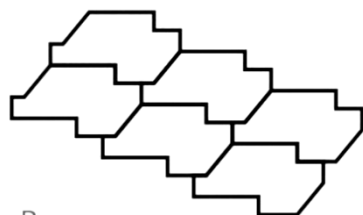
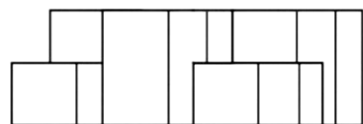
Если прямая линия (образующая) перемещается параллельно своему исходному положению или проходит через какую-либо неподвижную точку пространства – вершину, то образуются линейчатые поверхности.

Если при образовании многогранной поверхности движение образующей задано по замкнутой ломаной прямой (треугольник), то поверхность называется треугольной призмой. (см.прил.)

На основе многогранных поверхностей формируются геометрические тела. Рассмотрим структуру правильных многогранников («тела Платона»), поскольку они входят в группу «базовых» форм, образующих различные смысловые и формальные конструкции. Названные тела имеют грани в виде правильных и равных многоугольников, равные углы при вершинах, около каждого из них можно описать сферу. (см.прил.)

Применение вариативного комбинирования названных форм дает возможность образования системы новых объектов.

Необходимо подчеркнуть, для выбора из эмпирического многообразия целостных объектов, выявления главного и исключения случайного весьма актуально применение метода проб и ошибок (рис.1). Суть данного метода заключается в простом переборе возможных вариантов направляющих и образующих. (см.прил.)



Ритм

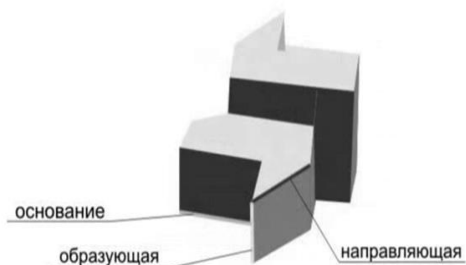
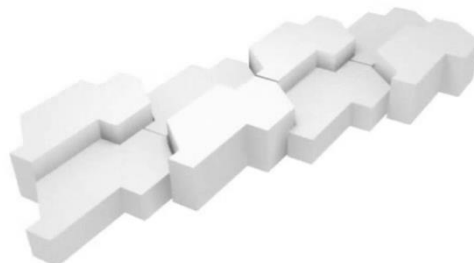
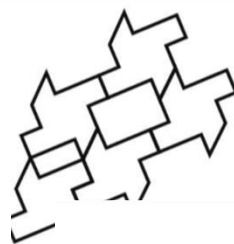
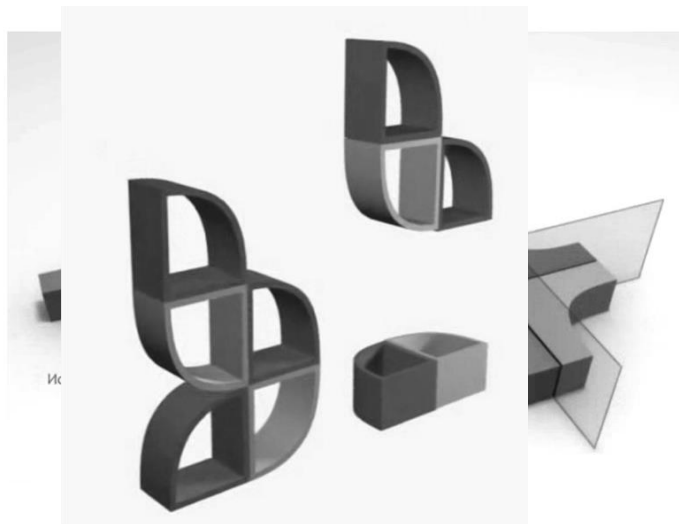


Рис. 1. Геометрическое формообразование: применение метода проб и ошибок

Геометрическое формообразование успешно реализуется с учетом средств композиции, которые положительно влияют на важные свойства образа, системность, структурность и целостность проектируемого объекта. Рассмотрим применение средств композиции в процессе проектирования объектов: ритм (рис. 2), симметрия (рис. 3), пропорция и пропорциональность, комбинаторика (рис. 4)

*Рис. 2. Геометрическое формообразование: применение средства композиции «ритм»*



*Рис. 3. Применение средств композиции - симметрия*

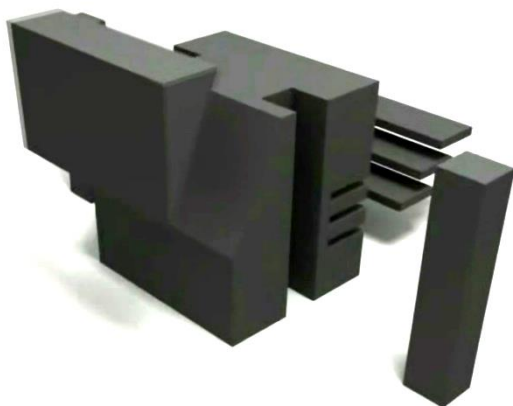
*Рис. 4. Применение средств композиции - комбинаторика*

Подчеркнем, что геометрическое формообразование с применением «базовых форм» (куб, призма, пирамида, конус, цилиндр, шар) предполагает в процессе проектирования использование различных приемов. Они следующие: вычитание, сложение, дробление, срез, сопряжение и т.д. Рассмотрим морфологические свойства формы проектируемого объекта (рис. 5).

Подчеркнем, что каждый элемент формы структурно связан с другими внутри целого. Элементы формы (рис. 5) представляют собой разработанные модули.



*Рис. 5. Прием сложения модулей с базовой формой*



*Рис. 6. Прием вычитания модулей с базовой формы*

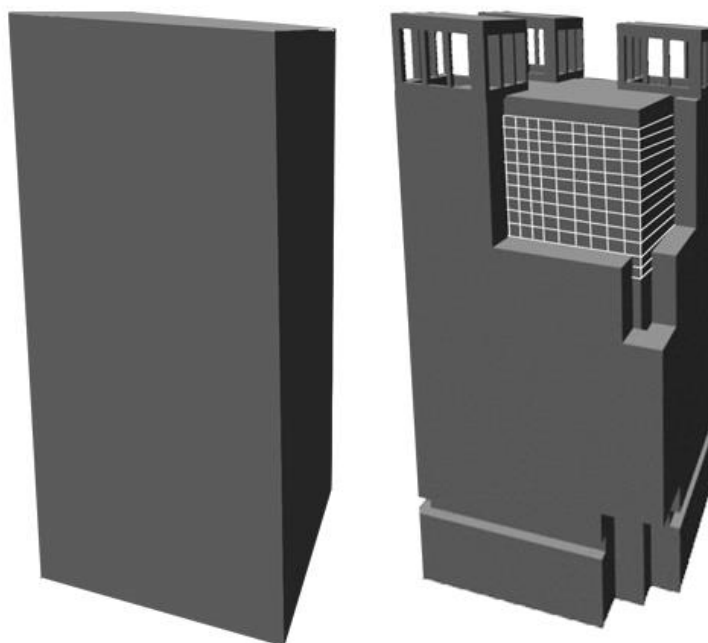
Морфологическая пространственная структура анализируемых объектов образована сложением и вычитанием составляющих «базовых форм» - модулей, где заданы направления проектирования: величины, положения, схема расположения элементов.

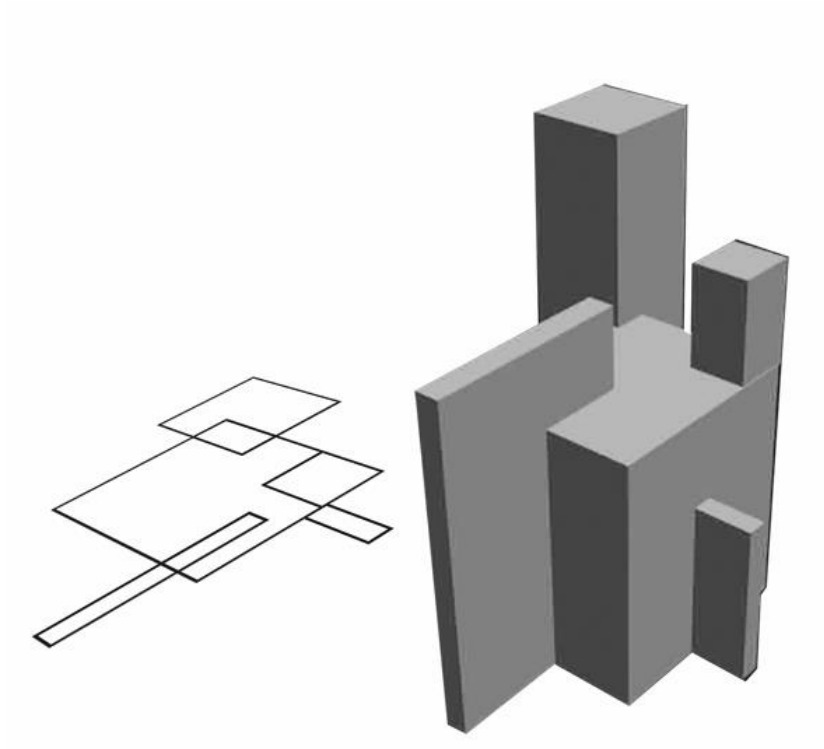
Существующий значительный запас геометрических форм и их структур создает большие возможности для проектирования новых выразительных объектов при включении различных элементов, изменении положения одного элемента относительно другого по следующей схеме: выше-ниже, слева-справа.

Геометрическое формообразование предполагает создание устойчивых объектов из «базовых форм». Они могут выполняться путем

трансформации исходного модуля, вычитания (удаления) модулей такого же типа и проектирование облегченной формы (рис. 7).

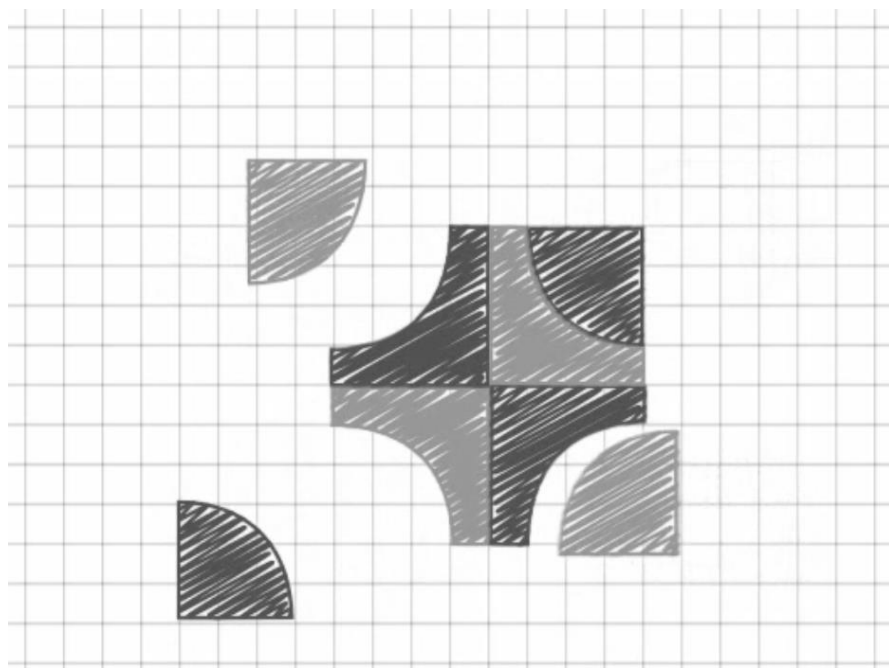
В процессе создания и преобразования формы применяют прием чередования, который заключается в определенном равномерном повторении двух или несколько элементов.





*Рис. 7 Проектирование облегченной и устойчивой формы (прием чередования составляющих элементов).*

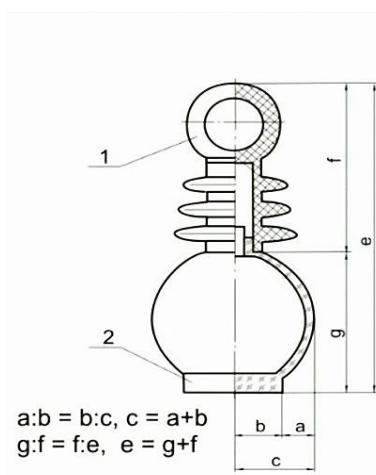
Формообразование нового объекта достигается приемом дробления плоского контура (рис.8) с последующим выбором характерной формы образующей (см.прил.).





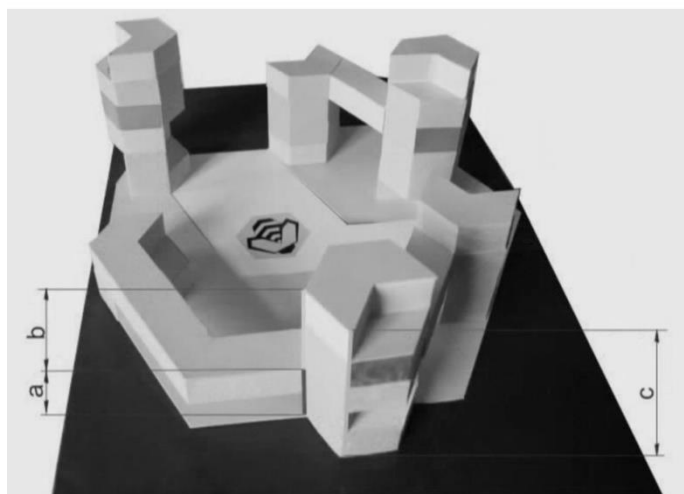
*Рис. 8. Образование плоского модуля приемом деления*

Прием дробления заключается в разделении объекта на несколько самостоятельных однородных частей. Применение названного приема обеспечивает быструю и удобную замену элементов, проектирование сборных и разборных конструкций. Заметим, что методы (проб и ошибок, унификации, гирлянд случайностей и ассоциаций, морфологический, контрольных вопросов и т.д.), применяемые при проектировании новой формы являются своеобразной стратегией этого процесса. Рассматриваемые приемы принимаются в процессе создания нового объекта в качестве тактического инструмента, дающего широкие возможности, вариативность формообразования. Выбор приема, его методическая ценность определяются спецификой и сложностью объекта проектирования.



*Рис. 9. Исследование пропорций проектируемого объекта*

При создании новой геометрической формы необходимо выполнить анализ соразмерности и пропорции проектируемого объекта: осуществить поиск кратных отношений, в процессе которого сопоставляются размерные величины элементов, составляющие форму; выявление геометрической связи размеров основных форм и членений с учетом закономерных отношений элементов (рис.9). Общеизвестно, что наиболее гармоничная пропорция – золотое сечение. Оно определяется следующей пропорцией: меньший отрезок  $b$  так относится к среднему  $a$ , как средний отрезок  $a$  к их сумме. В практике проектирования используется приближенное золотое сечение: 3:5; 5:8; 8:13; 13:21 и т. д. (рис.10).



*Рис. 10. Формообразование объекта на основе модуля-многогранника*

Ряд таких чисел (3, 5, 8, 13, 21 и т. д.) называют рядом Фибоначчи (итальянский математик XII в.). В этом ряду каждый последующий член ряда равен сумме двух предыдущих.

Рассмотрим прием геометрического формообразования объекта на основе построения параметрического размерно-подобного ряда (типоразмерного, унифицированного). Названный прием предполагает определение совокупности числовых значений базовых параметров проектируемого объекта (или выбор существующих значений параметрического стандарта).

При построении размерно-подобного ряда может быть использована арифметическая или геометрическая прогрессия. В результате получаются возрастающие или убывающие морфологические структуры. Все это существенно облегчает и обогащает поиск композиционного и стилевого единства проектируемых объектов. Положение составляющих элементов в них может изменяться (трансформирующиеся ряды), не меняя самого принципа построения ряда. Такой прием используют, например, в решении комплекта посуды для туриста. Компактность комплекта достигается особым порядком построения: уменьшением формы так, чтобы она могла быть вложена в другую форму (прием матрешки). Схема построения модульной структуры может быть представлена решетчатой структурой (вкладываемые объемы), в основании которой последовательно вписаны треугольники, квадраты, круги и т.д.

Особое внимание при проектировании нового объекта необходимо уделить преобразованию положения и ориентации элементов объекта в пространстве.

Под изменениями положения объектов в пространстве понимается последовательное перемещение предмета параллельно одной или нескольким осям координат. Под изменением ориентации в пространстве понимается поворот (вращение) элемента относительно его собственной оси на определенный угол.

Прием изменения формы заключается в переходе от плоских геометрических фигур к объемам, от прямолинейных поверхностей к криволинейным, от прямоугольных многогранных поверхностей к цилиндрическим и сферическим.

Рассмотрим примеры изменения формы объекта способом пересечения поверхностей секущей плоскостью. При рассечении боковой

поверхности конуса вращения можно получить различные линии, называемые коническими сечениями (все виды кривых второго порядка): окружность, если секущая плоскость перпендикулярна оси вращения конуса; эллипс (замкнутая кривая), если секущая плоскость наклонена к оси вращения и пересекает все образующие конуса; параболу (незамкнутая прямая), если секущая плоскость параллельна какой-либо одной образующей конуса; гиперболу (незамкнутая прямая), если секущая плоскость параллельна двум образующим конуса; две прямые, если секущая плоскость проходит через вершину конуса. В процессе проектирования форм возможно исследование следующих сочетаний элементов: пассивная связь (осуществляется посредством дополнительного элемента); активное соединение (два сочетаемых элемента, связанных непосредственно, причем форма одного из них является продолжением другого)

При рассечении боковой поверхности цилиндра можно получить следующие фигуры сечения: эллипс, если секущая плоскость наклонена к оси вращения; круг, если секущая плоскость перпендикулярна оси вращения (нормальное сечение); прямоугольник, если секущая плоскость параллельна оси вращения (пара параллельных прямых).

При рассечении сферы плоскостью всегда получают круг, Однако проекции этого сечения могут изображаться: отрезком прямой линии, окружностью, эллипсом, прямой.

Вместе с тем, изучение геометрических особенностей поверхностей раскрывает значительное разнообразие вариантов по созданию новых форм. Представляет особый интерес формообразование на основе поверхностей параболоида вращения, гиперболоида вращения (однополостного и двуполостного), эллипсоида вращения, коноида, винтовых поверхностей.

Параболоид вращения образуется вращением параболы вокруг ее оси. Однополостный гиперболоид вращения образуется вращением гиперболы вокруг ее мнимой оси. Двуполостный гиперболоид вращения образуется вращением гиперболы вокруг ее действительной оси.

Эллипсоид вращения образуется вращением эллипса вокруг его оси.

Винтовые поверхности образуются при винтовом движении некоторой линии (образующей). Под винтовым движением понимают совокупность двух движений - вращательного вокруг некоторой оси и поступательного, параллельного этой оси, пересекающейся с осью вращения

К группе винтовых поверхностей относят поверхности винтового цилиндрикоиды, прямого и наклонного (или архимедова) геликоиды, коноиды.

Геликоидом (линейчатой винтовой поверхностью) называется винтовая поверхность, образующая которой является прямая линия .

Геликоид называется прямым, если прямолинейная образующая пересекает ось под прямым углом. Наклонный геликоид (или архимедов) отличается от прямого тем, что его образующая пересекает ось геликоиды под постоянным углом, отличным от прямого ( см. прил.). Коноид образуется движением прямолинейной образующей по двум направляющим, из которых одна - кривая, а другая - прямая линия (см. прил.)

Анализ линий пересечения поверхностей вращения дает возможности применения их динамики для образования эстетически выразительных объектов.

Линия пересечения кривых поверхностей в общем случае представляет собой пространственную кривую, которая может распадаться на две и более составляющие (могут быть плоскими кривыми). Линию пересечения двух поверхностей строят по ее отдельным точкам ( см. прил.). Общий метод построения этих точек является способ поверхностей-посредников. Пересекая заданные поверхности вспомогательной плоскостью, определяют линии пересечения ее с данной поверхностью. В пересечении этих линий получают точки, принадлежащие искомой линии пересечения. Вначале определяют проекции характерных точек, которые могут быть получены без вспомогательных построений, затем находят положение промежуточных точек.

Наиболее часто в качестве поверхностей-посредников применяют плоскости и сферы. В зависимости от этого различают следующие способы построения точек линий пересечения двух поверхностей: способ вспомогательных плоскостей и способ вспомогательных сфер. Применение одного из этих способов зависит от типа поверхностей и их взаимного расположения.

Способ вспомогательных проецирующих плоскостей применяют, когда обе пересекающиеся поверхности возможно рассечь по графически простым линиям некоторой совокупностью проецирующих плоскостей (см. прил.).

Способ вспомогательных сфер можно применять при построении линии пересечения таких поверхностей, которые имеют общую плоскость симметрии, расположенную параллельно какой-либо плоскости проекции (см. прил.).

Геометрическое формообразование предполагает применение многогранных поверхностей в качестве аппроксимирующих, т.е. происходит замена криволинейных поверхностей плоскогранными (см. прил.). Изображают названные поверхности на плоскости в виде проекций многогранников (двадцатигранника или стовосьмидесятигранника), вершины которых лежат на сферической или цилиндрической поверхности. Грани названных геометрических тел состоят из равнобедренных треугольников (см. прил.)

Рассмотрим пересечение многогранников с плоскостью. Сечением многогранника плоскостью является многоугольник, вершины которого есть точки пересечения ребер многогранника с секущей плоскостью, а стороны являются отрезками прямых – линиями пересечения граней с этой плоскостью. Число сторон многоугольника равно числу граней многогранника, пересекаемых секущей плоскостью.

Геометрическое формообразование объектов дизайна часто проектируется на основе взаимного пересечения многогранников. В общем случае многогранники пересекаются по некоторой пространственной замкнутой ломаной линии. Стороны ломаной образуются в результате пересечения граней одного многогранника с гранями другого. Вершинами ломаной являются точки пересечения

ребер первого многогранника с гранями второго и ребер второго многогранника с гранями первого.

При выполнении конструкторской документации к проекту рассматриваемой формы необходимо знать, что проекции ломаной могут находиться только в тех границах, в которых проекция одного многогранника налагается на проекцию другого.

Фундаментальной категорией, определяющей процесс создания новой формы, является цель проекта.

От цели зависит содержание процесса, используемые методы и средства. В каждом конкретном случае устанавливается некоторое равновесие решений, реализующих поставленные цели. Несмотря на множество факторов, влияющих на принятие решения, существенную роль играют объективные свойства формы, обусловленные ее геометрией, размерами, положением в пространстве, пропорциональным соотношением элементов и их взаимосвязями.

В связи с этим изучение основ геометрического формообразования необходимо систематически сочетать с выполнением упражнений и проектов на репродуктивном, исследовательском и творческом уровнях. Их содержание должно быть направлено на отработку способов и приемов формообразования новых объектов, развития образного мышления и проектной культуры.

## **2. ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНАТОРНО-МОДУЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ДИЗАЙНЕ**

В основе комбинаторно-модульного проектирования лежит поиск, исследование и применение закономерностей вариантного изменения пространственных, конструктивных, функциональных и графических структур, а также способ проектирования объектов дизайна из типизированных элементов. [Михайлов, 2003]

Основой комбинаторно-модульного проектирования является модуль. Также он является средством гармонизации целого. В дизайне модуль – это величина, принимаемая за основу расчета размеров, какого-либо предмета, машины или сооружения, а также их деталей, узлов и элементов, которые всегда кратны избранному модулю. Модуль как исходная единица измерения, которая повторяется и укладывается без остатка в целостной форме, известен во всех сферах человеческой деятельности. Нужно отметить, что применение модуля несет и художественное начало.

В связи с этим рассмотрим понятие модуля. «Модулем» (от лат. *modulus* — маленькая мера) называют единицу измерения, которая служит для придания соразмерности всему сооружению или его частям.

Для глубокого понимания основ комбинаторно-модульного проектирования и его актуальности в современности, представляется необходимым провести исторический анализ возникновения модуля и развитие опыта его применения человеком.

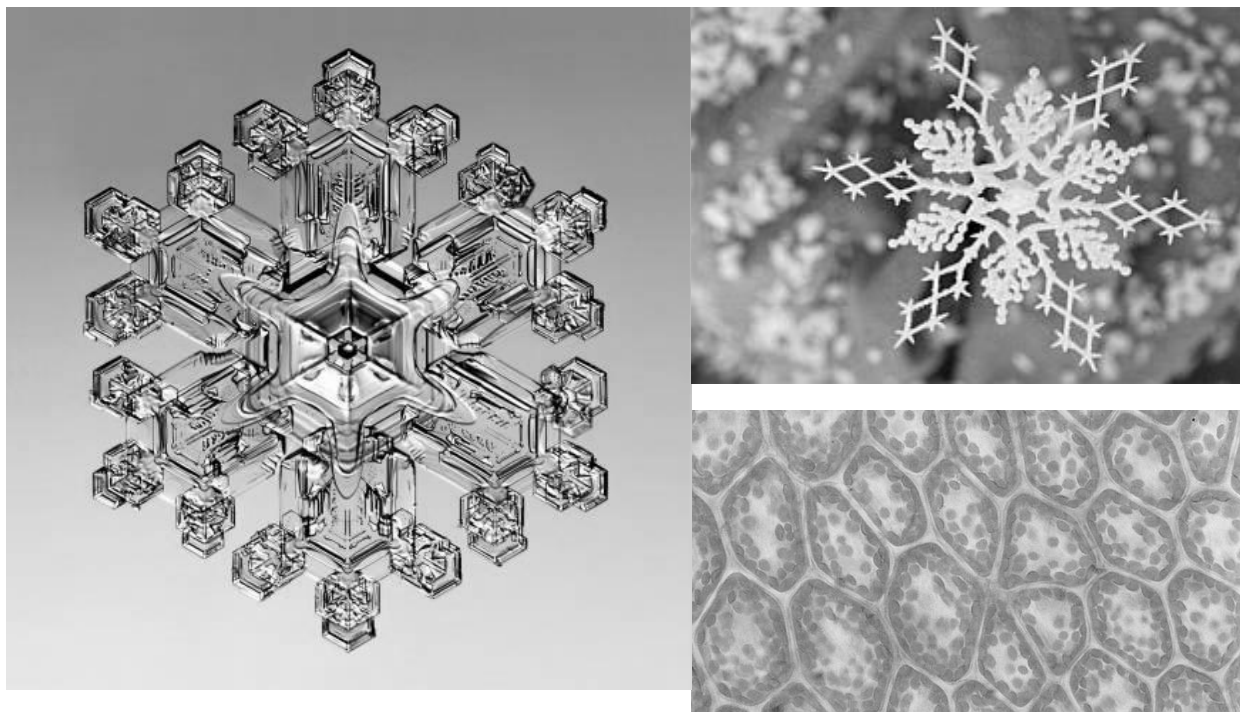


С точки зрения классической архитектуры, в качестве модуля принимался радиус колонны у её основания. Размеры различных элементов здания — например высота колонны, ширина и высота окна или портала — устанавливались соразмерно этой единице. Витрувий, римский зодчий 1 в. до н.э., в своем трактате об архитектуре писал, что пропорция есть соответствие между членами всего произведения и его целым — по отношению к части, принятой за исходную, на чем и основана вся соразмерность, и соразмерность есть строгая гармония отдельных частей самого сооружения и соответствие отдельных частей и всего целого одной определенной части, принятой за исходную (приложение).

Стоит отметить, что есть и другие, не менее значимые примеры модульности в жизни. Со времен древней Греции к нам пришло выражение «Человек есть мера всего». Такие единицы измерения, как косая сажень, пядь, фут и т. п. также произошли из физических характеристик человека. Исходя из этого сам человек есть модульная система. [Минервин, 1974] Если за модуль взять голову, то рост человека обыкновенного можно выстроить 7 головами. Причем на расстояниях, кратных такому модулю, мы можем определять ключевые точки построения человека.

В том числе метрическая система, которую мы используем, тоже является модульной. Один метр состоит из ста модулей «сантиметр», который тоже в свою очередь можно расчленить на более мелкие модули.

Кроме того, и в самой природе заложены структурные принципы построения (линейные структуры повторяются в строении русла реки с притоками, в морозном узоре, в звездном небе, клеточном строении живой ткани, кристаллических образованиях и т. д.) (рис.11).



*Рис. 11. Примеры линейных структур*

Стоит отметить, что при проектировании дизайнерами часто за основу формы модуля берется квадрат. Квадрат очень удобный модуль. Он широко используется в современной мебельной промышленности, в особенности, при конструировании сборной мебели. Двойной квадрат издавна известен как модуль традиционного японского дома, где размеры комнат находились в соответствии с тем, сколько раз уложится на полу циновка-татами, имеющая пропорции двойного квадрата.

Модульное проектирование предполагает конструктивную, технологическую и функциональную завершенность. Примером удачного дизайнерского решения комбинаторного модуля можно считать «Тетра пак». В 1943 г. на шведском предприятии бала внедрена упаковка для молока, представляющая собой комбинаторную объемно-пространственную форму и виде треугольной призмы, полученной из плоского упаковочного материала (рис. 12). В 1958 г. в Дании появилась детская игра-конструктор «Лего» (рис. 13), состоящая из ярких модульных элементов [Михайлов, 2003].

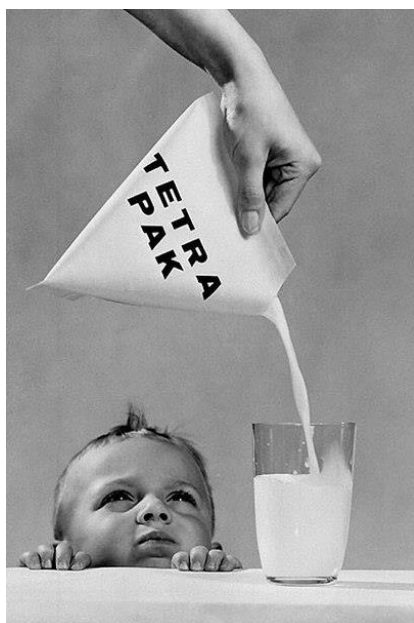


Рис. 12. Упаковка

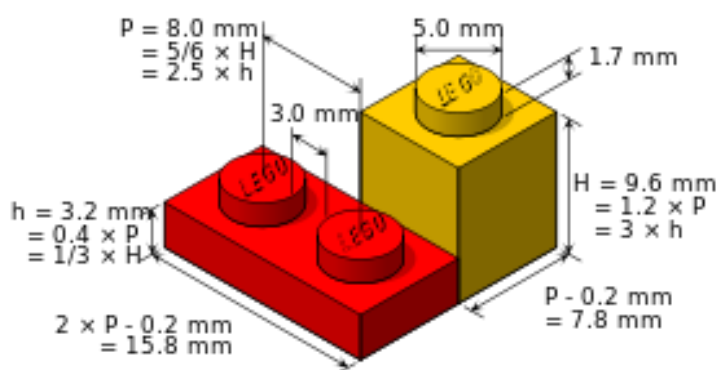


Рис. 13. Игра-конструктор «Лего»

Сам модуль может быть законченным изделием или являться составной частью изделия, в том числе другого функционального назначения. Одна модульная конструктивная деталь часто используется в различных изделиях. Взаимозаменяемость элементов, универсальность конструкций ведет к высокой экономичности производства, позволяет модернизировать устаревшие части изделия заменой отдельных агрегатов, продлевая их срок службы.

Неотъемлемой частью комбинаторно-модульного проектирования является модульная система – совокупность правил расчета и модулей, используемых для этого расчета. В результате применения модульной системы все элементы будут взаимосвязанными. Также важным является выбор способа соединения модулей, особенно, если

применяется метод трансформации с целью изменения формы, назначения и ассортимента изделия.

Таким образом, исходя из того что модуль — это единица измерения, установленная для придания соразмерности, то модульная сетка — система пропорций.

Для изучения построения модуля и модульной системы, является необходимым рассмотрение математических закономерностей композиции основанных на рядах чисел. Среди систем пропорционирования, используемых в архитектуре, дизайне, в прикладной графике следует упомянуть системы «предпочтительных чисел» и различные модульные системы.

«Предпочтительные числа» — ряд чисел геометрической прогрессии, где каждое последующее число образуется умножением предыдущего числа на какую-нибудь постоянную величину.

Известна система пропорционирования — так называемые «итальянские ряды», в основе которых лежат первые числа ряда Фибоначчи — 2, 3, 5. Каждое из этих чисел, удваиваясь, составляет ряд чисел, гармонически связанных между собой:

2 - 4, 8, 16, 32, 64 и т. д.

3 - 12, 24, 48, 96 и т.д.

5 - 10, 20, 40, 80, 160 и т.д.

Числа из предпочтительных рядов используются при конструировании упаковок, в композиции рекламных плакатов. Они обеспечивают ритмическое развитие формы, их можно встретить и в построении формы античной вазы и в современном станке.

Пропорционирование связано с понятиями соразмерности и меры. Необходимость гармонизации масштабных соотношений с пропорциональными и модулем, с одной стороны, и с размерами человека — с другой, привела к созданию математической шкалы для создания масштабных и пропорциональных изделий. «Модулор» Ле Корбюзье, (приложение), разработан с учетом пропорций «золотого сечения» и двух основных модулей — 16 и 27 см [Минервин, 1974]. В отличие от простых пропорциональных рядов «золотого сечения», где

любой размер, принятый за единицу, расчленяется в отношении 382 к 618, здесь ряд «золотого сечения» привязан к росту человека, равному 182,9 см (рост стоящего мужчины) и 226 см (рост человека с поднятой рукой). Разница между этими размерами соответствует двум модулям – 16 и 27. Но самое примечательное в этих рядах то, что почти все указанные размеры так или иначе связаны с определенным положением человеческой фигуры в пространстве.

Особое внимание следует уделить рассмотрению комбинаторных принципов формальной композиции, являющихся одним из перспективных методов формообразования.

Комбинаторика – это приемы нахождения различных соединений (комбинаций), сочетаний, размещений из данных элементов в определенном порядке. Комбинаторные (вариантные) методы формообразования применяются для выявления наибольшего разнообразия сочетаний ограниченного числа элементов. Сложность целостной формы, отвечающей множеству требований – функциональных, конструктивных, эстетических и других, затрудняет создание развитых комбинаторных систем «в чистом виде». При проектировании идея комбинаторики выступает лишь в качестве стимула – за основу формообразования берутся те элементы формы, из которых можно создать комбинаторную систему (геометрические, конструктивные, цветовые и др.). Принципиально важным обстоятельством для управления комбинаторным процессом является тот факт, что в комбинаторике всегда присутствуют два начала: постоянное и переменное. Постоянным началом комбинаторики служат идея, концепция или схема, направляющая комбинаторный поиск [Божко, 1991] – концептуальная комбинаторика.

При поиске комбинаторного элемента должны решаться следующие основные задачи: неповторимость разнообразных композиционных приемов, декоративная и эстетическая ценность. Декоративный комбинаторный элемент должен вписываться в любую структуру, быть составной частью композиции. Поиск декоративного комбинаторного элемента на основе геометрических фигур с прямолинейными контурами является наиболее продуктивным. В природе встречаются самые разнообразные геометрические формы. Очень часто природа

унифицирует геометрические конструкции – лепестки цветов, листья деревьев, семена злаков, чешуя рыб, панцири животных. Декоративный комбинаторный элемент на основе природного аналога с криволинейными контурами обладает меньшими формообразующими способностями. Формообразующие способности элементов зависят от их структурного типа (геометрических параметров), от степени регулярности его строения и уровня собственной симметрии. Наименьшие они у круга или криволинейного контура, велики у квадрата, правильного треугольника или прямоугольного контура.

В ряду идей программированного формообразования комбинаторика занимает одно из главных мест. Процесс создания комбинаторных систем может идти разными путями: совершенствование исходных элементов, чтобы получить ряд дискретных конструктивных или композиционных построений; поиск новых конструктивных построений на основе известных элементов и систем связей. Наиболее перспективным для автоматизации видом комбинаторики является формальная комбинаторика – всевозможные операции по изменению морфологических качеств объекта (формы, конфигурации, размеров, расположения частей и т.д.). К числу таких операций относятся:

- перестановки (размещение) частей или элементов целого;
- образование сочетаний элементов и их качеств;
- изменение количества элементов, образующих целое;
- изменение элементной базы (объемных и геометрических деталей);
- изменение материала, фактуры и цвета.

Стоит отметить, что формализация комбинаторных операций придает универсальный характер процедурам гармонизации пропорций с помощью подбора соответствующих соотношений и размеров. Комбинаторный анализ – раздел математики, в котором изучаются вопросы, связанные с размещением и взаимным расположением частей конечного множества объектов произвольной формы. Применение формул математической (перечислительной) комбинаторики при определении числа вариантов различных форм и при определении количества связей между элементами системы для линейных

одномерных комбинаторных форм повышает эффективность процесса проектирования.

К основным приемам комбинаторного формообразования относятся: комбинирование элементов на плоскости при создании раппортных композиций; соединение типизированных стандартных элементов (модулей) в единой целостной объемно-пространственной форме; комбинирование деталей, пропорциональных членений внутри формы. Главная специфика комбинаторного формообразования состоит в том, что это пространственная комбинаторика, которая подчиняется геометрическим законам, опирается на теорию симметрии и комбинаторную симметрию. Примером прикладного комбинаторного формообразования в полиграфии, колористическим прототипом которого в изобразительном искусстве был пуантализм, может быть применение принципа раstra, позволяющего на основе различных комбинаций точек ограниченной разновидности и определенной (квадратной) сетчатой матрицы получать тональные изображения. В числе компьютерно-комбинаторных задач – автоматизированный способ создания и реализации паркет-орнаментов. Пример паркет-орнамента, составленного из треугольников, приведен на рис. 14. Ключевыми в программах такого рода являются применение режима графической компоновки, определенной номенклатуры исходных элементов переноса и поворота базисного графического элемента. Правила комбинаторной компоновки могут быть различными, в том числе допускающими наложение ячеек друг на друга. Однако для получения плотных плоских многокомлектных раскладок деталей изделий, в частности в швейной отрасли, необходимо добиться, чтобы на произвольно взятой плоскости отношение площади покрытых фигурами (лекалами) участков ко всей площади раскладки было бы максимальным.



*Рис. 14. Пример паркет-орнамента.*

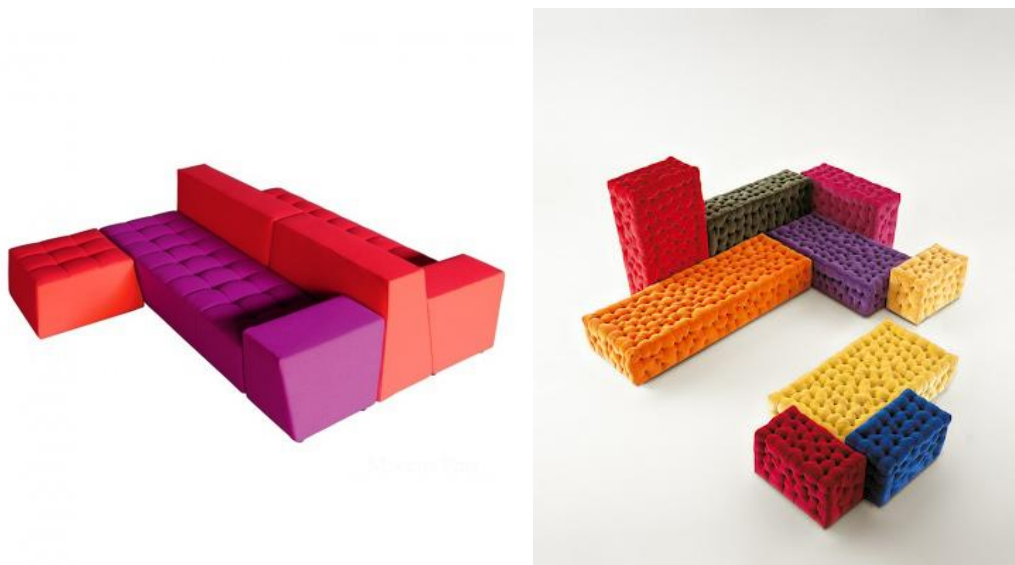
Мера эффективности комбинаторного формообразования зависит от структуры геометрии типозлемента-модуля, способа компоновки заданных типозлементов; от состава серии-номенклатуры типозлементов; относительных размеров, в том числе от модульности [Божко, 1991]. Композиционная и геометрическая сочетаемость орнаментальных элементов зависит от взаиморасположения изобразительных мотивов, степени регулярности их строения, уровня собственной симметрии. Однако к комбинаторным можно отнести только такие элементы, которые обладают свойством универсальности и высокой формообразующей способностью. В области двухмерного формообразования повышенными комбинаторными возможностями и композиционно-эстетическими свойствами обладают равнобедренный прямоугольный треугольник, параллелограммы с отношениями сторон  $1:\sqrt{3}$ ,  $1:\sqrt{2}$ ,  $1:2$  и группа прямоугольников, известных как «иррациональные» прямоугольники, или «динамические» прямоугольники Хембриджа, а также прямоугольник «золотого сечения» с отношением сторон  $1:1,618$ . Образование различных комбинаторных форм из набора общих и повторяемых исходных элементов осуществляется всей поверхностью (или контуром), частью поверхности, линией, точкой или вообще без примыкания.

Рассмотрим один из примеров: орнамент – в общем случае это типичная форма-структура, то есть одна из разновидностей комбинаторных форм. Когда группа разных орнаментов образуется на основе общих элементарных узоров, налицо пример наиболее активного комбинаторного формообразования. Построение модульных,



комбинаторных, кинетических систем базируется на законах симметрических преобразований. Наиболее разработанными в этом плане являются программы, получаемые на основе симметрических сеток, поворотной, переносной и зеркальной симметрии, симметрии подобия [Петушкова, 1999]. Создание группы комбинаторных орнаментов возможно на основе асимметричной фигуры только одной разновидности. Все возможное структурное разнообразие комбинаторных орнаментов одного семейства на основе одного унифицированного типозлемента определяется всеми возможными комбинациями видов симметрии и численно равно 17 [Шубников А.В.]: квадратная, правильная треугольная, ромбическая, прямоугольная, косая параллелограмматическая сетки, 5- и 6-гранные сетки. «Рисунок, построенный сечением сотов, таит в себе больше возможностей разнообразия и гибкости, где дело касается движения людей» – Ф.Л. Райт.

Комбинаторика дает возможность осуществлять проектную деятельность в двух направлениях: создание новых структурных построений и варьирование исходных элементов (рис. 15).



*Рис. 15. Модульный диван Palace от Casamania.*

*Модульный диван La michetta от Meritalia*

Стоит отметить, что комбинаторика оперирует определенными принципами комбинирования: перестановкой, группировкой,

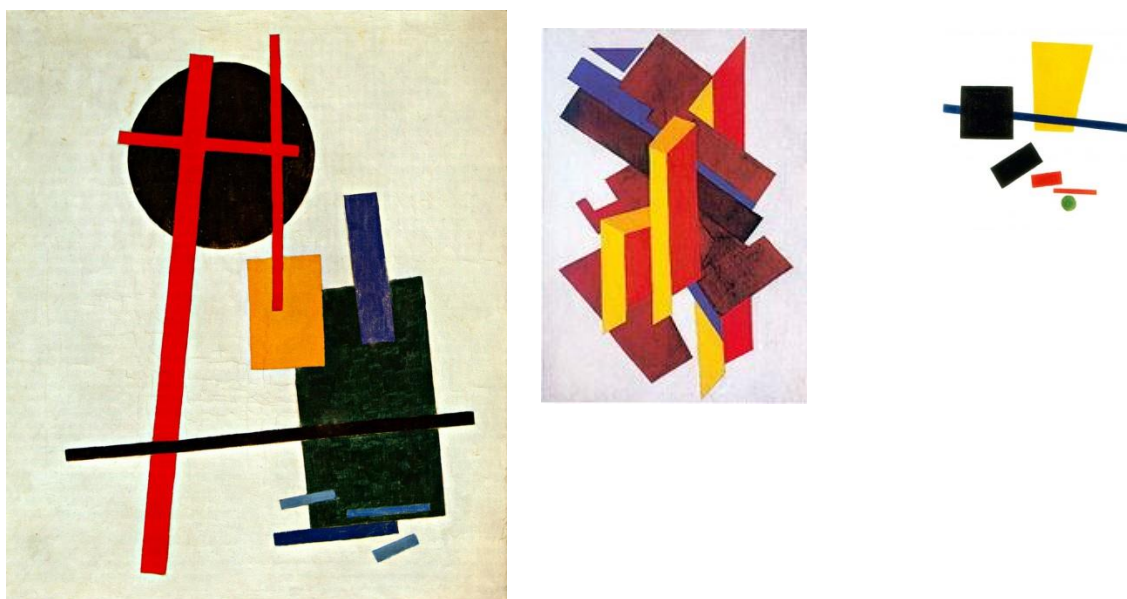
переворотами, организацией ритмов. Комбинаторные методы в проектировании впервые применили советские конструктивисты А. Родченко, Л. Попова, В Степанова (рис. 16).



*Рис. 16. А. М. Родченко. Оформление и мебель рабочего клуба, экспонировавшиеся на Международной выставке декоративного искусства в Париже. 1925. Эскизы ткани. Любовь Попова. 1923–1924 годы*

Они применяли программированные методы формообразования: комбинирование стандартных элементов из набора простейших геометрических форм; комбинирование различных видов декора на основе базовой формы; варианты трансформации объектов в процессе эксплуатации. Впоследствии программированные методы формообразования не только стали ведущими методами при проектировании промышленных коллекций, но и легли в основу графических компьютерных программ.

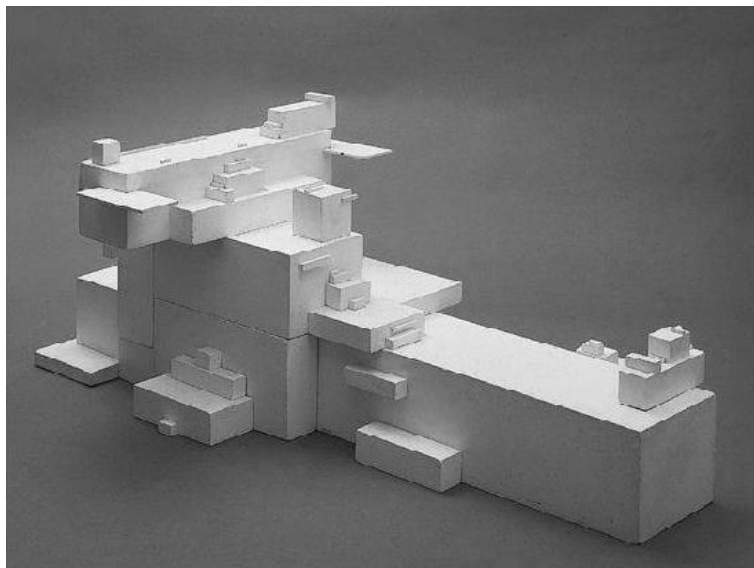
Малевич также одним из первых нашел предельно простые комбинаторные стилеобразующие элементы, которые получили дальнейшее развитие в XX–XXI вв. В 1915 г. Казимир Малевич (1878–1935 гг.) разработал свой стиль, явившийся новой ступенью художественного сознания – беспредметный «супрематизм». Малевич и его сторонники сводили живопись к нескольким формальным фигурам, имевшим символическое содержание. Регулярные геометрические фигуры, написанные чистыми локальными цветами, погружались в некоторое трансцендентное пространство, где господствовали законы комбинаторики, динамики и статики. Супрематизм на уровне проектно-композиционной стилистики сначала выплеснулся в виде орнамента и декора на стены домов, плакаты, ткань, посуду, предметы туалета, трамваи, трибуны и т.д. (рис. 17)



*Рис. 17. Казимир Малевич Супрематизм. Ольга Розанова. Супрематизм.*

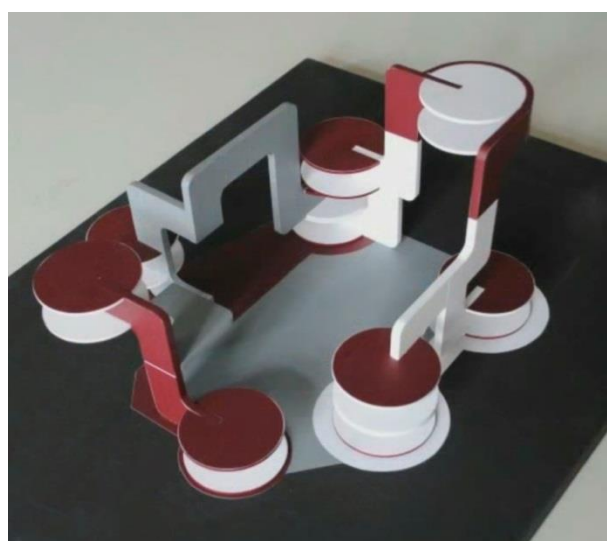
Развитие супрематизма в творчестве Малевича привело к усилению роли геометрических плоскостей в общей композиции картины, цвет начал отходить на второй план. Следующий шаг привел к формированию объемов, развитию пространственного искусства, включая архитектуру. Здесь вступали в силу новые архитектурные закономерности. В середине 20-х гг. Малевич делает новый шаг в

процессе «выхода» супрематизма в архитектуру в виде реальных объемных композиций – архитектон (рис. 18). [Михайлов, 2002]



*Рис. 18. Казимир Малевич Архитектон.*

Комбинаторный прием перестановки, или эвристическое комбинирование, предполагает изменение элементов, их замену. Его можно охарактеризовать как комбинаторный поиск компоновочных решений (рис. 19).



*Рис.19. Несложная выставочная или экспозиционная модульная композиция на тему торговое оборудование.*

Комбинаторные методы вбирают некоторые элементы трансформации, модульного проектирования. Комбинаторные поиски применяются при создании сложной объемно-пространственной формы, плоскостной формы и для создания фактуры. Трансформация разделяется следующим образом: превращение одной формы в другую; трансформация деталей внутри одной формы. Процесс превращения может быть достаточно многовариантным.

Рассмотрим в чем же преимущества применения модульных систем и комбинаторики в проектировании. Прежде всего, следуя концепции комбинаторно-модульного проектирования, отдельные части объекта получают возможность автономного существования. Разработав один модуль, мы уже получаем целостную композицию, которая при наращивании модулей лишь усложняется. Система может находиться в постоянном видоизменении, наращивании, трансформации, в зависимости от экономических возможностей, социальных, эстетических и других потребностей общества. [Федоров, 2007]

Комбинаторно-модульное проектирование предполагает конструктивную, технологическую и функциональную завершенность. Эффективность комбинаторно-модульного проектирования подтверждается широким его применением в различных областях как дизайна, так и прикладного искусства: модуль лежит в основе орнамента, в декоративной обработке тканей, обоев и т. д. Модульная система в декоративном оформительском искусстве, в рекламе, может стать средством создания художественной гармонии и порядка в композиции. Не говоря уже о том, что при широком использовании в композиции легких вариантных деталей заводского изготовления, можно получить и значительный экономический эффект.

Наиболее активные поиски в области комбинаторно-модульного проектирования велись в начале 20 века. В основе проектируемых объектов заложены принципы формообразования не свойственные эпохе в целом: в них действуют законы не художественного языка, а

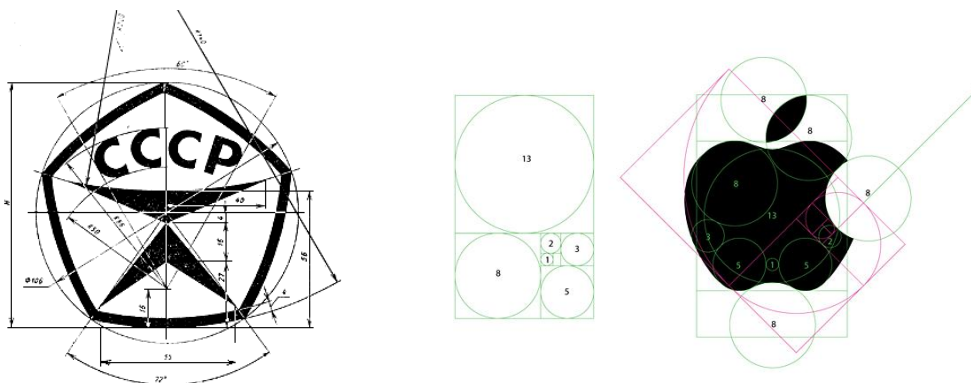
иные упорядочивающие системы, такие как основы композиции, принципы пространственного структурирования и другие.

Одним из примеров такого формообразования служит необычная планировка многоуровневого пространства жилого дома Наркомфина (рис. 20), основанная на разработанном Гинзбургом типовом "модуле" жилой ячейки. Модуль позволял создавать разнообразные по размерам помещения, в том числе высокие кубические общие "комнаты-мастерские" при очень небольших площадях квартир.



*Рис. 20. Жилой дом Наркомфина*

В то же время в прикладной, промышленной графике комбинаторно-модульное проектирование заключается в применении модульной сетки при конструировании всевозможных рекламных изданий и, в особенности при проектировании графического фирменного стиля.



Модульную сетку применяют при конструировании различных знаков, знаков визуальных коммуникаций, товарных знаков и др. (рис. 21)

*Рис. 21. Товарные знаки, построенный на основе модульной сетки.*

Особенно важно для графического дизайна, что широкое практическое применение комбинаторно-модульное проектирование получило в полиграфии. В прикладной графике модуль широко используется при конструировании книг, журналов, газет, каталогов, проспектов, всяческих печатных изданий. Применение модульных сеток помогает упорядочить расположение текстов и иллюстраций, способствует созданию композиционного единства. Модульная система вёрстки — система вёрстки, при которой основой композиции полос и разворотов становится модульная сетка с определенным шагом (модулем), одинаковым или разным по горизонтали и вертикали. Модульная система упрощает и ускоряет художественное конструирование и создаёт благоприятные условия для автоматизации вёрстки при использовании компьютерных настольно-издательских систем.

Перенос модульную систему в конструирование книги, исходят из того, что помещаемый на её страницах материал графически неоднороден. Прежде всего, графически различны — и в силу этого неодинаково смотрятся и воспринимаются — текст и иллюстрации. Поэтому для каждого из этих элементов должно быть отведено своё место на книжной полосе. На различных полосах соотношение текста и иллюстраций неодинаково, но на любой полосе место, отводимое иллюстрациям и тексту, должно соответствовать тому или иному числу выбранных единиц измерения — модулей.

В связи с тем, что термин «модуль» пришёл в оформление книги из архитектуры, многие выдающиеся художники книги, например Э. Лисицкий, В. Фаворский, Я. Чихольд, неоднократно проводили аналогию между конструкцией книги и здания. На основе выбранного модуля строится модульная сетка, по формату равная полосе будущей книги. Модульная сетка определяет в целом внешний вид будущего макета и строго задаёт места размещения на странице, страницах или во

всех однородных документах всех предполагаемых элементов, текста, иллюстраций, заголовков статей и других графических и информационных объектов. Сетка представляет собой систему непечатаемых вертикальных, горизонтальных и диагональных линий, разделяющих страницу. Модульная сетка — это основа, по которой можно создать и типовую схему вёрстки, и её различные варианты, соответствующие особенностям помещаемого на той или другой полосе материала.

Сетка разрабатывается дизайнером конкретно для каждого проекта, будь то календарь, фирменный бланк, визитка, открытка, конверт, журнал, книга и так далее. Модульная система вёрстки может применяться не только при вёрстке иллюстраций, но и гораздо шире, например, для размещения заголовков и других элементов текста, для компоновки титульного листа и обложки, для установления размеров полей, даже для построения шрифта.

Модульная сетка делит книжную полосу на клетки одинаковой величины. Размер клетки по ширине и высоте, иначе говоря — основной шаг сетки, равен модулю (модульной единице). Клетки модульной сетки отделены одна от другой небольшими промежутками, или пробельными шагами, которые соответствуют принятым для данного издания пробелам между текстом и иллюстрациями (или между расположенными рядом иллюстрациями). При таком построении модульной сетки вверху книжной полосы может остаться добавочная полоска, которую оформители обычно предназначают для колонцифр и колонтитулов. Существуют сетки различного рисунка и степени сложности. А. Херлберт приводит в своей книге «Сетка» образцы модульных сеток для журналов, книг, газет (рис. 22).





Рис.22. Пример модульной сетки

Следует отметить, что модульную систему вёрстки надо рассматривать не как самоцель, а лишь как метод, при помощи которого можно структурно упорядочить компоновку всего материала книги, придать соразмерность всем его элементам. Именно при таком понимании модульная система вёрстки приводит к хорошим результатам.

Система сеток благодаря четкой модульной основе позволила ввести в процесс проектирования издания электронные программы.

В промышленном дизайне применение комбинаторно-модульного проектирования считается наиболее перспективным методом проектирования. Комбинаторный перебор модульных унифицированных структурных элементов, которые используются в различных сочетаниях, размещениях и перестановках, позволяет преобразовывать конструкции изделий.

В процессе проектирования проводится комплексный анализ факторов определяющих формообразование объектов

Из опыта следует сделать вывод о том, что в многоэлементной объемной и объемно-пространственной композиции модуль выступает как основа эстетической цельности конструкции. Применение модульно-комбинаторного проектирования считается высшей формой деятельности в области стандартизации. При этом стандартизация выявляет и закрепляет наиболее перспективные методы и средства проектирования. Этот метод способствует унификации структурных

элементов изделий. Наличие унифицированных узлов и деталей, которые используются в различных сочетаниях, позволяет преобразовывать конструкции одних изделий в другие.

Применение комбинаторного модуля способствует ритмической согласованности частей и гармонизации изделия в целом. Взаимозаменяемость комбинаторно-модульных элементов, универсальность конструкций ведут к высокой экономичности моделей.