

БАКАЛАВРИАТ

Л.И. Коротеева, А.П. Яскин

ОСНОВЫ ХУДОЖЕСТВЕННОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ

У Ч Е Б Н И К



Электронно-
Библиотечная
Система
znanium.com

УДК 658.512.2(075.8)
ББК 30.182я73
К68

Авторы:

Коротеева Л.И. — введение, гл. 1–7, 9–12;
Яскин А.П. — гл. 8

Рецензенты:

Сторожев В.В., доктор технических наук, профессор Московского государственного университета дизайна и технологии, заслуженный деятель науки и техники РФ;

Иванов В.В., кандидат технических наук, доцент Московского государственного текстильного университета имени А.Н. Косыгина

Коротеева Л.И.

К68 Основы художественного конструирования : учебник / Л.И. Коротеева, А.П. Яскин. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 304 с. — (Высшее образование: Бакалавриат).

ISBN 978-5-16-015988-1 (print)

ISBN 978-5-16-101449-3 (online)

Учебник содержит 12 глав, в которых рассмотрены основные категории и средства композиции в технике, принципы применения цвета в художественном конструировании, а также приведены общие сведения об эргономике, бионике, проектной и промышленной графике.

Составлен в соответствии с программой курса «Основы художественного конструирования» для подготовки студентов по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

Предназначен для студентов машиностроительных специальностей вузов и может быть использован в процессе реального проектирования.

УДК 658.512.2(075.8)
ББК 30.182я73

ISBN 978-5-16-015988-1 (print)
ISBN 978-5-16-101449-3 (online)

© Коротеева Л.И., Яскин А.П.,
2011

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ДИЗАЙНА	7
ГЛАВА 2. НЕМНОГО ИСТОРИИ	13
ГЛАВА 3. ФОРМООБРАЗОВАНИЕ	52
ГЛАВА 4. ОСНОВЫ КОМПОЗИЦИИ	61
Категории композиции	62
<i>Тектоника</i>	62
<i>Объемно- пространственная структура</i>	67
Средства и свойства композиции	69
<i>Пропорции и пропорциональность</i>	71
<i>Масштаб и масштабность</i>	89
<i>Симметрия и асимметрия</i>	100
<i>Метрические и ритмические ряды повторности (метр и ритм)</i>	111
ГЛАВА 5. ЦВЕТ	118
Характеристики цвета	123
Методы образования цвета	125
Цветовые модели (цветовые системы)	130
Цветовые и яркостные контрасты	137
Восприятие цвета	142
Воздействие цвета на организм человека и его психику	143
Цветовые гармонии	147
Основные принципы применения цвета в художественном конструи- ровании	149
Цвет в интерьерах промышленных зданий	152
Влияние источника света на восприятие цвета	156
ГЛАВА 6. ЭРГОНОМИКА	161
Антропометрические и физиологические требования	168
<i>Организация рабочего места</i>	173
Психофизиологические требования	190
ГЛАВА 7. БИОНИКА	203
ГЛАВА 8. ЭСТЕТИКА И СТАНДАРТ	221
Приемы гармонизации стандартных изделий	233
ГЛАВА 9. ПРОЕКТНАЯ ГРАФИКА	242
Шрифтовая информация	254
ГЛАВА 10. ПРОМЫШЛЕННАЯ ГРАФИКА	259
Фирменный стиль	264

ГЛАВА 11. СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	270
Основные типы проектных задач.	277
Макетирование.....	280
ГЛАВА 12. НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ДИЗАЙНЕ	290
ЛИТЕРАТУРА	296

Всякую вещь изготовлять
надлежит с умением
Леонардо да Винчи

ВВЕДЕНИЕ

Развитие производства приводит к необходимости улучшения качества выпускаемой продукции и совершенствования ее художественного оформления. Одним из средств решения этих задач является внедрение методов художественного конструирования в проектирование промышленных изделий.

Художественно-конструкторское образование является сложным процессом, соединяющим различные области знаний: эстетику, технику, технологию, эргономику, бионику, экономику и др. Современное инженерное проектирование рассматривает объект как широкую, открытую систему, в которой наряду с такими традиционными техническими свойствами, как прочность, надежность, усилия, допуски и посадки, соседствуют понятия формы, эргономического соответствия, эстетического качества. Такое положение приводит к необходимости внедрения дизайнерского образования во все технические вузы. Преподавание дизайна в инженерных вузах требует особой педагогики, так как речь идет не о преподавании строгих дисциплин, а о формировании способности работать в самых разных ситуациях современной сложной действительности.

Данный учебник, предназначенный для студентов машиностроительных специальностей, не охватывает всего многообразия задач, стоящих перед художественным конструированием. Он позволяет лишь познакомиться с основами композиции, средствами гармонизации, принципами применения света и цвета в художественном конструировании, с общими сведениями по эргономике, бионике и т.д.

Что же такое художественное конструирование?

В настоящее время существуют и широко используются такие термины, как дизайн, промышленное искусство, техническая эстетика, художественное конструирование, художественное проектирование. По поводу каждого из этих терминов велись и ведутся споры. Самым широким термином большинство специалистов считает дизайн.

Существует несколько точек зрения на определение сущности и сферы применения дизайна. С точки зрения художников дизайн от-

носится к сфере искусства, с точки зрения архитекторов – к архитектурно-художественной деятельности, с точки зрения инженеров – к сфере техники. Отличается друг от друга и определение понятия «дизайн» данное в энциклопедических, толковых и специальных словарях, а также в учебно-методической литературе.

В энциклопедическом словаре понятие «дизайн» рассматривается в узком и широком смысле: в узком смысле «дизайн» понимается как «художественное конструирование»; широкий смысл предполагает понимать дизайн как «термин, обозначающий различные виды проектировочной деятельности, имеющих целью формирование эстетических и функциональных качеств предметной среды».

В словаре иностранных слов дизайн определяется как: а) художественное конструирование предметов и б) проектирование эстетического облика промышленных изделий.

В учебно-методической литературе чаще всего «дизайн» считается видом деятельности, направленным на создание комфортной и эстетически выразительной предметной среды, наиболее полно удовлетворяющим запросам и предпочтениям человека.

Как видно из приведенных определений понятие дизайна непрерывно обновляется, дополняется, поэтому окончательного сформулированного понятия «дизайн» пока нет, но, несмотря на различия в формулировках, дизайн всегда связан с проектной деятельностью.

Остановимся на следующем определении дизайна. Дизайн (от англ. design – замысел, проект, конструкция, рисунок)– это художественно-конструкторская деятельность, связанная с проектированием объектов среды, окружающей человека: от предметов бытового обихода до орудий производства, от утилитарной вещи до космических ракет, от убранства жилых помещений до оборудования цехов промышленных предприятий.

Сущность термина «промышленное искусство» многие ученые определяют как специфическую форму человеческой деятельности, цель которой состоит в эстетической организации окружающей человека предметной среды, в эстетическом преобразовании орудий труда и вещей, которыми пользуется человек и которые органически входят в его жизнь.

Техническая эстетика – это теоретические основы дизайна, научная дисциплина, изучающая общественную природу дизайна и закономерности его развития, принципы и методы художественного конструирования, проблемы профессионального творчества и мастерства художника-конструктора.

Художественное конструирование является неотъемлемой частью общего процесса проектирования промышленных изделий, обеспечивающее удобство пользования ими, их максимальное соответствие условиям эксплуатации, гармоническую целостность формы, высокие эстетические качества.

В самом названии этого метода подчеркивается важность решения при проектировании художественных и эстетических вопросов помимо вопросов функциональных, конструкционных, технологических, эргономических и экономических.

Специфической особенностью художественного конструирования является единство утилитарных и эстетических качеств промышленного изделия. Под утилитарными качествами понимаются полезность, функциональность, удобство пользования, конструктивность, технологичность и экономичность. Под эстетическими – красота, изящество, выразительность и образность.

Художественное конструирование не ставит перед собой цель подменить инженерное. Художественное и инженерное конструирование составляют взаимодополняющие стороны единого процесса проектирования промышленных изделий. Художественное конструирование – это не наведение косметического глянца на уже сконструированную вещь. Оно должно осуществляться одновременно с проектированием изделий. Художник-конструктор должен вступать в процесс проектирования изделий на стадии разработки технического задания, в котором формулируются требования к будущему изделию и ставятся конкретные условия, связанные с его производством. Если красота вещи зависит, например, от пропорций, то понятно, что о них надо думать с самого начала проектирования, когда закладывается скелет будущего изделия. Нельзя вспоминать об эстетических качествах вещи, когда она уже готова, об этом надо заботиться в течение всего процесса проектирования.

Вопросы эстетики, гармонического построения и композиции промышленных изделий являются трудными. Для того чтобы их решать, необходимо иметь специальную теоретическую подготовку, подкрепленную определенными навыками (умением рисовать, лепить, макетировать и т.п.). Поэтому на помощь инженеру-конструктору приходит художник-конструктор, который должен участвовать на всех стадиях проектирования: от эскизов общей компоновки изделия до разработки отдельных деталей и узлов в виде рабочих чертежей и выпуска экспериментального образца. Только при такой совместной одновременной работе конструктора, художника, технолога, эргономиста и экономиста можно создать полно-

ценную вещь, в которой будут в равной мере успешно решены функциональные, технологические, конструктивные, эргономические, экономические и эстетические вопросы. Можно спросить, а нужно ли в этом случае инженеру-конструктору знать вопросы эстетики и художественного конструирования промышленных изделий, если рядом будет работать специалист – художник? Это необходимо, так как совместная и плодотворная работа инженера и художника возможна только в том случае, если люди разных специальностей, составляющие творческий коллектив, говорят на «одном языке», понимают серьезность и важность требований, выдвигаемых каждым специалистом, когда у них одинаковые взгляды на одни и те же вопросы. Поэтому в настоящее время курс «Основы художественного конструирования» введен во всех инженерно-технических вузах.

К сожалению, на практике существует еще несколько подходов к содержанию художественного конструирования. По мнению сторонников одного из них, в сферу деятельности художника-конструктора входят лишь те задачи, которые связаны с проблемой стиля, с приданием всем изделиям промышленного производства «современной формы». Эту разновидность художественного конструирования называют *стилистикой*.

Согласно второму подходу художественное конструирование занимается лишь обновлением внешней формы изделия, не затрагивая его сущности и не меняя тех технологических процессов, с помощью которых это изделие будет производиться. Такой подход получил название «*стайлинг*». Это чисто коммерческий подход к художественному конструированию, приводящий к тому, что за внешней эффектностью промышленного изделия бывают нередко скрыты серьезные функциональные недостатки и низкий потребительский уровень. «Стайлинг» иногда называют коммерческим дизайном, нацеленном по выражению видного американского дизайнера Дж. Нельсона на «иллюзию перемен за неимением возможности создать подлинные перемены».

Прекрасно сказал по этому поводу известный русский машиностроитель академик И.И. Артоболевский (1905- 1977): «Какое бы ни было украшательство, осужденное в архитектуре, особенно нетерпимо в индустриальном производстве, в оформлении машин, где каждая линия, каждый штрих, цветовое пятно должны нести смысловую нагрузку, быть строго продуманы, лаконичны, продиктованы целесообразностью».

Глава 1.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ДИЗАЙНА

В настоящее время можно выделить три основных вида дизайна: *графический дизайн, промышленный дизайн и дизайн среды*. Это деление, конечно, условно, так как все три вида связаны друг с другом и выступают наследниками предшествующих поколений художников и ремесленников.

Графический дизайн, призванный «украсить» окружающую нас действительность, сделать ее ярче, выразительнее основан на трудах декораторов, каллиграфов, печатников.

Промышленный дизайн (промдизайн, предметный дизайн, индустриальный дизайн), стремящийся обеспечить каждый вид человеческой деятельности нужными для этого приборами и вещами, продолжил дело прикладного искусства, создававшего вещи и устройства, нужные для труда и быта – от прялок до посуды.

Дизайн среды, предназначенный для преобразования мира в предметно-пространственное целое, где было бы комфортно и удобно жить, работать, размышлять и развлекаться, унаследовал и развил, принадлежащие зодчим проблемы формирования интерьеров, по-новому осмыслив решение технических задач в пространствах любого типа.

В данной работе не рассматриваются вопросы, связанные с проектированием одежды и обуви, фурнитуры и аксессуаров, дизайн текстиля, «высокой моды». Эти вопросы глубоко и широко рассмотрены как в учебной, так и научной литературе. Едва затронуты вопросы графического дизайна и дизайна среды, более подробно рассмотрены задачи промышленного дизайна.

Целью промышленного дизайна является определение формальных качеств промышленно производимых изделий, т.е. их структурных и функциональных особенностей и внешнего вида. Промышленный дизайн как вид деятельности включает в себя элементы искусства, маркетинга и технологии.

Следует отметить, что при всей размытости границ различных видов дизайна основной сферой промышленного дизайна было и остается художественное проектирование объектов промышленного производства, из которых можно выделить основные, часть из которых представлена на рис. 1.

- бытовая техника (посуда, радио-, электрооборудование и т.д.);

- объемные элементы оборудования интерьера (мебель, крупногабаритное оборудование);
- наземный и воздушный транспорт;
- инженерные устройства и сооружения;
- уникальные объекты промышленного изготовления.

Многообразие этих объектов ставит перед дизайнерами разнообразные творческие задачи. Так, художественное проектирование изделий массового потребления тесно связано с такими понятиями как мода, образ жизни. В этом случае на первый план выходят вопросы сбыта продукции. Дизайн таких объектов часто приобретает ярко выраженный коммерческий характер, сводится к внешнему оформлению предмета.

При проектировании объектов промышленного назначения (станков, специального оборудования, сельскохозяйственных машин и т.п.) преобладают требования технической целесообразности (эргономика, технологичность производства, производительность, экономичность, экологическая безопасность и т.д.), которые заслоняют порой вопросы образа и стиля.

Казалось бы, еще в меньшей степени связано с решением проблем визуального образа художественное проектирование уникальных объектов (космическая техника, подводные аппараты и т.д.), функционирование которых протекает во враждебной человеку внешней среде. И хотя их внешность определяется требованиями технической целесообразности она, как правило, служит прообразом современных художественных форм и не может решаться без участия дизайнеров.

Графический дизайн – это художественно-проектная деятельность по созданию гармоничной и эффективной визуально-коммуникативной среды (рис. 2).

К основным задачам, решаемым графическим дизайном можно отнести следующие:

- типографика, каллиграфия, шрифты, в том числе дизайн газет, журналов и книг;
- фирменный стиль (фирменные знаки, логотипы и т.д.);
- визуальные коммуникации;
- плакатная продукция;
- упаковка продукции (визуальное решение);
- задачи веб-дизайна;
- визуальные решения телевизионных передач и других продуктов СМИ.

Основными продуктами графического дизайна являются:

- корпоративный стиль компании;
- рекламная полиграфическая продукция;
- сувениры;
- интернет-сайты;
- книжные макеты и иллюстрации.

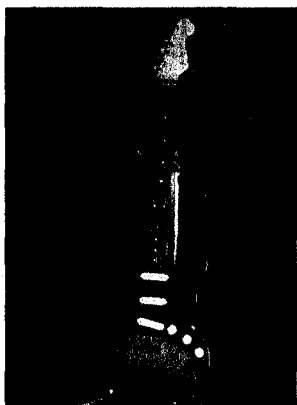
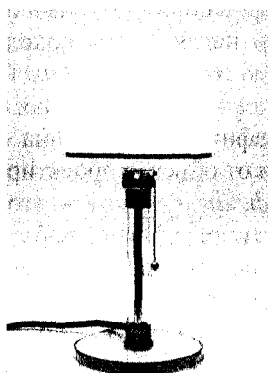
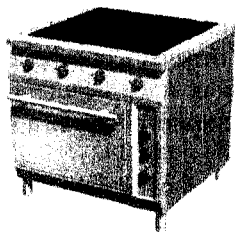
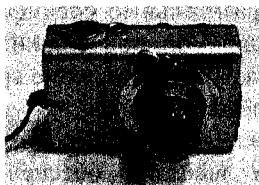


Рис.1. Некоторые изделия промышленного дизайна.

Многообразные проблемы массовой коммуникации требуют создания современных графических средств и могут быть разрешимы лишь в результате коллективного творчества многих специалистов.

Поэтому совместно с дизайнером-графиком работают психологи, социологи, врачи, искусствоведы, и др. специалисты, поскольку графический дизайн подразумевает оптимальную стратегию обработки информации в направленном толковании, превращение ее в визуальные сигналы, которые интерпретируются определенно и однозначно.

Зрительное восприятие современного человека обладает особой дифференцированностью, изощренностью, многоплановостью. В связи с этим наглядность, доходчивость, универсальность визуально-графического языка должны более компактно передавать информацию и ускорять процесс ее восприятия.

Виды графического дизайна (рис.2) можно классифицировать в зависимости от объекта проектирования:

типографская графика – это проектирование словесного текста средствами типографского набора. Важным моментом здесь является размещение готовых форм (заголовков, слов, частей текста, заставок и пр.) как относительно друг друга, так и по отношению к носителю информации (газетная полоса, поле афиши и т.д.);

промышленная графика – это графика тесно связанная с промышленным производством и его продукцией. Главными объектами разработки являются товарные и фирменные знаки, этикетки, марки, упаковки и пр.;

рекламная графика широко распространена в сферах коммерции, коммуникаций, развлечений. Это плакаты, афиши, рекламные брошюры и объявления, листовки, буклеты, каталоги, календари, значки, наклейки и другие объекты проектирования, связанные с той или иной рекламной кампанией;

архитектурная графика, основными видами которой являются эскиз, чертеж и архитектурный рисунок, каждый из которых, имеет свою изобразительную специфику и отвечает определенным требованиям. Например, поиск архитектурной идеи осуществляется с помощью эскиза, а оформление архитектурного чертежа – с помощью архитектурного рисунка.

компьютерная графика – это явление, отражающее совокупность приемов и действий, обеспечивающих автоматизацию процессов подготовки, преобразования и воспроизведения графической (визуальной) информации с помощью ЭВМ.

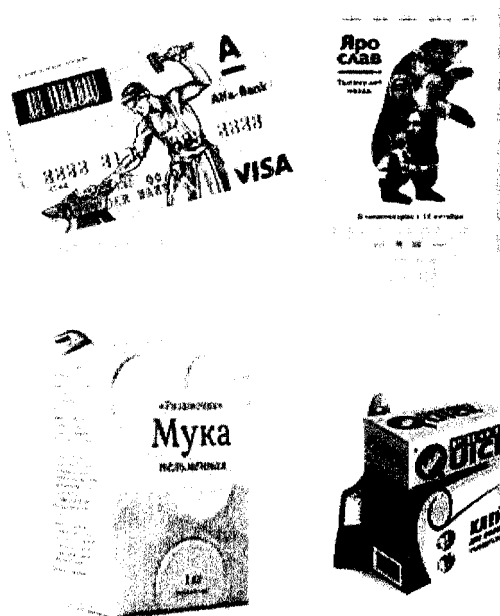


Рис.2. Примеры графического дизайна.

Дизайн среды – это новый вид проектной деятельности, который объединяет в единую функционально-художественную целостность достижения дизайнеров других специальностей, проектирующих оборудование, предметное оснащение, систему декоративно-графических решений и, в том числе, пространственную ситуацию (рис.3). Именно среда, в конечном счете, объединяет все виды дизайна.

Дизайн среды, выросший, по мнению специалистов из архитектурного дизайна, определился как самостоятельный вид дизайна только во второй половине XX века. Дизайн среды оказался универсальнее, гибче дизайна архитектуры, так как рассматривает любые формы нашего окружения. Шире оказались и эстетические цели средового дизайна: достижение художественного образа стало далеко не главной заботой проектировщиков, понявших, что удобства, эргономические, экологические задачи, общие эмоциональные ощущения ничуть не менее значимы для человека.

Формирование теории средового дизайна началось 70-х годов прошлого века, когда десятки архитекторов и художников бросились

угадывать и прогнозировать черты будущего образа жизни и адекватные ему формы среды. Движущиеся города, компьютерная визуализация, фантастические конструкции и материалы, по явившиеся в те же годы престижные конкурсы оставили глубокий след в сознании проектировщиков.

Современный дизайн среды объединил много направлений и течений и спорных и бесспорных. Главным остается то, что дизайн среды – это единственный вид проектирования, рассматривающий всю совокупность условий и обстоятельств жизни человека как произведение искусства. Поэтому, по мнению специалистов, дизайн среды имеет право на роль завершающего звена общей системы работ по художественному проектированию.

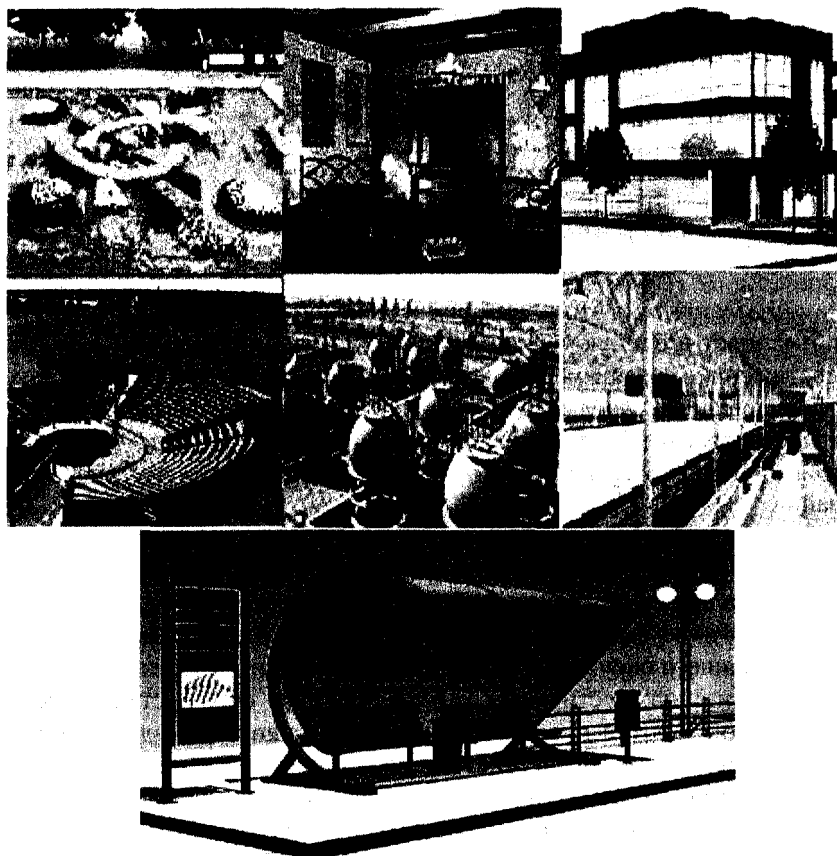


Рис. 3. Дизайн среды.

Глава 2. НЕМНОГО ИСТОРИИ

Дизайн и связанный с ним особый метод проектирования – художественное конструирование – возникли не внезапно и не только на базе современной машинной индустрии.

Многовековая история техники подтверждает, что человек во все времена творил, стремясь одухотворить машину, инструмент, любое орудие труда. Он видел в машине нечто гораздо большее, значимое, чем простое механическое соединение деталей, призванное выполнять утилитарную задачу. Высокохудожественные произведения появлялись всегда. Посмотрим на предметы обихода жителя древности (емкость для воды, орудие для охоты и т.д.). Уже тогда создатели этих предметов преследовали не только чисто утилитарные цели, но и стремились придать этим изделиям красивые формы, нанести рисунок, раскрасить.

Интересно в этом отношении проследить развитие станочного дела на примере токарных и ткацких станков, которые получили широкое развитие в ремесленном, а затем и в мануфактурном производстве.

Так, самым древним орудием в текстильной промышленности является веретено. До настоящего времени нет обоснованной гипотезы о том, как человек мог прийти к идее веретена. Между тем археологами собран богатый материал, свидетельствующий о том, что история веретена начинается с глубокой древности. В раскопках найдены остатки веретен с четвертого по первое тысячелетие до нашей эры.

Примитивные способы ручного прядения, существующие в Китае, Греции, Египте, России мало чем отличались друг от друга. На старинных рисунках (рис.4) изображены прядильщицы (пряжи), причем одна работает сидя (рис. 4,а), а другая стоя (рис.4,б). В обоих случаях работница левой рукой вытягивает нить из закрепленной на стойке кудели (пучка разрыхленного, очищенного, прочесанного ручным способом исходного материала), а другой запускает во вращение веретено, на которое закреплен вытянутый отрезок нити. По мере вытягивания и кручения веретено опускается и когда оно коснется пола или подставки (или когда рука не будет доставать веретена), процесс вытяжки и кручения прекращается и наработанная нить наматывается на веретено, т.е. процесс был периодическим: вначале вытяжка и крутка, а затем намотка.

Основным элементом этого процесса прядения было веретено. Древние веретена были совершенны во всех отношениях. В техническом – это были веретена гироскопического типа. На рис. 5 представлено глиняное веретено каменного века, найденное на территории Швейцарии. Оно состоит из шпинделя 1 и маховичка (пряслица) 2. Придав маховичку форму раструба и опустив центр тяжести веретена ниже точки опоры (для веретен, опирающихся на подставку или на пол) или ниже точки подвеса (для веретен, подвешенных на нити), можно было добиться равномерного и продолжительного вращения такого веретена. При известном навыке с помощью ручного веретена можно было вырабатывать 100 м пряжи за час при скорости веретена до 600 мин^{-1} . В Индии и Египте (из льна, хлопка) вырабатывались с использованием веретена нити изумительной тонины, которая едва достижима современными машинами.



а



б

Рис.4. Ручное веретенное прядение.

В художественном отношении это были произведения искусства. На рис. 6 представлен маховичок ручного глиняного веретена, найденный на территории СССР и выставленный в Государственном историческом музее (Москва). Маховичок относится к каменному веку, когда человек еще не умел обрабатывать металлы. Инте-

ресно отметить, что пряслице было сделано из глины с некоторыми украшениями. Изящную форму имеет и маховичок веретена, представленного на рис. 5.

Проходили тысячелетия, но идея ручного веретена в основном изменялась мало. На рис. 7 представлены некоторые образцы веретен, применявшихся в древнем Египте, Средней Азии и Европе, на рис.8 римское веретено, относящееся к началу нашей эры, а на рис. 9 – оригинальное веретено с петушком.

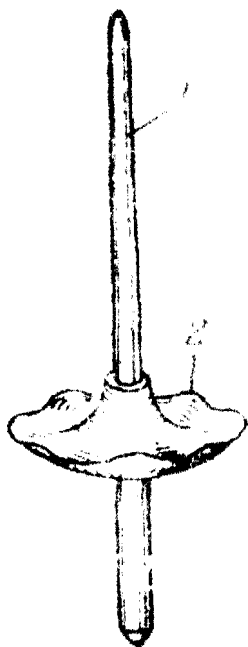


Рис.5. Глиняное веретено.

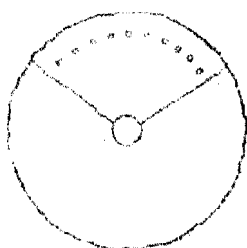


Рис.6. Маховичок глиняного веретена.

Русские женщины того времени любили изящные маховички (пряслица) – точеные, нарезные и даже именные (с вырезанными инициалами или полным именем (рис.10). Они хранили такие пряслица вместе с драгоценностями. На рис.10, а показано пряслице времен Великого киевского князя Святополка, найденное на территории Украины. На рис. 10,б представлено пряслице, хранящееся в Эрмитаже (Санкт-Петербург). Очень интересные сведения о пряслицах можно найти в ценных трудах проф. Рыбакова Б.А

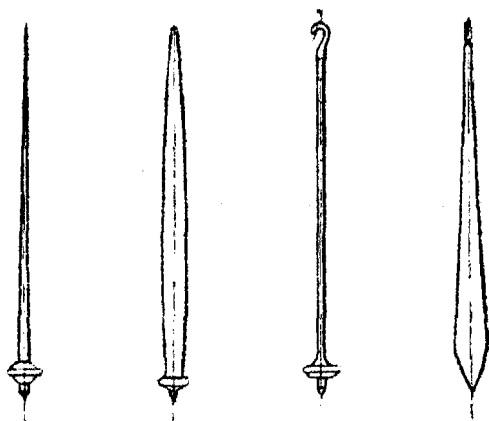


Рис. 7. Веретена, применяемые в Древнем Египте, Средней Азии и Европе.

Большое распространение получили в X-XIII вв. каменные пряслица. Особой красотой отличались пряслица из розового и красного шифера, производство которых в России было настолько развито, что их вывозили на продажу за границу (Польшу, Болгарию).

На рис.10, в изображено шиферное пряслице с чеканной надписью: встречались пряслица с изображениями животных и другими украшениями.

Легкие деревянные маховички резной работы (рис.11), относящиеся к XII в., были обнаружены на территории Румынии.

В Греции прядением с помощью веретена занимались и знатные дамы, считая это дело изящным искусством. Веретена и пряслица в этом случае изготавливались из дорогих материалов и представляли собой художественные изделия. Так в древнегреческой эпической поэме «Илиаде» (9-8 вв. до н.э.). Елена получает от жены Полибия Алкандры в подарок золотое пряслице. Теокрит преподносит жене своего друга Никия пряслице из слоновой кости.

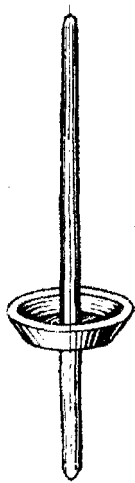
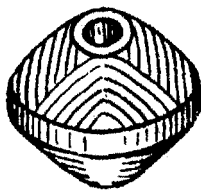


Рис.8. Римское веретено.



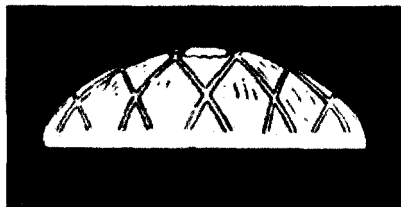
Рис.9. Веретено с петушком.



а



б



в

Рис. 10. Пряслицы: а – времен Святополка; б – шифрованное X в., найденное на территории Волыни; в – из Эрмитажа.

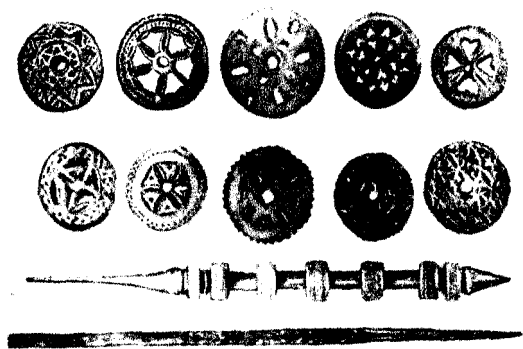


Рис. 11. Деревянные маховички резной работы.

Еще большим изяществом, чем веретена обладали прялки (стойки), которые использовались для крепления кудели чесаного волокна при кустарном прядении на ручных веретенах. В XVII, XVIII вв. эти прялки имели вполне определенную простую конструкцию (рис.12). Прялка состояла из вертикальной доски (лопатки или лопаски) для крепления кудели и горизонтальной широкой и тонкой лапы внизу (донца), на которой сидела пряжа.

Прялка могла быть поставлена лапой на табурет или лавку. Материца чем-нибудь покрывала лапу и садилась на нее. Работать на такой прялке было очень удобно. В Московском музее народного искусства собрана богатая коллекция различных прялок, имеющая высокую художественную ценность. Многие прялки поражают красотой оформления и тонкостью работы. Изучению пластической формы и декоративного убранства прялок в последнее время посвящено много исследований. Поэтому здесь ограничимся самыми краткими сведениями о них. Вертикальная часть прялки (лопаска), к которой прикреплялась кудель, соединялась с донцем различными способами. Чаще всего на конце донца имелось гнездо, куда и вставлялась или ввинчивалась ножка, удерживающая лопаску. Длина донца и высота лопаски варьировались, исходя из требований удобства положения руки при наматывании на веретено. Иногда прялки изготавливались из копыла, так принято было называть часть ствола ели с загнутыми под прямым углом к нему корнями или ветвями. В этом случае прялка именовалась «копылка».

Но копылки были тяжелы и неустойчивы, их было неудобно хранить. Постепенно они уступили место более рациональной разъем-

ной конструкции, которая создавала возможность использовать донце для различных целей: в гнездо можно было вставить не только прялку, но и гребень для чесания или швейку. Эта конструкция была и более удобна в быту. Будучи разборной, она вешалась на стену избы, где занимала относительно мало места. Художественный облик прялок органическим синтезом их форм и применением декоративных приемов.

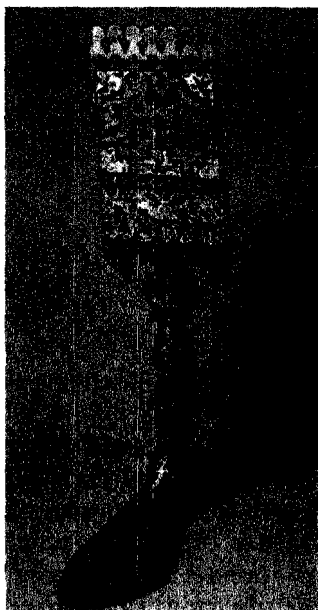


Рис.12. Прялка.

На рис.13 представлены различные стойки прялок (лопатки), которые поражают разнообразием и красотой рисунков и качеством исполнения.

На боковых гранях лопатки располагались разнообразные по конструкции зубчатые вырезы, которые не только оживляли всю конструкцию, но и служили для привязывания кудели. Существовали прялки, имеющие скульптурные и живописные дополнения, которые нельзя объяснить утилитарными требованиями. Это и геометрические и растительные орнаменты, и бытовые и жанровые сцены.

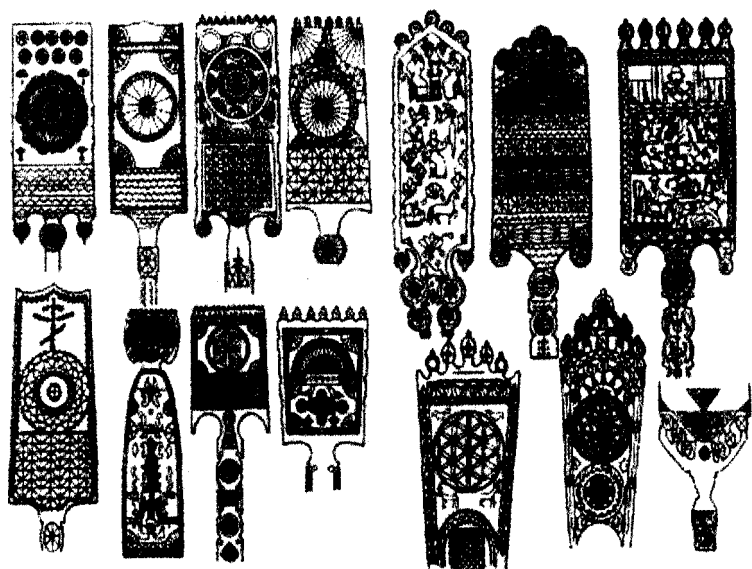


Рис. 13. Стойки (лопатки) прялок.

Мастера стремились скрасить женский труд, безусловно, утомительный и трудный. Наряду с этим расписная прялка украшала интерьер избы, внося в него яркое, оптимистическое пятно. На рис. 14, а показана художественно отделанная расписанная северодвинская прялка, на рис. 14, б – резные костромские прялки, а на рис. 15 – ажурные ярославские прялки в виде изумительно красивых колонок.

В России кустарное прядение на ручных веретенах удерживалось до первой половины XIX века, однако, несмотря на всю красоту и техническое совершенство прялок и веретен, получить высокую производительность труда на них было невозможно из-за небольшой частоты вращения веретен и быстрой утомляемости рук прядильщиц. Уже тогда человек думал не только о том, чтобы больше напрясть, но и том, чтобы облегчить труд работниц, виртуозность которых поражает нас до сих пор.

При веретенном прядении попытка увеличить производительность труда привела к появлению (впервые в Индии) колесной прялки.

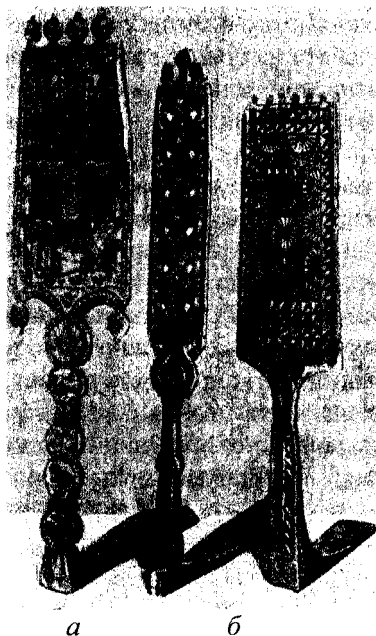


Рис. 14. Северодвинская прялка с росписью *а* и костромские резные прялки XVII-XVIII вв. *б*.

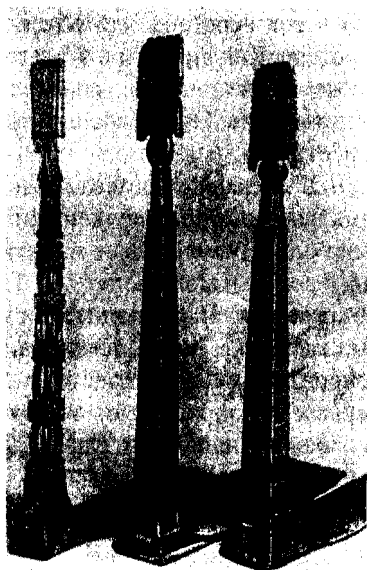


Рис. 15. Ярославские ажурные прялки XVII-XVIII вв.

Первые попытки внести какое-то усовершенствование в прядильное дело в Европе в средние века относятся, по-видимому, к XI веку. Первое изображение ручных прялок находится в одном английском манускрипте XIV в., хранящемся в Британском музее.

Около 500 лет назад в Англии получили распространение ручные прялки с приводом веретена с помощью шнура, идущего от колеса, которое вращалось вручную, самой прядильщицей (рис. 16). Приготовленную заранее ленту или скрученную ровницу прядильщица прикрепляла к концу веретена, направляя ее левой рукой все время под тупым углом к оси веретена. Нить в этом случае только скручивалась, а не наматывалась на веретено. Когда крутка заканчивалась, прядильщица останавливала колесо, делала несколько обратных поворотов колеса, чтобы смотать образовавшиеся на конце веретена витки нити, а затем вращала правой рукой колесо в прежнем направлении, а левой направляла скрученную нить под прямым уг-

лом к оси веретена, что обеспечивало намотку нити на поверхность веретена. Как видно и в этом случае работа на прялке производилась также периодически: сначала вытягивание и кручение, а потом наматывание. Эти колесные прялки не отличались ни удобством, ни красотой.

В XV в., как полагают, на юге Германии впервые появились веретена непрерывного прядения, при котором кручение пряжи происходило одновременно с ее наматыванием. Задача была решена с помощью рогульчатого веретена. Такие устройства стали называться самопрялками. Производительность самопрялок была мала, зато они были дешевы, очень легки, так что их одной рукой можно было переносить с места на место, и довольно просты по конструкции. В первых самопрялках не только операция вытягивания выполнялась неизбежно пальцами самого прядильщика, но последний должен был также по мере наполнения катушки переставлять нить вручную с одного крючка рогульки на другой.

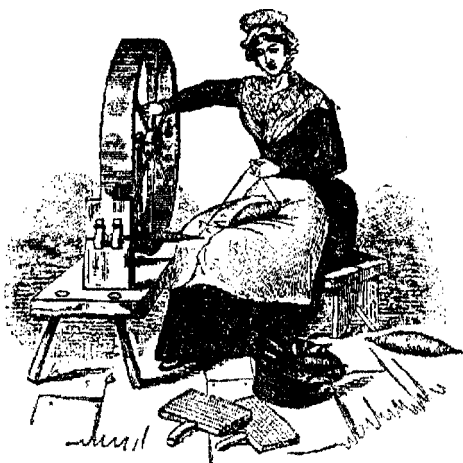


Рис.16. Привод веретена с помощью колеса.

В муниципальном музее Белфаста и в венском музее самопрялок можно увидеть самые ранние (из дошедших до нас) ножные самопрялки голландского и тирольского типов, относящиеся к XVII в.

На рис. 17 представлена голландская ножная прялка в стиле барокко, а на рис. 18 — ирландская и тирольская самопрялки. Все, представленные на рисунках, самопрялки состоят из одинаковых механизмов (веретено, приводное колесо, рогулька) и имеют один и

тот же принцип действия. Голландская самопрялка состоит из тщательно выделанных деталей, но она плохо скомпонована, неудобна в обслуживании, производит впечатление неустойчивого механизма (отсутствует впечатление визуального равновесия). Тирольские и ирландские самопрялки не производят впечатления законченной конструкции, это скорее часть механизма. Неудачно выбраны пропорции в размерах стоек и колеса, общий силуэт прялок не вызывает положительных эмоций.

Оригинальным моментом в Ирландской самопрялке, не встречающимся в конструкциях других самопрялок, является расположение веретена под колесом, на переднем плане высокого треножного станка.

Установить дату появления первых самопрялок в России пока не удалось, но русские самопрялки, собранные из фигурных точеных деревянных деталей (рис.19), всегда отличались необыкновенным изяществом.

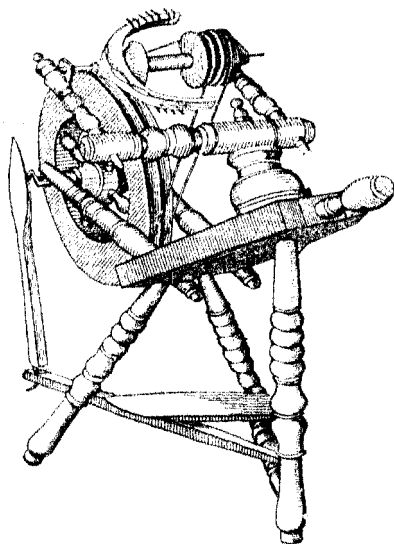
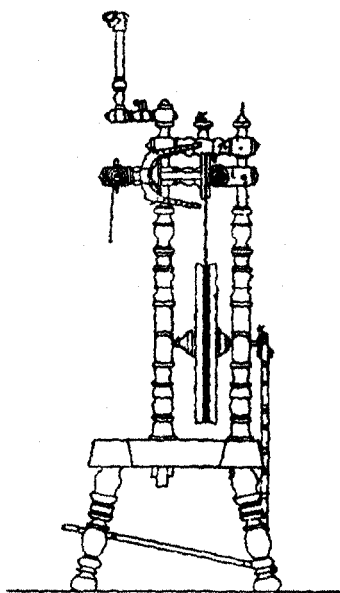
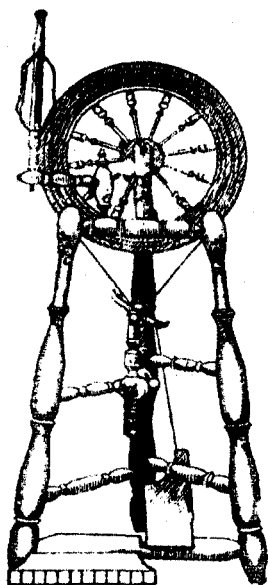


Рис. 17. Голландская ножная прялка в стиле барокко.

Самопрялки описанного типа просуществовали около 500 лет; их можно встретить и в наше время. Попытка исключить операцию перебрасывания нити с одного крючка рогульки на другой предпринималась многими мастерами.



a



б

Рис. 18. Тирольская (а) и ирландская (б) самопрялки XVII в.

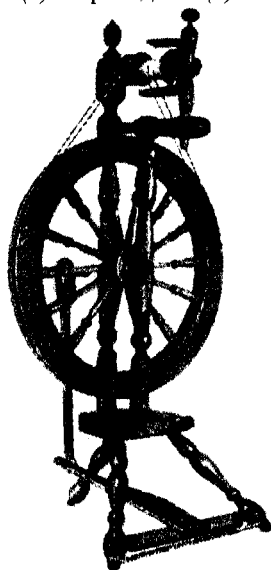


Рис. 19. Русская самопрялка.

Интересная попытка механизировать этот процесс была сделана в конце XV века Леонардо да Винчи. На рис. 20 представлен общий вид этой новой и оригинальной самопрялки на три нити. Большое колесо приводит в действие при помощи шнура веретено; малое колесо придает вращение с меньшей скоростью катушке, то есть веретено и катушка получают независимое друг от друга движение. В самопрялке можно было регулировать степень крутки, изменяя скорость вращения большого колеса при помощи штифтов, вставленных между шнурами и ободом колеса и служащих для натяжения шнура. Самопрялка на три нити такая же пропорциональная и четкая, как и все, что было выполнено великим мастером, характером своей формы органично связана с традиционной народной прялкой.

Судьба самопрялки Леонардо да Винчи неизвестна. Во всяком случае, осуществленный в ней принцип автоматической намотки остался практически забытым.

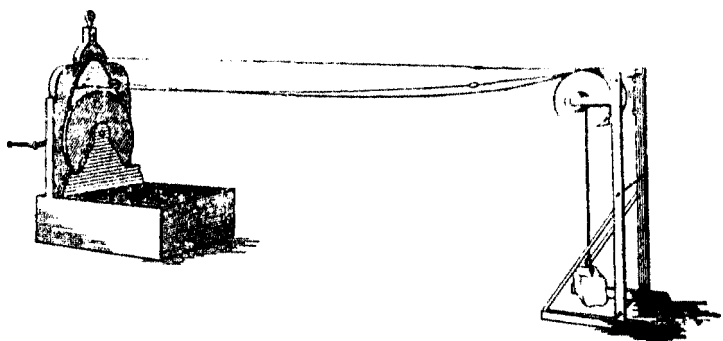
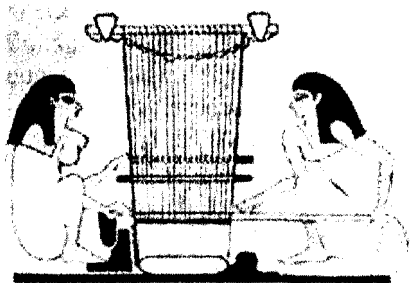


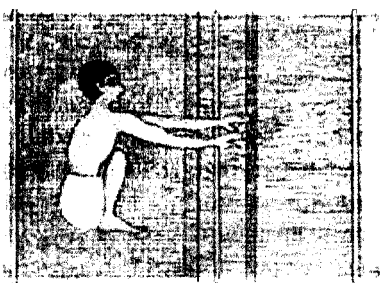
Рис. 20. Самопрялка на три нити Леонардо да Винчи.

В древности высшим из ремесленных искусств считалось ткачество. Греки изобретение ткачества приписывали богине Афине. Следует отметить, что первые ткацкие станки и в Греции и в Египте были примитивными и не отличались изяществом (рис. 21). Нити основы на этих станках располагались вертикально или горизонтально. Нити утка прокладывались вручную.

Представленные на рис. 22, 23 древние многоремизные ткацкие станки более совершенны в техническом отношении и имеет некоторые элементы украшения, но и они не могут быть отнесены к произведениям искусства.



a



б

Рис.21. Первобытные ткацкие станки: *a*) с вертикальным расположением нитей основы; *б*) с горизонтальным расположением нитей основы.



Рис. 22. Горизонтальный ткацкий станок с немецкой гравюры 1568 года.

В обеих конструкциях большое количество острых углов, что затрудняло обслуживание и могло привести к травматизму.

Тесная связь технического творчества с художественным была характерным признаком эпохи Возрождения (XV – XVI вв.). Профессия художника считалась тогда обычной ремесленной профессией и люди этой профессии ничем не отличались (по своему обще-

ственному положению) от представителей других ремесленных групп. Мастера эпохи Возрождения видели красоту машины не в украшениях (хотя и пользовались ими умеренно и тактично), а в четкости замысла, рациональности формы, пропорциональности. Каждый из них делал сравнительно небольшое число машин в течение своей жизни, но все эти машины были отмечены печатью индивидуальности.

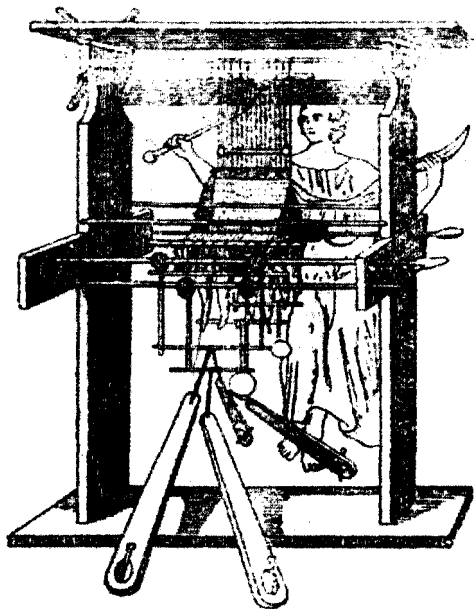


Рис. 23. Древнегреческий многоремизный ткацкий станок с вертикальным расположением нитей основы.

Крупнейшей фигурой среди инженеров этой эпохи был, упоминаемый ранее, Леонардо да Винчи (1452 – 1519), один из титанов Возрождения, ученый, живописец, скульптор, архитектор, инженер (рис. 24). Он занимался живописью, архитектурой, математикой и техникой, что позволило ему строить крепости, каналы, проектировать орудия и разнообразные машины. Рисуя машину, Леонардо да Винчи добивался большой ясности выражения замысла и с этой целью тщательно прорабатывал форму. Процесс работы Леонардо над изобретением был таким же, как у современного дизайнера: от первого чернового наброска, через тщательную проработку деталей в

материале к построению действующей модели и ее проверки в действии. Моделирование было необходимым элементом его научной и технической деятельности: можно сказать, что без моделирования Леонардо да Винчи не мыслил никакой технической конструкции.

Техника эпохи Возрождения отражала стиль своего времени. Небольшие станки прекрасно гармонировали с прямолинейной, несколько тяжеловатой, но безупречной в смысле пропорций и чистоты линий деревянной мебелью и хорошо вписывались в интерьер. Крупные сооружения были конструктивны, композиционно строго уравновешены, а в форме деталей всегда ощущалась рука и вкус художника.

С середины XVI в. идеология эпохи Возрождения претерпевает значительные изменения и к концу XVI в. в архитектуре, искусстве и технике стиль Возрождения уступает место стилю барокко. Возникает понятие художественного своеобразия, необычайности замысла, артистичности исполнения, но отрицается связь художественного творчества с научными методами, с математическими измерениями; хотя от изучения природы не отказываются, но подчеркивается роль фантазии и свободы творчества, что противостоит эпохе раннего Возрождения.

Со второй половины XVI в. машины начинают вытесняться из сферы эстетики, и инженерное искусство постепенно становится особым «техническим» родом деятельности, однако, несмотря на это машины продолжают испытывать стилистическое влияние своего времени. Барокко вносит в машинные формы богатую орнаментацию, закругленные линии; в одной и той же машине грубые деревянные конструкции сочетаются с тщательной отделкой и гибким рисунком металлических деталей. Так к концу XVI в. искусство и техника разделились и обособились каждая в своей сфере.

XVII в. – рассвет мануфактурного производства, нуждающегося в совершенствовании технической базы, поэтому машинный парк продолжает расти, оживляется изобретательство. Для этой эпохи характерен тип изобретателя-универсала. Интерес к машинам приобретает серьезный и стабильный характер. Их разработкой занимаются и отдельные ученые, и целые научные корпорации. Так, Французская академия наук начинает рассматривать и публиковать изобретения. В первой четверти XVII в. английское правительство, а позже правительства других стран вводят патенты и привилегии на изобретения. Машин становилось все больше, их конструкция усложнялась, а иногда появлялись новые, остроумно устроенные механизмы, но машины еще не изучались и не исследовались в

нашем современном понимании. В собраниях гравюр по-прежнему описывались одни и те же машины, так как бывало что несколько раз они изобретались заново. Однако хотя и медленно, но неотступно изобретательство переходит на научную почву, при разработке машин изобретатели стараются применять познания из области математики и механики.



Рис. 24. Памятник Леонардо да Винчи в Милане.

Наиболее распространенной и привычной областью техники стало в это время станочное дело.

Неотъемлемой частью ремесленного, а затем и мануфактурного производства, как отмечалось ранее, были токарные и текстильные станки. Профессия токаря считалась привилегированной, токарное искусство настолько вошло в моду, что иные вельможи соперничали между собой в мастерстве. Прекрасным токарем был Петр I. В списке книг, принадлежащих лично ему, значится «Токарное искусство, автора Плумира, книга письменная, русская и голландская».

Уже во второй половине XVI в. была установлена официальная терминология квалификации токарей и видов токарных станков и была создана инструкция по испытанию мастеров токарного дела. При сдаче пробы на звание токарного мастера требовалось безукоризненно изготовить самопрялку, банку для пряностей с семью отделениями, шахматные фигуры, круглые коробки, футляры, портреты. Последние требовались от так называемых художественных токарей.

Для станков этого периода характерны крупные достижения в области формы. Пример тому – творчество выдающегося русского машиностроителя А.К. Нартова (1680 – 1756 г.). Андрей Константинович Нартов родился в Москве в семье «человека простого звания». Первое упоминание о Нартове относится к 1704 году – времени его поступления в число учеников Московской школы математических и навигационных наук. Архивные данные позволяют восстановить образ Нартова как новатора в различных отраслях техники и как горячего патриота. Нартов – конструктор станков и разнообразных машин, Нартов артиллерист, мастер монетного дела, литейщик и, наконец, первый советник Петербургской Академии Наук – вот основанные этапы творческого пути замечательного русского машиностроителя XVIII века

В 1718 году Петр I посылает Нартова за границу. И вот какие задачи должен был разрешить Нартов во время пребывания в Лондоне и в Париже —. поручено было ему в Лондоне домогаться получить сведения о нововымышленном лучшем парении и гнущии дуба, употребляющегося в карабельное строение, с чертежом потребных к сему печей и собрать в обоих местах для любопытства монарха своего лучших художников физических инструментов, механические и гидравлические модели; сего ради препоручен он был особливо академии президенту аббату Биньону, астроному де-Лафаю, славному художнику Питону и математику Вариньону, при которых он знание свое в потребном и порученном ему от государя деле к пользе отечества и к чести своей усугубил”.

Один из сохранившихся портретов Нартова (рис.25) относится ко времени его возвращения из Франции: обаятельное лицо молодого мужчины, над высоким лбом – белый парик, плотно сжатые губы, прямой нос, но главное глаза – в них сила, дерзость, уверенность, ум.

Ряд станков, созданных А.К. Нартовым и хранящихся в музеях «Эрмитаж», «Летний дворец Петра I» не только ценны с техниче-

ской точки зрения, но и чрезвычайно интересны с точки зрения формообразования.

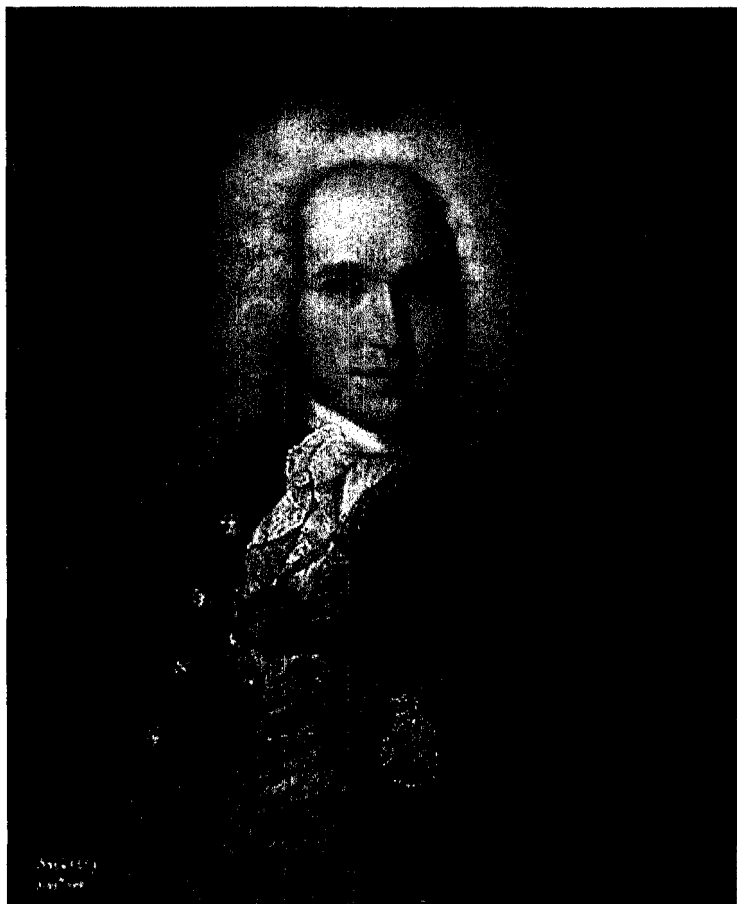


Рис. 25. Выдающийся машиностроитель XVIII в. А.К. Нартов.

В обнаруженной рукописи А.К. Нартова «Ясное зрелище махин» описывается более 20 токарных, токарно-копировальных и токарно-винторезных станков различных конструкций. Выполненные Нартовым чертежи и технические описания говорят о его больших инженерных способностях и познаниях.

На токарно-копировальном станке (рис. 26) можно было выполнять сложные узоры и вытачивать рельефы. В дошедшем до

нас реестре оборудования токарной мастерской Петра I этот станок носит название, данное ему самим Нартовым: «Машина, что делает розы». Станок был построен в стиле народного русского барокко. Этот стиль, как упоминалось ранее, возник в России позже, чем в странах Западной Европы, и обладал большим своеобразием. Станок имел некоторые усовершенствованные детали, среди которых особенно замечателен механизированный суппорт. До появления этого суппорта токарь работал резцом вручную, что требовало огромного мастерства и не меньшего напряжения.

Станок Нартова имеет все характерные признаки стиля. Верстак – массивный дубовый стол на фигурных ножках в виде витых колонок, связанных со столешницей резными орнаментированными угольниками. В народном стиле выполнены и другие части станка: точеные стойки, резные карнизы. Однако резьба и украшения не маскируют рабочую функцию станка, они выражают радостно-оптимистическое мировосприятие автора. Структура станка проста, его пропорции соответствуют интерьеру невысокой небольшой мастерской, делают его удобным, «ладным в работе». Как настоящее произведение искусства станок несет определенную эмоциональную нагрузку. В нем есть что-то от русского терема, витые колонки сообщают его облику черты русского национального стиля.

Станок создавался Нартовым для Петра I и поэтому особенно наряден, но мастеру удалось избежать излишней помпезности и сохранить целостность формы, что свидетельствует о тонком художественном вкусе автора, воспитанного на образцах русского народного искусства. Знаменитый мастер и токарь обладал также замечательным чувством стиля. Его станки могут служить прекрасной иллюстрацией развития русских стилей с середины XVIII в: от раннего народного барокко к петровскому барокко, а от него – к стилю рококо.

Изготовленный в 1718–1729 гг. большой токарно-копировальный станок Нартова (рис.27), отличается своей массивностью, но и в этом своем творении автор продолжает заботиться о красоте его внешних форм и об облегчении труда токаря. Станок имеет блестящую внешнюю отделку – резьбу по дереву и гравировку металлических частей. Замечателен в станке металлический остов верхней станины, выполненный в виде двух красиво изогнутых металлических стоек – козелков, скрепленных между собой верхней поперечиной – брусом.

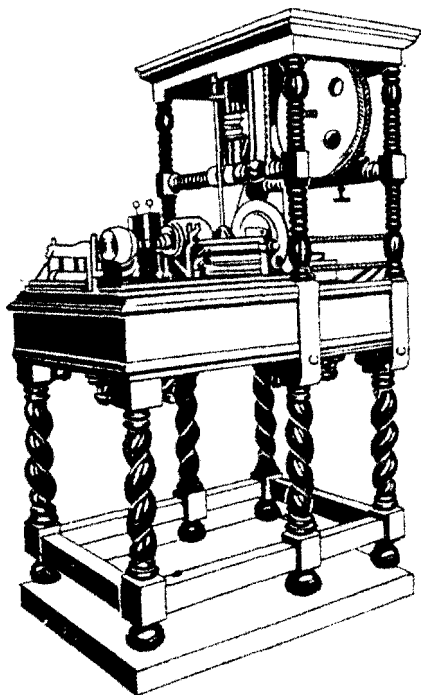


Рис. 26. Токарный станок А. Нартова 1712 г.

Идея механизированного передвижения резца в этом станке была усовершенствована. Копировальный палец и суппорт приводились в движение одним ходовым винтом, но с разным шагом нарезки под резцом и под копиром. Таким образом, было обеспечено автоматическое перемещение суппорта вдоль оси обрабатываемой заготовки. Правда, поперечной подачи еще не было, вместо нее было введено качание системы — «пир-заготовка», поэтому работы по усовершенствованию суппорта продолжались, но А.К. Нартов остается первым, кто нашел путь к решению этой задачи.

Двенадцать станков из Петровской токарни хранятся в настоящее время в Эрмитаже. Не погибли нартовские махины и его идеи. На их основе возникли современные промышленные металлорежущие станки — токарно-винторезные, фрезерные, строгальные и др.

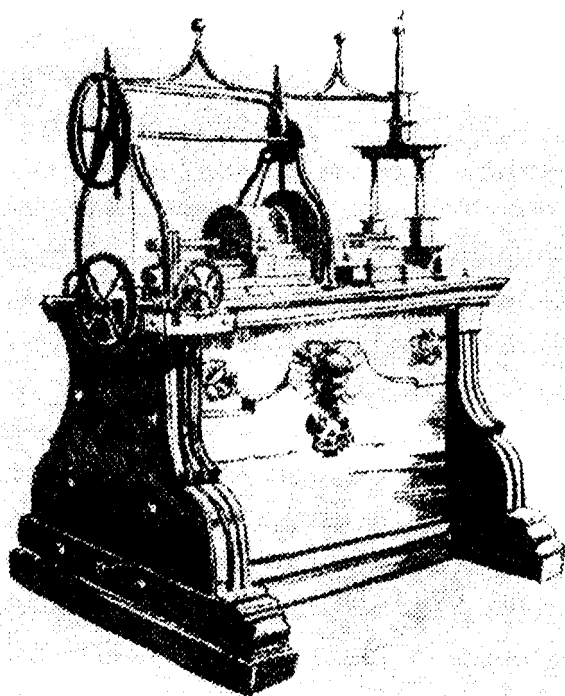


Рис. 27. Большой токарно-копировальный станок А.К. Нартова.

В начале VIII в. станочное дело еще больше оживляется. Усиливающийся товарный обмен и конкуренция заставляют ремесленников искать новые возможности увеличения производительности станков. Раньше всех стали усовершенствоваться опять же токарные станки и текстильные машины.

Накопленный опыт позволил к концу XVIII века создать универсальный токарный станок, ставший основой машиностроения. Его автором стал английский механик и промышленник Генри Модсли (1771-1831). В 1798 году Г. Модсли основал собственную мастерскую по производству токарных станков, конструкции которых непрерывно совершенствовались. Созданный в 1800 году токарный станок имел все элементы, которые имеют токарно-винторезные станки сегодня. При этом существенно то, что Модсли понимал необходимость унификации некоторых видов деталей и первым стал внедрять стандартизацию резьбы на винтах и гайках. Он стал выпускать наборы метчиков и плашек для нарезки резьбы. Ученики и продолжатели дела Модсли усовершенствовали токарный станок тем,

что расположили ходовой винт перед станиной, добавили ручной перебор, ручки управления вынесли на переднюю панель станка, что сделало более удобным управление станком (рис. 28). Вместе с техническим усовершенствованием не остался без внимания и внешний вид станка. Форма ножек, станины делают его легким и изящным. Этот станок работал до 1909 года.

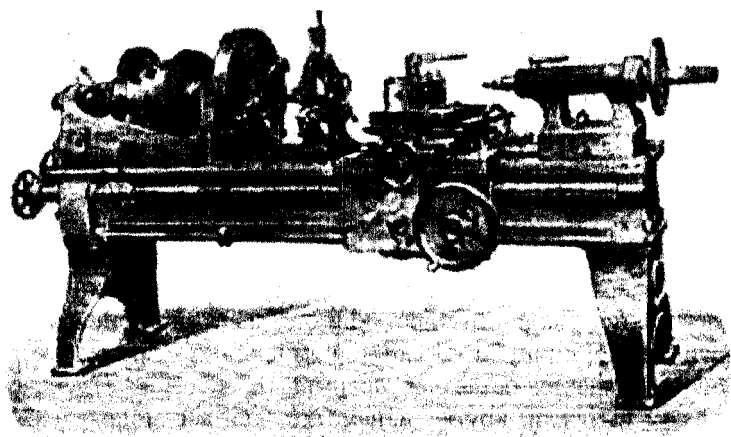


Рис.28. Токарный станок, разработанный Г. Модсли и усовершенствованный его учениками.

В XVIII веке значительные изменения претерпели и прядильные и ткацкие станки. Первые самопрядки, которые появились в XVI в., получили распространение значительно позже, и их главные органы не отличались по форме от обычных прялок. Для ткачества же вплоть до начала XVIII в. использовался старинный станок, не менявшийся столетиями. Перемены наступили незаметно. Английский изобретатель рабочий Джон Кей (1704-1764), побуждаемый возросшим спросом на ткацкую продукцию, нашел способ ткать полотно значительно быстрее: он изобрел самолетный челнок. Он же сделал приспособление, которое обеспечивало расположение ниток основы в одной плоскости с постоянным натяжением. Станок, оснащенный этими механизмами, оставался ручным, но производительность его сильно возросла. Существующие же самопрядки не обеспечивали необходимого количества пряжи, что потребовало усовершенствования процесса прядения. В 1733 г. механик-самоучка Джон Уайетт изобрел первую прядильную машину, в которой роль человеческих

пальцев, скручивающих нить, выполняло несколько пар вытяжных валиков.

В Англии в 1761 г. «Общество поощрения ремесел и мануфактур» выпустило воззвание и объявило о назначении двух премий лицам, которые сумеют разрешить задачу усовершенствования конструкции самопрядки, ибо из-за острого недостатка пряжи происходит «великий ущерб торговцу, фабриканту и нации вообще». Первым эту проблему решил английский изобретатель ткач и плотник Джеймс Харгривс (1720-1778). В 1765 г. он закончил создание прядильной машины (рис. 29), которую назвал, по-видимому, в честь жены или дочери «Дженни». Как видно из рисунка, эта машина не была уже такой изящной и тонкой, как самопрядка. «Дженни» имела неподвижную прямоугольную станину с четырьмя ножками, вертикальную раму с 24 веретенами, наклонную раму с катушками, на которые наматывалась ровница, и зажимной пресс. Колесо, которое сообщало вращение веретенам, приводилось в движение вручную. Существенной частью изобретения был вытяжной аппарат, построенный по принципу вытяжки с помощью отодвигаемого пресса. Процесс прядения оставался прерывным, т.е. также чередовались процессы вытяжки, крутки и намотки, как в самопрядке. К числу недостатков «Дженни» следует отнести и то, что на ней можно было осуществлять только окончательное (тонкое) прядение.

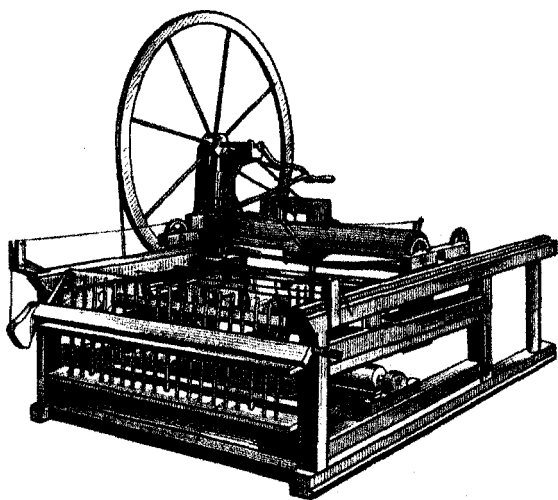


Рис. 29. "Дженни" — машина Харгривса.

Ровница же должна была изготавливаться по-прежнему ручным способом. Поэтому, несмотря на то, что машина «Дженни» резко повысила производительность труда прядильщиков, она получила распространение в основном лишь в мелком ремесленном производстве.

С точки зрения эстетики «Дженни», как видно из рисунка, представляет собой незамысловатые поверхности и составляющие объемные фигуры.

Стать основой крупной фабричной промышленности выпало на долю другой машины, изобретенной почти в одно время с «Дженни». Ее творцом следует считать крупного английского текстильного промышленника, изобретателя Ричарда Аркрайта (1732-1792), который в 1769 г. получает патент на изобретение, в котором он фигурирует как действительный и единственный изобретатель кольцевой прядильной машины. Общий вид этой машины, являющейся родоначальницей машин непрерывного действия, представлен на рис.24. Затем одна за другой появляются текстильные машины Кромптона, и др., в результате чего к концу XVIII в. текстильное производство изменилось качественно: из мануфактурного превратилось в промышленное.

Первоначально изменения в конструкции и форме машин производились самими ремесленниками, которые с 30-х годов XVIII в. создавали новое направление в формообразовании машин, связанное с применением приспособлений, заменявших руку человека. В первоначальной форме механического прядильного станка очень много было от старинного (ручного), но постепенно форма его менялась. Сравним прялки, известные еще в средние века (рис.17,18,19) с прядильной машиной Аркрайта (рис.30). Если в первых приводное колесо вращает одно веретено, то в машине Аркрайта таких веретен несколько.

В прялках вытягивание производится пальцами человека, в прядильной машине их заменяет несколько пар вытяжных валиков.

Следует отметить, что у Аркрайта машина выглядит намного эстетичней, чем «Дженни» Харгривса. Оригинально, в стиле барокко, выполнены все стоечки рамы станка, как вертикальные, так и поперечные. Аналогично сделаны и спицы колеса, передающего движение веретенам и катушкам. Однако, по мнению специалистов, это едва ли не единственный представитель сочетания эстетики, формы и технологичности конструкции.

В дальнейшем, с введением большого числа новшеств, машины все больше удаляются от своих прототипов: усложняется конструк-

ция, меняются принципы действия, форма. Так называемая мюль-машина английского изобретателя Кромптона (1753-1827), сконструированная в период 1774 и 1779 гг., уже ничем не напоминает простую прялку (рис.31). От многоверетенной механической прялки Харгревса «Дженни» в ней сохранилось только большое колесо, приводящее в движение все веретена. Конструкция мюль-машины дала возможность получать пряжу высокого качества, работать при более высоких частотах вращения веретен, но интересы обслуживающего ее человека остались без внимания: машина плохо скомпонована, в ней нет никаких устройств, предохраняющих от травм. Несколько мюль-машин, собранных в одном помещении и работающих от одного общего двигателя, надолго определили интерьер прядильных фабрик. Рассчитанная на фабричные помещения мюль-машина теряет человеческую теплоту, присущую ремесленным станкам. Эмоциональный образ мюля – образ тяжелой машины.

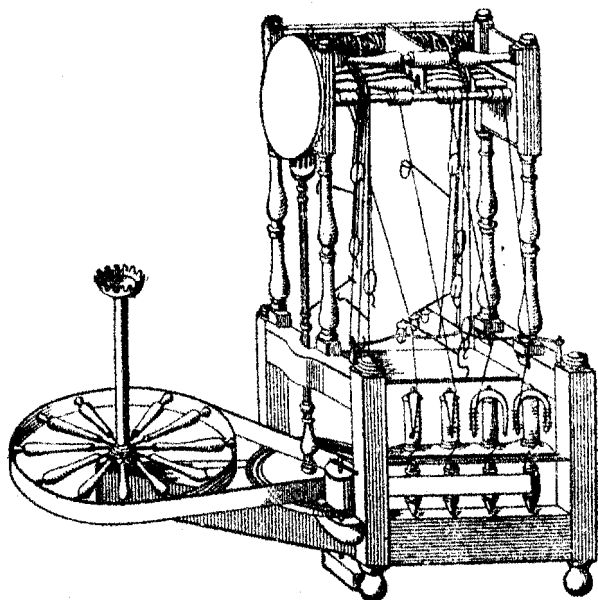


Рис. 30. Прядильная машина Аркрайта.

Быстро развивающееся производство требовало увеличения мощности машин, что на раннем этапе развития техники достигалось увеличением их размеров. Например, «Дженни» и мюль были сначала небольшими машинами, рассчитанными на мастерские ремесленного типа, и с небольшим числом рабочих мест, но очень

скоро число рабочих мест увеличилось настолько, что возникла необходимость увеличения фабричных помещений и создания нового мощного двигателя.

Универсальный паровой двигатель был создан английским механиком Джеймсом Уаттом (1736 – 1819). В результате многолетней настойчивой работы им был построен ряд экономичных двигателей, получивших широкое распространение.

Применение металла, довольно быстро вытеснившего дерево, также сильно изменило машинные формы. Деревянные станины, балансиры имели резко очерченные прямолинейные формы, свойственные изделиям из дерева; когда же для их изготовления стало применяться чугунное литье, линии деталей приобрели характерные закругления с наплывами по краям, вызванные не столько фантазией конструктора, сколько самой техникой литья.

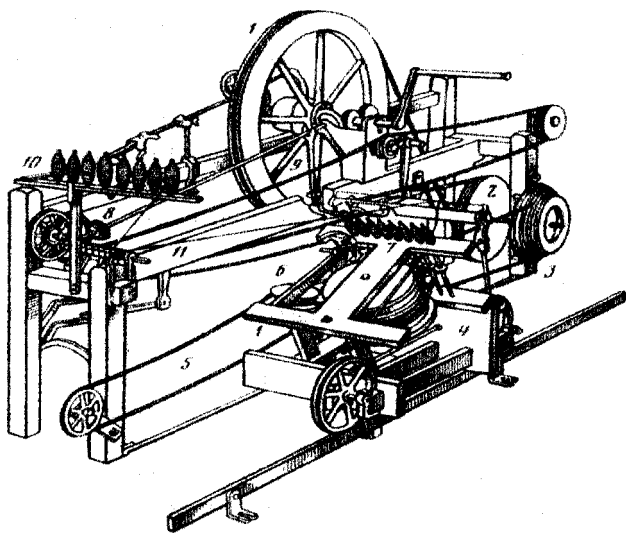


Рис. 31. Мюль-машина Кромптона:

- 1 – ведущий шкив; 2,3 – ведомые шкивы; 4 – каретка; 5 – система блоков; 6 – барабан; 7 – веретена; 8 – валик; 9 – рычаг; 10 – катушки; 11 – нить.

Время шло, и растущий спрос на машины привел к переходу машиностроения на промышленную основу. Правда, вначале мало кто заметил возникновение новой, непривычной красоты машинных форм – красоты мощи, ритма, точных линий. А главное – никто и не

думал о форме, она рождалась стихийно. Первыми шагами к упорядочению машинной формы были механизированное изготовление деталей и стандартизация.

Основная, доминирующая нота в формообразовании этого периода – максимальное удешевление, удешевление как изготовления машин, так и работы на ней; удешевление, которому подчинялось все – и выбор материала, и способ изготовления, и технологическое усовершенствование, и форма. Отсюда ведут начало непрерывно связанные с формой поиски наиболее рациональной конструкции. Вопросы же влияния искусства на образование машинной формы оставались в стороне. Большинство машин выпускалось без учета эстетических требований. В середине XIX в. считали, что если машинную продукцию еще можно как-то облагородить и примирить с искусством, то сама машина красивой быть не может, так как она прежде всего утилитарна и поэтому механически исключается из сферы эстетики. Но так как машины предназначались для рынка, они как всякий рыночный товар должны были иметь привлекательную форму. Была известна только одна возможность сделать машину красивой – ее покрывали росписями, украшали литыми орнаментами, воспринятыми из архитектуры и изобразительного искусства.

Однако в XIX в. машинная среда постепенно становилась постоянной средой трудовой деятельности человека и уже невозможно было игнорировать вопросы ее эстетики. В жизнь человека все более прочно входили машины самых непривычных уродливых форм, поэтому появилась необходимость как-то примирить их с эстетическим чувством. Для этого чугунные части машин, рамы, станины, колонны и т.п. стали выполнять в готическом или греческом стиле, более уместном для каменных или деревянных построек, однако этот архитектурный стиль на некоторое время утвердился и в машиностроении. И для этого было ряд причин. Одна из них – свойство человека при создании новых объектов использовать старые, привычные формы. Вторая – та, что архитектура из всех искусств наиболее близка к технике. Еще одна немаловажная причина таилась в самой технике того времени. Машины с паровыми двигателями были громоздкими, огромными, и это способствовало тому, что они воспринимались как некие архитектурные объекты.

Первым, кто поставил вопрос о форме машин, был выдающийся теоретик машиностроения немецкий ученый Франц Рело (1829 – 1905), всю свою жизнь посвятивший изучению машин и написавший в 50-х годах XIX в. специальную работу «О стиле в машиностроении».

Рело рассматривает вопросы машинной формы с возможной полнотой: приводит конкретные примеры наилучшей формы литых, кованых и других изделий; анализирует формообразование широко применяемых в машиностроении деталей и их наиболее удачные образцы. Он изучает способы построения сечений, ищет причины того, что детали, обладающие одинаковой функцией, производят различное впечатление вследствие изменения пропорций или рисунка. Не было уделено внимания в его работах только человеческому фактору.

Влияние архитектуры остается ощутимым в машиностроении до конца XIX в., а затем архитектурные формы в машиностроении стали себя изживать. Однако, не считая Рело, мало кто из инженеров сознательно ставил вопрос о создании машинных форм. Несмотря на это неосознанные понятия о «красивой» машине и об экономическом значении новых форм для заводов-производителей постепенно начинают проникать в техническую литературу. Таким образом, красота и функциональность машинной формы начинают становиться некоторым новым параметром машины и одним из показателей ее стоимости.

Следует заметить, что первая половина XIX в. характеризуется не только бурным развитием техники, но и не менее бурным протестом против нее. Обездоленные трудящиеся громили ненавистные им машины и тем выражали свое отношение к техническому прогрессу «снизу». Не умея разобраться в причинах социальных бед, многие прогрессивные умы отрицали технику «сверху». Среди них был и философ Джон Рескин (1819 – 1900). Будучи современником небывалого интенсивного развития техники, Рескин сделал вывод, что победное шествие машин превращает людей в рабов. С исчезновением ручного труда человек теряет возможность проявлять свои собственные ему способности, силу, изобретательность. Дым, копоть, тусклые краски и неуклюжие формы машин лишают человеческие души необходимой эмоциональной пищи. С машинами Рескин связывал гибель искусства – неизбежный крах добра и красоты в человеке. Однако в эстетике Рескина была прогрессивная мысль, отличающая его концепцию от других эстетических теорий того времени, – утверждение органической связи между красотой и пользой: Рескин определяет красоту храма соответственно его пользе как убежища от непогоды, красоту кубка – пропорционально его полезности как сосуда для питья и т.д.

Следующий шаг в эстетике техники сделал ученик Рескина Уильям Морисс (1834 – 1896), возглавивший движение «Артс энд

Крафтс». По Мориссу, искусство неотделимо от труда: эстетическое чувство проявляется в любом творении человеческих рук, будь то прекрасный собор или глиняный горшок. Главный социальный порок машинного времени Морисс видел в гибели ручного труда, в отделении труда от радости творчества, искусства от ремесла. Его, поэта и художника, оскорбляли вульгарные в своей попытке выглядеть роскошью фабричные товары, лавиной затопившие рынок. В 1861 г. он основал фабрику, где возродил старинный ткацкий станок, окраску тканей натуральными красками, поощрял проявление творческого воображения у рабочих. Главной своей задачей Морисс считал необходимость сделать удобные и красивые вещи доступными для широких масс.

В мастерских Морисса работали выдающиеся художники того времени, которые создавали красивую мебель, ковры, витражи и т.п. Однако главная цель Мориссом не была достигнута – мастерские производили дорогие предметы быта для богатых, это не были предметы повседневного обихода.

Морисс, как и Рескин, отрицательно относился к развитию технической цивилизации, но разработанные им для кустарных изделий принципы формообразования предметов быта оказались действенными в сфере машинного производства. В первую очередь это относится к основному исходному положению Морисса о взаимосвязи прекрасного и полезного. Он выдвинул требование о соответствии украшений и отделки сущности и назначению предмета и выявлению этой сущности в форме предмета. Он также указал на зависимость материала от будущей вещи и окружающей ее обстановки.

Научный интерес к машинной форме на рубеже XIX – XX столетий привел в авиации к определению весьма точных математических соотношений между скоростью и формой машин. «Высокоскоростная» обтекаемая форма из авиации и воздухоплавания, из артиллерийской техники попадает сначала в технику производства автомобилей и локомотивов, затем тракторов и дорожных машин и, наконец, в технику стационарных машин

Тогда же было замечено, что обтекаемая форма, влияет и на эмоциональное восприятие, создает впечатление быстроты и стремительности, чем выгодно отличается от традиционных архитектурных машинных форм. Это натолкнуло специалистов на мысль о том, что форма должна соответствовать содержанию.

В начале XX столетия промышленники осознали реальную пользу от участия художников в процессе создания продукции. Это привело к возникновению в 1907 году в Германии объединения «Дойче

Веркбунд», ставившего целью реорганизацию ремесленного производства на промышленной основе, создание «идеальных образцов» для промышленного производства. Многие специалисты считают дату создания этого объединения датой рождения промышленного дизайна.

Идея соединения искусства и промышленности стала реальной стратегией Германии в создании конкурентоспособной промышленной продукции, в борьбе за рынки сбыта, в повышении престижности изделий немецкого производства. Этот союз создал много программ обновления производства и индивидуального формообразования. Самой первой и выдающейся стала разработанная Петером Беренсом комплексная дизайн-программа для Всеобщей электрической компании (АЭГ). Беренс охватил в своей программе не только продукцию, но и производственную среду, графический дизайн (сопроводительную фирменную документацию, каталоги, плакаты), архитектуру (спроектировал современное здание для АЭГ). По масштабу эту программу можно назвать фирменным стилем.

Принципы «эстетического функционализма», провозглашенные создателями и теоретиками «Веркбунда», нашли материальное воплощение в ряде образцов, изготовленных в ограниченном количестве для выставок (электрические светильники, электрическая посуда, вентиляторы и т. д.).

В 1919 году в Веймаре (Германия) была создана первая в мире высшая школа промышленного искусства и архитектуры – «Баухауз». Образцы изделий, разработанные в «Баухаузе» еще в 20-е годы XX века, производятся до сих пор, причем пользуются большой популярностью. Эта популярность основывается не только на эстетических качествах изделий, но и на высокой технологичности их изготовления и на соответствии их человеку.

Идеи «промышленного искусства», провозглашенные «Баухаузом», стали основой деятельности отечественной школы 20-х годов прошлого века Высших художественно-технических мастерских (ВХУТЕМАС). В 1926 году ВХУТЕМАС был преобразован в ВХУТЕИН (Высший художественно-технический институт).

Мастерские ВХУТЕМАСа состояли из 8 факультетов: деревоотделочного, полиграфического, металлообрабатывающего, текстильного, керамического, живописного, скульптурного и архитектурного. Обучению студентов на всех факультетах предшествовала общая художественная подготовка на основном отделении (факультете) в течение двух лет. В разное время в мастерских преподавали Архипов А.Е., Кандинский В.В., Кардовский Д.Н., Родченко А.М., Степа-

нова В.Ф., Татлин В.Е., Фаворский В.А., Флоренский П.А., Мельников К.С. и др.

Александр Михайлович Родченко (1891-1956) художник, конструктивист-универсал вел дисциплину «Графика». Родченко А.М. разработал концепцию проектирования, которую можно рассматривать как одну из ранних систем дизайн-образования. Родченко считал, что нужно научиться при проектировании простейшей быденной вещи проявлять творческий подход, найти оригинальное и вместе с тем рациональное решение конструкции и формы с тем, чтобы это решение можно было многократно воспроизвести в промышленности.

Владимир Евграфович Татлин (1885-1953) – русский и советский художник, архитектор и дизайнер. Видный деятель таких художественных направлений, как футуризм и конструктивизм. В 1927-1930 гг – профессор ВХУТЕИНа в Москве.

Владимир Татлин стал знаменитым не только благодаря живописи и контррельефам¹, но и проектам, которые предназначались для реализации в жизнь. К сожалению, эти проекты не дошли до производства, так и оставшись идеями. Однако, эти идеи, существуя в виде эскизов и реконструкций, привлекают внимание до настоящего времени.

Самым известным и грандиозным проектом Татлина является «Памятник III Коммунистического Интернационала» или «Башня Татлина». Модель памятника (рис. 32) была выставлена в Москве во время работы 8-го съезда Советов.

Сооружение, превосходившее в полтора раза по высоте Эйфелеву башню, было задумано как административный и агитационно-пропагандистский центр Коминтерна. Грандиозное здание-монумент было сконструировано на основе новаторских художественно-пластических и технико-инженерных форм.

Сам Татлин считал свое творение высшим достижением «синтеза методов живописи, скульптуры и архитектуры». К сожалению, проект так и не был реализован, осталась только реконструированная модель башни.

¹ Контррельефы – объемно-пространственные композиции, изготовленные из заведомо «нехудожественных материалов» – железа, картона, дерева, стекла, штукатурки и т.д., иногда в комбинации с бытовыми предметами или фрагментами готовых изделий (ножкой стула, консервной банкой и т.д.).

Большой интерес представляет также еще одна модель Татлина – летательный аппарат «махолет» или «Летатлин» (рис.33). Сборкой этой модели Татлин занимался в течение трех лет (1929-1932) в башне Новодевичьего монастыря. Конструкция аппарата легкая, эстетически выразительная, по мнению специалистов, отдаленно напоминающая рисунки Леонардо да Винчи.

«Летатлин» выставлялся в Пушкинском музее искусств, однако испытания его так и не состоялись по разным причинам

Большое внимание в мастерских уделялось инженерно-техническим дисциплинам в связи с первоочередной необходимостью развития в стране промышленности



Рис. 32. Башня Татлина.

В Мастерских был введен макетный метод проектирования. Его автор Ладовский Н.А. преподавал дисциплину «Пространство». Основные факторы, влияющие на проектирование, он определил в сле-

дующей последовательности: пространство – форма – конструкция. Для формирования перспективных учебных программ были созданы научно-производственные лаборатории.

За сравнительно короткий срок своей деятельности ВХУТЕМАС/ВХУТЕИН заложил основы развития отечественного промышленного дизайна и сумел создать ряд замечательных изделий – железнодорожные вагоны, электропоезда, троллейбусы, автомобили и т.д.



Рис. 33. Летательный аппарат Татлина.

В 1925 году на Международной выставке декоративного искусства и промышленности в Париже ВХУТЕМАС был отмечен Почетным дипломом за новый аналитический метод, программы и учебно-экспериментальные работы студентов.

В начале XX в. в литературе появились работы о красоте техники. Это «Эстетические задачи техники» (1906) русского проф. П.С. Страхова, в которой прозвучала мысль о том, что технический объект, помимо своего функционального назначения, может обладать ярким эмоциональным содержанием. Но, признавая большие преимущества эстетической машинной формы, П.С. Страхов не считал эту эстетичность необходимой, а только очень желательной, потому что, по его мнению, основная задача эстетического процесса – украшать жизнь, задача же техники – улучшать ее. Другими словами, он разграничивал сферу техники и сферу эстетики, хотя уже не видел пропасти между ними. Предвосхищая современное понимание вопроса, Страхов отмечал ошибку Рело, состоящую в том, что тот

пытался «переносить в область машиностроения архитектурные, т.е. по существу статические формы», не соответствующие динамической сущности машин. Страхов видел заложенные в машинной форме большие выразительные возможности и наметил для конструкторов принципиальные положения формообразования: форма машины должна быть динамичной, пропорциональной, хорошо скомпонованной и упорядоченной в движениях; машина должна быть окрашена так, чтобы она сочеталась по цвету с рабочей средой.

Проф. Я.В. Столяров, в отличие от П.С. Страхова, в своей работе «Несколько слов о красоте в технике (Речь, читанная на торжественном акте по случаю 25-летия Харьковского Технологического Института Императора Александра III, 1910)» красоту в технике полностью отождествляет с функциональностью. Он пишет: «Машина, как механизм, должна точно выполнять известное технологическое задание; вся в целом, также как и каждая часть ее, машина должна быть устойчива и прочна; она должна легко и споро обслуживаться и работать по возможности автоматически – вот те требования технического прогресса, реализация которых могла бы дать идеальную машину». Он считает, что эстетическое удовлетворение зависит от выраженной целесообразности объекта и ею измеряется, т.е. красота технического сооружения и целесообразность его конструкции совпадают. Важную роль в процессе создания красивых промышленных изделий, по мнению Столярова Я.В., играет конструктор. Он подчеркивает: «Помните, что истинный конструктор, независимо от его специальности есть художник, ибо талант его представляет своеобразную смесь фантазии и интеллекта, чутья и строгой критики».

Таким образом, к 1910 г. уже существовала литература, в которой в более или менее явной форме были представлены и частично сформулированы основные положения эстетики машинной формы. Однако в начале 20-х годов основные усилия направлялись пока на эстетизацию промышленной продукции, минуя до поры до времени саму машину.

В 1929 г. появилась работа проф. А.И. Сидорова «Основные принципы проектирования и конструирования машин», в которой рассматривались достижения передовых европейских теоретиков техники. В главе «О красоте в машиностроении. О так называемом противоречии теории с практикой» Сидоров А.И. ставит вопрос: «Применяется ли понятие о красоте в технике вообще и в машиностроении в частности?» и отвечает: «... в инженерно-строительном и архитектурном деле красота постройки считается обязательной». И далее: «В противоположность архитектурным и инженерным соору-

жениям, доступным глазам многочисленной публики, все машины крупной техники назначаются для работы на них специальных рабочих, которые должны думать только о том, чтобы наилучшим образом ухаживать за машиною или работать на ней, и для таких рабочих —красота” машины совершенно не нужна и была бы даже вредной, так как развлекала бы внимание рабочих, отчего ухудшилась бы работа и увеличилась бы вероятность увечий при обращении с машиной». Сидоров считал, что «речь о красоте машин может идти лишь в тех случаях, где машина назначается для пользования широкими кругами публики (швейные, вязальные, пишущие, сельскохозяйственные и др.) или где они доступны глазам публики, как, например, паровозы, автомобили и т.п. В условиях же производства красота излишня, она может отвлечь от трудового процесса».

Также категорично высказывается Сидоров А.И. и о форме деталей машин: «... размеры деталей, их внешние очертания, их поперечные сечения – все это определяется всецело исключительно только техническими, конструктивными соображениями.... Ни о какой —красоте форм” с обычной, условной, эстетической точки зрения конструктор не думает, да и не должен думать».

Для того чтобы эстетика техники была понята и принята, должно было пройти еще несколько десятилетий, полных социальных, научно-технических и экономических сдвигов и напряженной работы во всех областях человеческого общества. И только во второй половине XX в. развитие техники привело к созданию настолько совершенных машин, что значительная часть сбоя в работе системы «человек - машина» стала происходить по «вине» человека, так как все возрастающая эффективность технических средств ставила перед оператором сложнейшие задачи, часто превышающие его возможности. Человек стал снижать эффективность работы системы, т.е. теперь стало необходимым совершенствовать машину, учитывая интересы работающего на ней человека («человеческий фактор») и основная роль здесь стала отводиться дизайнеру.

В наши дни промышленный дизайн переживает весьма непростой период. С одной стороны ориентация на преходящую моду, попытки угодить любым вкусам потребителя становится фундаментом его развития. С другой стороны постоянное усложнение современной жизни, ее насыщение все новыми технологиями способствует возникновению новых дизайнерских форм и течений. Возрастает роль экологического подхода к дизайну, основанного не только на использовании « чистых» материалов и технологий, но и на поиски новых форм организации производственных процессов. Конкретные

же пути развития проектной культуры и промышленного дизайна может показать лишь время.

В настоящее время в России научно-методическим и информационным обеспечением проектно-инновационной дизайнерской деятельности по комплексному формированию предметной среды жизнедеятельности человека занимается государственное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт технической эстетики» (ВНИИТЭ), которое имеет статус научно-исследовательского и проектно-экспериментального института, учебно-методического и информационного центра в области дизайна. Институт, созданный в 1962 году, в настоящее время находится в ведении Федерального агентства по науке и инновациям.

ВНИИТЭ – единственный институт в России, который на государственном уровне:

- обосновывает стратегию развития и участвует в формировании политики в области промышленного дизайна;

- обеспечивает социальную ориентацию научно-технического прогресса средствами дизайна и эргономики;

- разрабатывает научные основы, методические принципы и практические рекомендации по использованию дизайна для решения социальных, культурных и экономических проблем;

- обеспечивает возможность использования дизайна и эргономики для реализации государственной политики на базе достижений науки, техники и технологий;

- осуществляет международное научно-техническое и культурное сотрудничество в сфере дизайна.

Институт работает в тесной связи с Союзом дизайнеров России, Союзом дизайнеров Москвы, Международной ассоциацией «Союз дизайнеров», Российской академией художеств, Московским архитектурным институтом (Государственной академией) и другими организациями: проводятся международные Олимпиады дизайнеров, научные Форумы молодых дизайнеров, круглые столы.

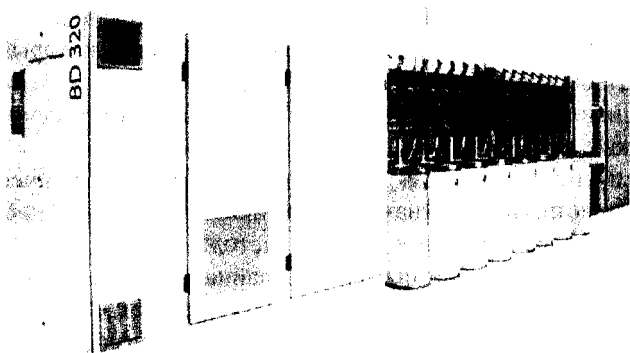
Лидерами промышленного дизайна считаются в настоящее время Великобритания, Италия, Япония, Голландия, Франция, в которых большое внимание на государственном уровне уделяется подготовке кадров. Так, в Великобритании специалистов по промышленному дизайну готовят 74 учебных заведения, во Франции более 55, а в Китае за последние несколько лет открыто более 400 дизайнерских школ.

В заключение небольшого взгляда в историю, минуя промежуточные стадии эволюции рассмотренного выше оборудования, мож-

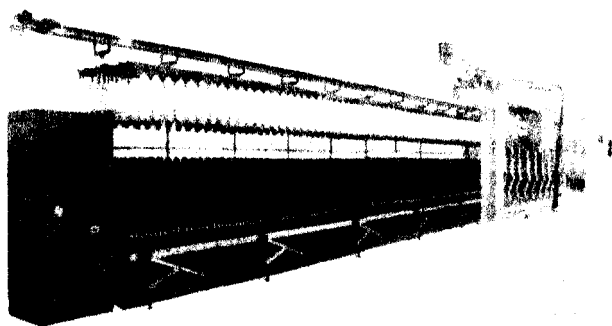
но оценить современный вид аналогичных станков (прядельных, ткацких, токарных).

Большинство современных прядельных машин также оснащены веретенами, но мало кто из проектировщиков серьезно задумывается об их внешнем виде, большее внимание уделяется техническому усовершенствованию конструкции.

На рис.34,а представлена современная пневмомеханическая прядельная машина, а на рис. 34,б — кольцопрядельная машина. Современный бесчелночный ткацкий станок можно увидеть на рис. 35.



а



б

Рис. 34. Прядельные машины: а — пневмомеханическая прядельная машина; б — кольцопрядельная машина.

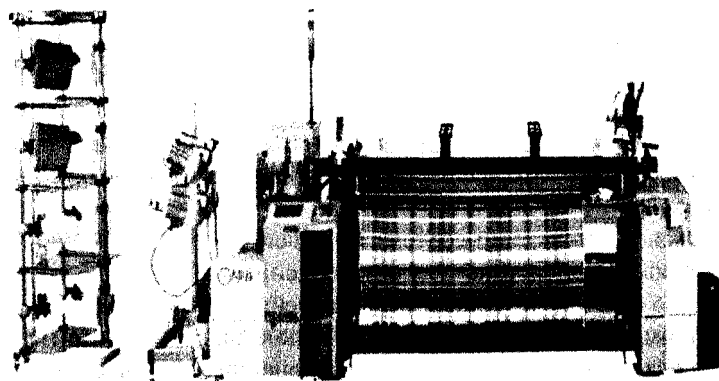


Рис. 35. Ткацкий станок.

Токарный станок числовым программным управлением (ЧПУ) представлен на рис.36. Станок компактный, с удобно расположенным пультом управления, безопасный в обслуживании.

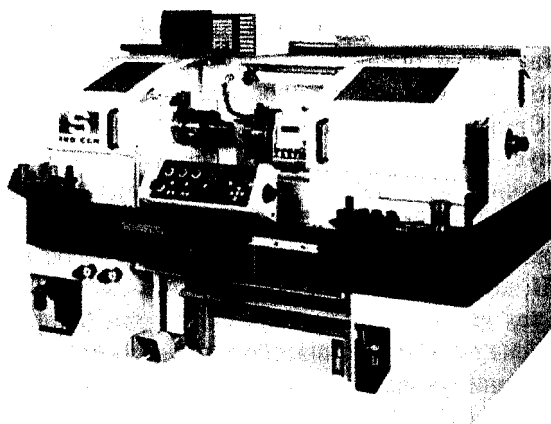


Рис. 36. Токарный станок с ЧПУ.

Глава 3.

ФОРМООБРАЗОВАНИЕ

Известный итальянский архитектор и дизайнер Д. Понти (1891-1979) считал, что целью дизайна является создание мира прекрасных форм, вещей, которые раскрывали бы истинный характер нашей цивилизации.

Окружающий нас мир состоит из объектов, основным свойством которых является форма, т.е. определенные очертания предмета, устройство частей и общее расположение этих частей. Каждый предмет имеет техническое и эстетическое начало, всегда непостоянное и исторически сменяемое. Наши оценки эстетических качеств предмета в основном субъективны, а главное, чаще всего - не аргументированы. Что мы можем сказать о предмете, кроме как красиво или некрасиво? Да почти ничего. Нет формулы, которая помогла бы нам оценить красоту. Обосновать свою оценку качества предмета – это задача значительно сложнее, чем просто сказать «красиво» или «некрасиво», даже в том случае, если ваша оценка близка к действительной. Красиво – это приятное впечатление, «радует глаз», «глаз не оторвать», «смотрел бы и смотрел» и т.д. И все-таки существуют некоторые объективные признаки предмета, которые помогут отстоять ваше представление об этом предмете. Какие же это объективные признаки?

Красоту предмета, прежде всего, мы ощущаем через его внешнюю форму. Какие же признаки внешней формы существуют и как они помогают нам оценить красоту предмета? Прежде всего, это общее описание предмета, которое зависит от геометрических форм предмета. Самые простые формы – это параллелепипед, призма, цилиндр, конус. Возможны и соединения этих тел, пересечение их в разных комбинациях. Большое число предметов имеет еще более сложную форму (эллипсоид, тетраэдр и т.д.). В то же время основная масса сложных форм образуется сочетанием простых геометрических тел. И, конечно, следует помнить, что само по себе наличие в предмете тех или иных геометрических форм (например, шар, куб, конус и т.д.) не гарантирует высокого качества предмета.

Для уточнения общего описания предмета кроме геометрических форм нужны какие-то дополнительные признаки, такие, например, как симметрия или асимметрия, пропорции и пропорциональность, масштаб и масштабность, ритм и т.д. Вопросы, связанные с пропорциональностью, масштабностью, симметрией и другими призна-

ками предмета, позволяющими обосновать определение красивого или некрасивого изделия, будут рассмотрены ниже.

Объективными параметрами предмета являются также его размеры, его реальная величина. Человеческий глаз оценивает размеры целого предмета, размеры отдельных частей, сопоставляет величины отдельных частей между собой и по отношению к целому. Важно оценить объемно-пространственное строение предмета, его высоту, ширину, глубину, а также соотношение этих величин. Сильные эмоции может вызвать материал, из которого изготовлен предмет, а также обработка поверхностей и цветовое решение. Ошибки при подборе материала, цвета или обработки поверхностей могут заглушить впечатление от правильно выбранных форм, пропорций и т.д.

Найденная специалистами форма предмета должна быть целостна, ее части пропорциональны, вся она соразмерна человеку и предметному окружению, а цвет радовать глаз.

Форма окружающих нас предметов является результатом одного из следующих процессов:

неуправляемых процессов. В этом случае форма зависит только от условий окружающей среды, например образование булыжника, гальки, гор и т.д.;

процессов, подчиняющихся физическим и химическим законам, а также условиям окружающей среды, например образование кристаллов льда, слюды;

процессов, управляемых генами и условиями окружающей среды – это все живые организмы, включая и человека;

процессов, зависящих от желания людей или инстинктов животных, а также условий окружающей среды (это все промышленные изделия, плотины бобров, гнезда птиц и т.д.)

Любое промышленное изделие имеет свою историю, для него характерна определенная эволюция формы, и можно проследить, какие факторы и как именно влияли на изменение формы, конструкцию и другие свойства той или иной вещи.

Промышленные изделия изменяли и изменяют свою внешнюю форму под влиянием развития науки и техники (они, бесспорно, играли ведущую роль в эволюции той или иной вещи), однако существенное воздействие на изменение формы оказывали и другие факторы – исторические, социально-экономические, политические, психологические.

У разных изделий эволюция формы протекает по-разному. У некоторых за короткий срок форма претерпевает большие изменения, у

других очень долгое время почти не изменяется. Изделия, функции которых веками оставались неизменными, а первоначальная форма была выбрана правильно, почти не изменяли своих форм. Это, прежде всего, относится к предметам быта, инструментам (утюги, топоры, молотки, ножницы и т.д.).

Рассмотрим для примера эволюцию утюга. Не будем останавливаться на нагретых солнцем плоских камнях (своего рода солнечных утюгах), на которые наши предки раскладывали одежду. Обратим внимание на глажение скалками (рис. 37). На скалку наматывалась белье, а толстой плашкой с зарубками и рукоятью двигали вперед-назад. Такое глажение не только выпрямляло ткань, но и делало ее более мягкой. На Руси это гладильное устройство называли «рубель», «раскатка», «ребрак» и др.

Первое письменное упоминание об утюге на Руси относится к 1636 году. Это была жаровня с углями (рис. 38). Гладить с помощью такого утюга было очень сложно. Однако обратим внимание на форму, она напоминает нам форму современного утюга. В дальнейшем эта форма практически не менялась. Она хорошо просматривается и в чугунных утюгах, которые пришли на смену жаровень (рис. 38). В богатых домах эти утюги представляли собой произведения искусства. Так, на рис. 39 можно видеть чугунный утюг с художественно выполненной ручкой.

В XX веке на смену чугунному утюгу пришли электрические утюги. Менялся материал для изготовления утюгов, технология изготовления, утюги снабжались автоматическими устройствами для поддержания заданной температуры и т.д. Форма же утюга, правильно выбранная изначально, остается прежней (рис.40).

Рассмотрим другой пример – носители информации, под которыми мы понимаем любой материальный объект, содержащий информацию и способный достаточно длительное время сохранять эту информацию.

Древние люди на скалах изображали зверей, на которых они охотились. Однако угольные, глиняные, меловые рисунки смывало дождем, и для увеличения надежности хранения информации первобытные художники стали выбивать силуэты животных на скалах острым камнем. Хотя камень повысил сохранность информации, но скорость записи была очень низкой.

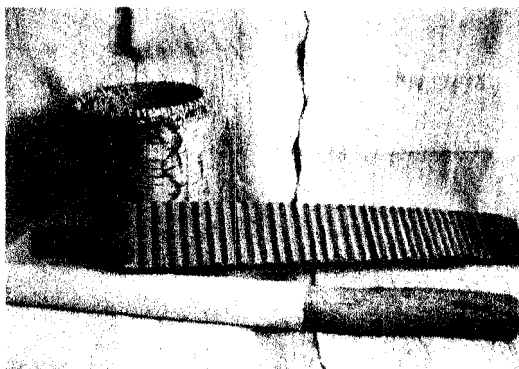


Рис. 37. Глажение скалками.



Рис. 38. Утюг – жаровня.



Рис. 39. Чугунный утюг.

Более пяти тысяч лет назад появилась письменность на глине (уже не рисунок, а похожие на буквы значки и пиктограммы).

Глина была тяжела для больших текстов и в начале третьего тысячелетия до н.э., в Египте, появляется новый носитель – это почти настоящая бумага из папируса (высокого травянистого растения). От слова «папирус» произошло название бумаги в некоторых странах

Не будем подробно останавливаться на камне, дереве, папирусе (рис. 41), а перейдем сразу к бумаге.

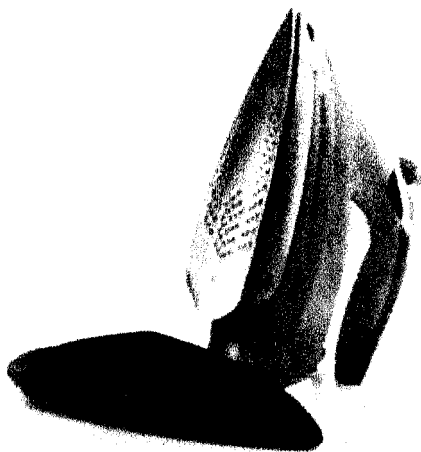


Рис. 40. Современный электрический утюг.

Бумажные носители информации помещались в защитную оболочку (обложку), что повышало их сохранность. Это, в основном, книги (рис. 42). Как видно из рисунка старинные книги имели ту же форму, что и современные. Такая форма достаточно долго сохраняет содержащуюся в ней информацию и обеспечивает удобное пользование этой информацией.

В настоящее время бумажные носители информации активно заменяются электронными во всех отраслях жизни, что приводит к значительному сбережению древесины. К электронным носителям информации относятся носители для однократной или многократной записи (обычно цифровой) электрическим способом: CD-ROM, DVD-ROM, «флешки», жесткие диски, дискеты и т.д. Эти носители имеют большое преимущество перед бумажными (листы, газеты, журналы, книги) по объему и удельной стоимости. Минусом их является то, что для считывания информации для каждого типа и формата носителя необходимо соответствующее ему устройство считывания. Форма новых носителей информации (рис.43) сильно отличается от форм бумажных носителей. Развитие науки и техники привело к изменению форм предметов, имеющих одно и то же функциональное назначение. Что же касается книг, то хочется надеяться, что этот носитель информации прослужит людям еще долго, учитывая то эстетическое удовлетворение, которое испытываем мы, открывая книгу.

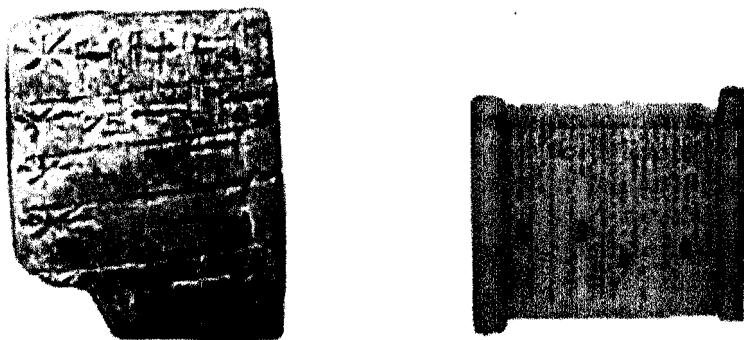


Рис. 41. Носители информации (камень и папирус).

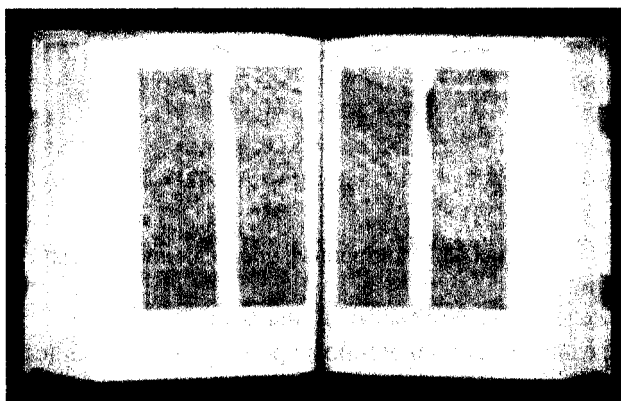


Рис. 42. Бумажный носитель информации в обложке (книга).

На форму промышленных изделий в большей или меньшей степени оказывают влияние:

- назначение изделия;
- особенности эксплуатации, ремонта, транспортирования; удобство обслуживания;
- степень использования стандартизованных и унифицированных деталей и узлов;

- технологические возможности предприятия, на котором намечено производство данной машины, и т.д.

Эстетические качества формируются с первых стадий проектирования, а красота машины определяется ее целесообразностью, рациональностью и соответствием ее формы функциональному назначению и эстетическим требованиям.

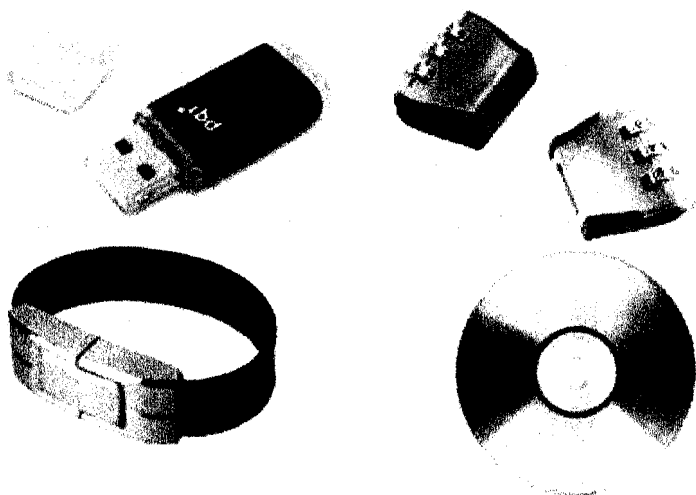


Рис. 43. Электронные носители информации.

Под целесообразностью машины понимаются:

- ее полезность на современном уровне развития общества;
- соответствие формы машины функциональным и эстетическим требованиям;
- максимальные удобство, безопасность и положительные эмоциональные воздействия на человека в процессе эксплуатации.

При этом не имеет значения, кто выдвигает требования к машине: инженер, врач, экономист, эргономист, художник. Все их требования целесообразны, так как направлены на то, чтобы сделать труд человека высокопроизводительным, легким, приятным. Надо только разумно совместить эти требования.

Неиссякаемым источником творческого вдохновения художников-конструкторов при создании форм являлась и является природа (ковш в виде утки или гуся; подъемный кран в виде журавля, цапли или аиста и т.д.). Любое творение природы представляет собой вы-

совершенство произведение, отличающееся поразительной целесообразностью, надежностью, прочностью, экономичностью расходования строительных материалов при разнообразии форм и конструкций.

В живой природе функция и форма тесно взаимосвязаны. Природные формы обладают гармонической согласованностью частей и целого, единством общей логики развития, взаимосвязью формы и структуры. Привлекательность природных форм в пластической сопряженности, в постепенном переходе от одной части формы к другой. Встречаются в природе и правильные геометрические формы и фигуры – окружности и овалы, ромбы и кубы, треугольники, квадраты и другие многоугольники. В результате комбинирования этих элементов создается бесконечное множество сложных, удивительно красивых, легких, прочных и экономичных конструкций. Нередко природа унифицирует конструкции, то есть строит их из элементов одной и той же формы: лепестки цветов, семена злаков, ягоды малины, ежевики, чешуйки рыб, змей, шишек и т.д., что является ярким проявлением ритма в животном и растительном мире. Гармоничное расположение упорядоченных многообразных или одинаковых элементов формы вызывает ощущение динамики и закономерностей красоты. Изучение окружающей среды помогает человеку создавать предметные формы исходя из их назначения и возможностей материалов.

Формообразование – теоретическая дисциплина, изучающая закономерности образования формы, принципы и методы художественного конструирования, направленные на создание оптимальной формы промышленных изделий. Эти изделия должны отвечать функциональным, технико-экономическим и композиционно-эстетическим требованиям.

Процесс формообразования в технике развивается как бы с двух сторон – от инженерной разработки машины, от ее компоновки в соответствии с заданными техническими требованиями и условиями, с одной стороны, и от дизайнерской разработки формы в соответствии с закономерностями композиции – с другой. При хорошей координации оба потока формообразования в определенный момент образуют одно общее русло.

Процесс проектирования современной техники связан с решением сложных вопросов, связанных, с одной стороны, с технико-экономическими инженерными требованиями, а с другой – с требованиями человека (безопасность обслуживания, антропометрические и физиологические требования). Если все эти требования выполня-

ются, значит, выполняется требование эстетики; если не выполняется хотя бы часть этих требований, то вопрос о красоте машины остается спорным.

Эстетически совершенное изделие обладает гармоничными формами, т.е. правильным соотношением частей изделия между собой и с изделием в целом, определенной направленностью объемов по отношению к главному элементу. Для такого изделия характерно композиционное единство формы.

Форма является основным параметром изделия, оказывающим влияние на восприятие вещи в целом. Только после восприятия формы человек обращает внимание на цвет, фактуру, отделку и пр. Из этого следует, что форма и законы формообразования являются обязательной частью этапов художественного проектирования.

О красоте формы говорили и говорят многие выдающиеся деятели, представители самых разных сфер деятельности. Особым доверием пользуются высказывания ученых и конструкторов, казалось бы, не имеющие отношения к искусству.

Авиаконструкторы, например, утверждают, что красивые самолеты летают лучше.

Известный авиаконструктор, академик О.К. Антонов писал, что для него «красота формы» – рабочий термин, обозначающий и оценку конечного результата и метод работы. Преодолевая разрыв в знаниях, конструктор просто рисует «красивую» форму. «На самом деле, – пишет Антонов, – форма, которая кажется конструктору наиболее изящной, пропорциональной, красивой является и наиболее целесообразной, только для того, чтобы проверить это потребовалось бы написать целый том».

Глава 4.

ОСНОВЫ КОМПОЗИЦИИ

Композиция (от лат. compositio) – сочинение, построение, структура. Понятие «композиция» употребляется в двух случаях: для обозначения самого творческого процесса по созданию произведения и для обозначения результата этой творческой деятельности, самого произведения, обладающего определенными художественными качествами.

Поэтому не всякое построение, не всякая структура являются композицией, а лишь такие, которые выполнены по «законам красоты».

Первоначально термин «композиция» применялся только в архитектуре, а затем распространился на другие виды искусства – живопись, музыку, а позднее – на литературу. Вопросы теории композиции в технике изучены еще недостаточно.

Большой вклад в развитие композиции в технике внес искусствовед Ю.С. Сомов. Его теория композиции и формообразования изделий промышленного производства базируется на таких категориях, как тектоника и объемно-пространственная структура. Качественную сторону композиции он рассматривает как результат определенного творческого процесса художественной организации форм промышленных изделий и их совокупности, т.е. предметной среды.

Специфика композиции различных промышленных предметов и изделий заключается в следующем требовании: производственные изделия должны отвечать своему назначению, а также соответствовать материалу, из которого они изготовлены, и конструктивной схеме, определяющей их структуру.

Красота технических изделий не может быть создана абстрактно, вне связи с формы с функцией, конструкцией, материалом, технологией изготовления. Если художник-конструктор в процессе работы над формой изделия будет учитывать только художественную сторону, то изделие может оказаться нетехнологичным и нерентабельным. Игнорирование же художественной стороны в угоду технологичности и рентабельности может привести к однообразно-скучным решениям. Особенность художественного конструирования в том и заключается, что в процессе формообразования изделия конечное решение принимается на основе выявления и отражения связи формы с комплексом целого ряда факторов.

Одной из труднейших задач художественного конструирования является разрешение противоречий между стандартом и массовостью производства промышленных изделий, с одной стороны, и необходимостью создания образной предметно-пространственной среды – с другой. Решить эту задачу художнику-конструктору помогут закономерности композиции (категории, средства, свойства).

Использование закономерностей композиции имеет большое значение для создания нормальных условий трудовой деятельности. В связи с усложнением производственной среды приведение ее к композиционной целостности является одним из средств повышения производительности труда, снижения утомляемости и достижения положительного эмоционального воздействия на человека в условиях производства.

КАТЕГОРИИ КОМПОЗИЦИИ

К основным категориям композиции относятся тектоника и объемно-пространственная структура.

Тектоника

Одной из несомненных достоинств форм промышленных изделий является их тектоническая правдивость, позволяющая выявить в форме наиболее существенные и характерные свойства, присущие используемым материалам и данной конструкции.

Тектоника – это средство достижения эстетической выразительности форм, связанное с материально-конструктивной основой объекта и технологией его изготовления. Художник изучает свойства материала, характер его работы в конструкции и особенности технологии изготовления изделия, подчиняя все этой общей идее – художественному и композиционному замыслу.

Здания и сооружения, машины, изделия, предметы и вещи создаются из различных материалов, имеют самую различную форму и разную конструктивную структуру а, следовательно, разную тектонику. Понятие «тектоника» прочно утвердилось в художественном конструировании. Ее проявления в технике необычайно многообразны, как многообразны конструкции, материалы, характер усилий и связей между конструкцией и формой.

Сделать проектируемую вещь тектоничной – это, прежде всего, придать ей физическое совершенство, прочную, устойчивую и

надежную конструкцию. Необходимо по возможности и наилучшим образом выявить, где и как распределены основные массы и нагрузки, как сопротивляется им материал изделия, как напряжены его отдельные части, какие элементы являются несущими, а какие несомыми. Тектоничность формы означает не только наглядность того, из какого материала сделана конструкция (металл, дерево, пластмасса и т.д.), но и как данная конструкция изготовлена – монолитная она или сборная, массивное это литье или легкий тонкостенный корпус.

Смысл слова «тектоника» распространяется на все виды форм: созданные человеком машины, станочное оборудование, предметы и изделия бытового назначения и т.п.

Конструируя грузоподъемную машину или самолет, холодильник или кинокамеру, проектировщики закладывают определенную тектоническую систему, т.е. конструктивную структуру, удовлетворяющую не только функционально-утилитарным, но и эстетическим требованиям.

Рассмотрим пример из области архитектурных форм (рис.44). Аэровокзал в Нью-Йорке американского архитектора финна по происхождению Э. Сааринена (1910-1969) и дом Роби в Чикаго американского архитектора Райта Ф.Л. (1869-1959) сооружены из одного и того же материала – бетона.

В первом случае (рис. 44, а) акцентируются пластические свойства железобетона. Форма напоминает объект живой природы. В здании нет ни одной простой геометрической формы, ни одной окружности, прямого угла. Внутреннее пространство плавно изгибается. В очертаниях перекрытия угадывается принцип работы тонкой железобетонной скорлупы. Перекрытие напоминает распростертые крылья, готовые поднять все здание в воздух. Э. Сааринен говорил: «Мы хотели, чтобы пассажир, проходящий через здание вокзала, почувствовал, что находится в тотально осмысленном пространстве, где каждая часть произрастает из другой и где все принадлежит единому высказыванию»

При постройке дома, представленного на рис. 44, б, использованы другие прочностные и выразительные возможности железобетона. Непрерывные горизонтальные полосы окон, террас и лоджий связывают эту распластанную конструкцию с окружающей средой. Дом входит в романтическую серию «домов прерий», созданных Райтом. Органическое включение архитектурных форм в ландшафт сочетается у Райта с раскрытием специфических свойств материала и конструкций

В двух этих зданиях показаны принципы работы одного и того же материала в разной конструкции, характер форм в разной композиции.

Закономерности тектоники отражают логику работы конструкции и опираются на законы механики, статики, динамики, аэростатики, гидродинамики, сопротивления материалов и др.

Понятие «тектоника» неразрывно связывает две важнейшие характеристики промышленного изделия – его конструктивную основу и форму во всех ее сложных проявлениях (пропорциях, метрических повторях и т.д.). Под конструктивной основой при этом понимают работу несущей части конструкции, характер распределения главных усилий, соотношение масс, организацию конструктивных материалов. Действующие усилия должны соответствовать той степени зрительной напряженности, которую выражает форма. Эти особенности конструктивной основы должны правдиво отражаться в форме.



а



б

Рис. 44. Тектоничность форм зданий:
а – аэровокзала; б – жилого дома.

Если элементы конструкции нагружены, это должно найти отражение в форме, а если не нагружены, то их не следует маскировать под работающие. Конструкционные материалы должны быть использованы оптимально с точки зрения работы оборудования.

Правильная тектоническая основа важна для промышленных изделий различного назначения и любых размеров. Сборная ли это конструкция или монолитная, легкая и тонкостенная или тяжелая и массивная, несущий ли это элемент или ненагруженный, возникают ли в данном месте напряжения в материале или не возникают и т.д. – на все эти вопросы должна отвечать форма, облеченная в материал. Например, литая несущая конструкция должна иметь такую форму, при которой не возникнет сомнение в том, что это именно литье, а не сварная или какая-либо иная конструкция. Поэтому можно говорить о тектонике литой формы, тектонике штампованных несущих элементов и т.д.

Каждому материалу свойственны свои признаки, которые следует закладывать в основу той или иной формы. Проектируя какое-либо изделие, художник по-разному подходит к решению формы в зависимости от свойств материала, учитывая при этом другие формообразующие факторы (например, функциональные и экономические) а также связь с другими объектами и т.д. Проектируя, например, предмет из дерева, художник обращает внимание на такие свойства этого материала, как специфическая мягкость и теплота поверхности, разнообразие текстуры (продольное волокнистое строение, сечение по поперечному срезу, сучковатость и т.д.) древесины данной породы.

Форма изделий из дерева в значительной степени зависит от конкретных особенностей каждого куска деревянной заготовки, его размера, индивидуальных отличий структурного строения и т.д.

Специфика другого исходного материала, например металла, диктует свою трактовку формы того же изделия. Здесь художник будет использовать другой набор внешних черт, характерных для конкретного металла или сплава (меди, алюминия, стали, латуни), а также свойств, обусловленных способом обработки или изготовления изделия (отливкой, штамповкой, ковкой и т.д.).

Современная технология имеет большой арсенал средств для получения имитаций (например, пластмассы под мрамор, хрусталь, металл, искусственную кожу и т.д.). К выбору имитаций материала необходимо подходить строго избирательно. В отдельных случаях применение заменителей материалов носит конъюнктурный характер. Например, можно без особых сложностей тиражировать в мас-

совом масштабе относительно дешевые пластмассовые изделия, имитирующие хрусталь. Но человек рано или поздно испытает разочарование от этих изделий. При подобной фальсификации искажается тектоническая сущность материала. Если рисунок по хрусталу нарезается вручную и это придает изделию особую ценность, то тот же рисунок, нанесенный на пластмассу методом штамповки, никогда не удовлетворит взыскательный вкус потребителя, и изделие всегда будет расцениваться как подделка.

В основе тектонической сущности формы изделия всегда лежит неразрывность взаимосвязи свойств материала, конструктивной схемы объекта и способа его изготовления.

Тектоника тесно связана с наукой, техникой, усовершенствованием различных технологий и созданием новых. Входят в жизнь неизвестные прежде понятия о красоте технических сооружений, промышленных изделий. В связи с ростом технического оснащения возникают неограниченные возможности для реализации даже самых фантастических решений. Находить и применять все новые и новые тектонические формы – задача, требующая постоянного внимания, изучения и переосмысления. Только такое отношение к тектонике рождает свежие, смелые, интересные идеи и решения. На рис.45 мы видим неожиданную и выразительную форму моста, выполненную в соответствии с эпюрой моментов и как бы свернутую из железобетонной пластины. Изящная и упругая форма пролетной части моста напоминает природную форму листа или стручка. Такое решение раскрывает новые резервы прочностных свойств железобетона, позволяет рационально распределить его массу в конструкции. В данном случае сходство с природной формой видимо не случайно.

Веками отшлифованные природные организмы дают разнообразнейшие примеры рационального и экономичного использования материала. Например, форма кожуха большинства технологического оборудования наводит на мысль об его сходстве с панцирем ракообразных. Их внешняя оболочка, несмотря на свою тонкость и хрупкость, обладает достаточной жесткостью и прочностью. Принцип защиты внутреннего устройства с помощью кожуха, изготовленного из тонкого листового материала, мы встречаем на многих машинах. Чтобы создать необходимую прочность и жесткость, тонкую оболочку всячески изгибают, насыщают рельефами, штампованными вдавками, делают по краю листа контурные отбортовки и т. д. Эти штрихи построения формы кожуха также подсказаны природой.

Приведенные примеры еще раз подчеркивают, что тектоническое качество изделий формируется в сложном комплексном нераз-

рывном единстве решения всех вопросов – функциональных, конструктивных, технологических, экономических, эстетических.

К сожалению, нередко встречаются промышленные изделия, форма которых лишена тектонической ясности, и потому не информирует о том, как работает конструкция, и как распределяются усилия.



Рис. 45. Мост

Объемно- пространственная структура

Второй не менее важной категорией композиции является объемно-пространственная структура изделия. Любая форма, так или иначе, взаимодействует с пространством, и как бы ни была построена, можно с полным правом говорить о двух основных компонентах структуры – объеме и пространстве. Само понятие «объемно-пространственная структура» только условно можно применить ко всякой форме. Гладко обкатанный морем камень – это форма, но, строго говоря, не структура, а вот пчелиные соты – это характерный пример закономерно построенной объемно-пространственной структуры.

По признаку объемно-пространственного строения все промышленное оборудование можно условно разделить на три большие группы:

- относительно просто организованные моноблочные структуры со скрытым механизмом, размещенным в корпусе (рис.46);
- с открытыми техническими структурами действующих механизмов и машин (рис.47);
- объемно-пространственные структуры, сочетающие в себе элементы первой и второй групп, т.е. с частично открытыми структурами (рис. 48)

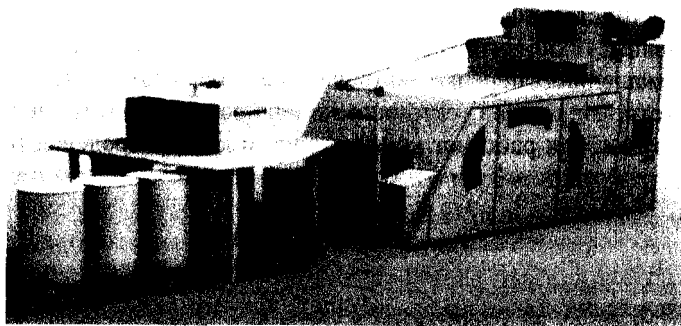


Рис.46. Подготовительное оборудование.

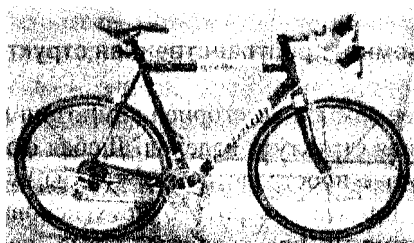


Рис.47. Велосипед.

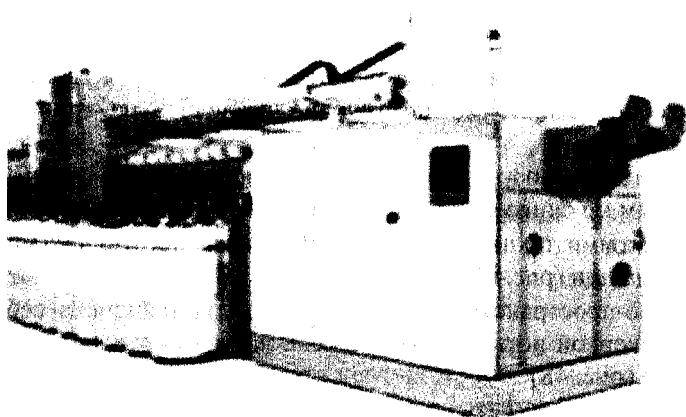


Рис. 48 . Прядильная машина.

На практике чаще всего встречаются представители третьей группы. К этой группе относится практически все технологическое оборудование промышленных предприятий.

Объемно-пространственная структура (или компоновка) изделия создается на первом этапе проектирования. Компоновка включает разделение машины на узлы, выбор взаимного расположения узлов, соразмерность их объемов и ряд других свойств, которые создают эстетические достоинства изделия.

При конструировании обычно предлагается ряд решений. Из множества технически целесообразных решений далеко не все отвечают эстетическим требованиям. В результате совместной работы инженера-конструктора и художника-конструктора из ряда вариантов выбирается решение, в котором гармонически сочетаются технические, эстетические и другие качества.

В процессе работы большинства машин изменяется взаимное расположение узлов, а, следовательно, и объемно-пространственная структура. Для создания эстетически полноценного промышленного изделия совершенно необходимо иметь в виду характер взаимодействия отдельных его частей, прорабатывать и анализировать форму при различных положениях узлов и деталей.

На практике мы встречаемся с огромным разнообразием объемно-пространственных структур промышленных изделий: от тонких ажурных конструкций (линии электропередач) до предельно плотных «сбитых» форм (автомобили, станки и т.д.).

Тектоника формы и объемно-пространственная структура являются важнейшими категориями композиции. Однако для создания красивого предмета существуют и другие средства и свойства композиции, например, пропорция и пропорциональность, масштаб и масштабность, симметрия и асимметрия, статичность и динамичность, метрические и ритмические повторы, контраст и нюанс, цветовые гармонии и др.

СРЕДСТВА И СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИИ

Проектирование формы в значительной степени определяется функциональными, конструктивными и другими требованиями к изделию. В одних случаях эти требования дают большую свободу действий художнику-конструктору, в других меньшую.

Задача художника-конструктора — добиться единства композиции путем соподчинения отдельных элементов композиции, выявляе-

ния главного, менее значимого и второстепенного. В композиции промышленного изделия главное выделяется месторасположением, формой или цветом. Главная часть становится центром композиции, которому подчиняются остальные элементы формы. Информацию о назначении предмета и отдельных отличительных особенностях внешнего вида обобщенно передает силуэтное изображение (рис.49)

Рассматривая промышленное изделие, человек, прежде всего воспринимает его силуэтное изображение на определенном фоне: площадь силуэта, рисунок контурной линии, степень компактности, тон, цвет и фактуру поверхности. Площадь силуэта оценивается ее величиной (больше – меньше), высотой (выше – ниже), шириной (шире – уже) и длиной (длиннее – короче). Рисунок контурной линии образуется на отдельных участках прямыми, ломаными или кривыми отрезками линий. При рассмотрении силуэта машины на рис.49 можно заметить, что вертикальные линии контура придают форме визуальное равновесие, устойчивость, строгость. Горизонтальные линии зрительно уменьшают высоту силуэта, подчеркивают непрерывность продольных конструкций. Наклонные линии придают динамичность силуэту, умеренно кривые линии – мягкость контуру.

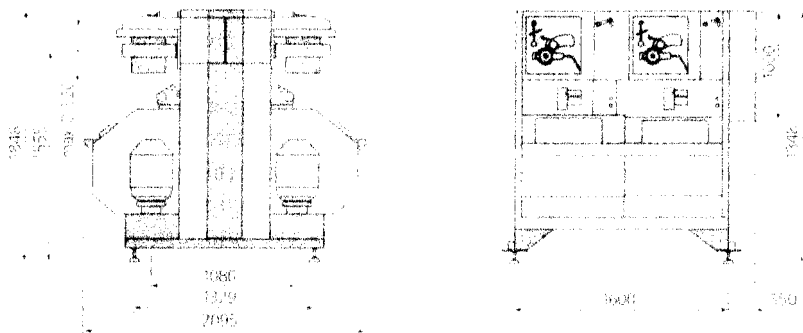


Рис. 49. Силуэтное изображение машины.

Под компактностью понимается максимально возможная плотность размещения элементов формы. Различают силуэты компактные, дробные и с просветами. По тону и цвету силуэты определяют как темные или светлые, одноцветные или многоцветные. Фактура – это качественное состояние поверхности изделия, зависящее от структуры материала и способа его обработки. В зависимости от

особенностей фактуры различают гладкую, шероховатую, зернистую, полированную, матовую и другие поверхности. Глаз человека без труда обнаруживает разницу в тоне, цвете и фактуре материала технического изделия и фона, на котором оно рассматривается. Силуэтное изображение обобщено передает информацию о назначении машины и отдельных отличительных особенностей внешнего вида.

Пропорции и пропорциональность

Пропорции – одно из самых универсальных средств композиции. Они выражаются математическими закономерностями и поддаются конкретному анализу. Это единственное средство композиции, с помощью которого можно «измерять» красоту.

Пропорция – это соразмерность, определенное соотношение отдельных частей, предметов и явлений.

Пропорциональность – это понятие, характеризующее правильно найденную соразмерность всех элементов и частей, составляющих форму, друг с другом и с целым, гармоническую согласованность их размерных отношений: линейных, объемных, относящихся к площади.

Существуют различные виды пропорциональности. Например, для образования обычной арифметической пропорции требуется четыре, входящих в равенство члена a, b, c, d , причем $a/b = c/d$.

Геометрическая пропорция состоит из трех элементов ($a/b = b/c$). Общий член (b) называется пропорциональной средней или средней геометрической величиной.

Кроме арифметической и геометрической пропорций существуют пропорциональные зависимости, объединенные общим названием «гармонические пропорции». В большинство гармонических пропорций, так же как и в геометрическую пропорцию, входят три величины: a, b, c .

Пропорции изучали древние египтяне, греческие математики, художники, философы. Пифагор и его ученики пытались математически объяснить существо гармонических пропорций. «Все есть число», – говорили они. Математики считали, что достаточно установить строгую пропорциональность между размерами частей изделия, и оно приобретет гармоническую завершенность и эстетическую выразительность.

Гармоничные пропорциональные соотношения являются основополагающими в создании новых форм. Все искусство Древнего Египта проникнуто поисками законов построения гармонических

систем. Римский теоретик I в. до н.э. Витрувий предлагал объяснять пропорции посредством модульной системы. В основу этой системы он брал размер какой-нибудь части изделия (длину или диаметр колонны, например), принимал его за модуль, по отношению к которому все остальные размеры выражались в простых числах. Витрувий считал, что развитие восприятия, умение видеть соотношения элементов формы, связанных воедино со всей композицией, – основная задача при изучении пропорциональных соотношений.

Из многих пропорций, которыми издавна пользовался человек, существует одна, обладающая, по мнению большого количества ученых и специалистов, уникальными свойствами. Эту пропорцию называли по-разному – «золотой», «божественной», «золотым сечением», «золотым числом». Древнейшие сведения о золотой пропорции относятся ко времени расцвета античной культуры. О ней упоминается в трудах великих философов Греции Пифагора, Платона, Евклида. Сейчас невозможно достоверно установить ни человека, впервые открывшего золотую пропорцию, ни время, когда это произошло. Очевидно, ее неоднократно открывали, забывали и открывали заново в разное время и в различных странах.

Многие исследователи считают, что понятие о золотой пропорции ввел в научный обиход древнегреческий философ и математик Пифагор (570-490 гг. до н.э.). Предполагают, что Пифагор, в свою очередь, знание золотой пропорции позаимствовал у египтян и вавилонян. И действительно, пропорции пирамиды Хеопса, храмов, барельефов, предметов быта и украшений из гробницы Тутанхамона говорят о том, что египетские мастера использовали золотую пропорцию при их создании. Вопросы золотой пропорции нашли свое отражение в работе «Тимей» древнегреческого философа Платона (427 – 347 гг. до н.э.). В дошедшей до нас античной литературе золотое сечение впервые упоминается в «Началах» древнегреческого математика Евклида (III в. до н.э.). Во второй книге «Начал» дается геометрическое построение золотой пропорции. Секреты золотой пропорции ревностно оберегались, хранились в строгой тайне. Они были известны только посвященным.

В отличие от других пропорций золотое сечение образуется при сочетании только двух величин: a и b . Формулировка золотой пропорции звучит так: «Деление целого на неравные части пропорционально, когда меньшая часть целого b так относится к большей a , как большая часть к целому», т.е.

$$b/a = a/(a + b)$$

Разделим отрезок AC точкой B на два отрезка a и b



$$AC = a + b; \quad AB = a; \quad BC = b$$

Проведем простые математические преобразования и получим

$$(a/b)^2 - a/b - 1 = 0,$$

обозначим $a/b = \Phi$, тогда

$$\Phi^2 - \Phi - 1 = 0 \text{ откуда}$$

$$\Phi = (1 + \sqrt{5})/2 = 1,6180339... \text{ или}$$

$$\Phi = (1 - \sqrt{5})/2 = -0,61803....$$

Математический анализ показал, что золотая пропорция является величиной иррациональной, ее нельзя представить в виде отношения двух целых чисел, она отвечает простому математическому выражению.

Это и есть золотая пропорция, которую обычно обозначают буквой (Φ) в честь великого древнегреческого скульптора Фидия (Phidius) (начало 5 века до н.э.). Обычно рассматривают только положительный корень, дающий простое и наглядное деление отрезка в заданной пропорции. Действительно, если принять целый отрезок за единицу, то, используя положительное значение корня, получим $a = 0,618$, $b = 0,382$.

В литературе золотую пропорцию выражают двумя числами $\Phi_1 = 1,618$ и $\Phi_2 = 0,618$, между которыми существуют две изумительные связи:

$$\Phi_1 \cdot \Phi_2 = 1 \text{ и } \Phi_1 - \Phi_2 = 1.$$

Доказано, что другой подобной пары чисел не существует.

Известно много памятников древней архитектуры, построенных с использованием золотой пропорции. Примером может служить Парфенон в Афинах и египетские пирамиды.

На рис. 50 представлена правильная четырехгранная пирамида, которая является одной из хорошо изученных геометрических фигур, символизирующих простоту и гармонию формы, олицетворяющих устойчивость, устремление вверх. Подобную форму имеет одна

из наиболее изученных египетских пирамид – великая пирамида фараона Хеопса (Хуфу). Соотношения многих размеров этой пирамиды подчиняются пропорциям золотого сечения. Так, например, отношения сторон в выделенном прямоугольном треугольнике равны: $a/h = 1,272 = \Phi^{0,5}$; $a/b = \Phi$.

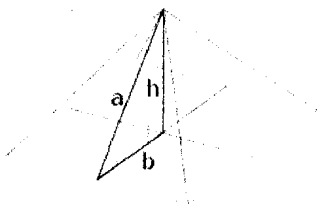


Рис. 50. Четырехгранная пирамида.

Одним из красивейших произведений древнегреческой архитектуры является Парфенон. Парфенон – главный храм в древних Афинах, посвященный покровительнице этого города и всей Аттики, богине Афине Палладе. Он красовался на самом высоком пункте афинского акрополя. Строителями Парфенона называют крупнейших древнегреческих архитекторов второй половины 5 века до н.э. Иктина и Каллиакрата: первому, по-видимому, принадлежал проект этого здания, а второй заведовал производством строительных работ. Великий древнегреческий скульптор и архитектор Фидий и сам афинский стратег Перикл (ок.490 – 429 до н.э.) наблюдали за постройкой, продолжавшейся около 10 лет, с 448 по 438 г.

Великий Парфенон (рис. 51) стоит на прямоугольной платформе (68,4 м длины и 30,38 м ширины) имеет 8 колонн по коротким сторонам и 17 по длинным. Окруженный этой колоннадой, храм стоит и по сей день. Отношение высоты здания к его длине равно 0,618. Ширина Парфенона оценена в 100 греческих футов (3089,0 см), высота – 61,8, высота трех ступеней основания и колонн - 38,2, высота перекрытия и фронтона – 23,6. Указанные размеры образуют ряд золотой пропорции: $100:61,8 = 61,8:38,2 = 38,2:23,6 = \Phi = 1,618$. Размеры Парфенона хорошо изучены, но приводимые размеры не всегда однозначны. Геометрия храма очень непростая – в ней почти отсутствуют прямые линии, поэтому определение размеров затруднительно.

Прямоугольник на фасаде Парфенона (рис. 51) со сторонами 1 и $\sqrt{2}$ вписан в прямоугольник со сторонами 1 и $\sqrt{5}$. Диагональ первого прямоугольника, равная $\sqrt{3}$ представляет собой высоту Парфенона.

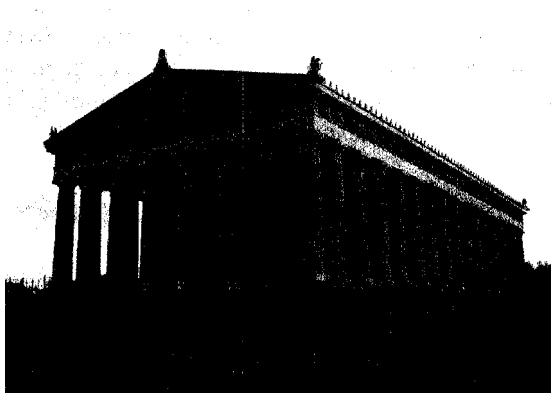
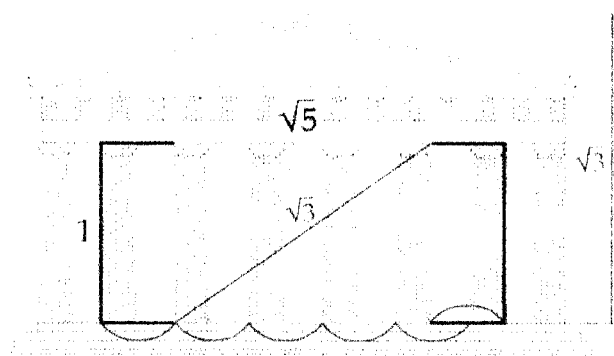
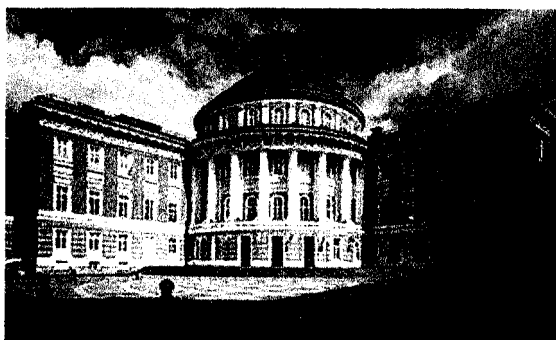


Рис. 51. Парфенон (расстановка колонн и высота).

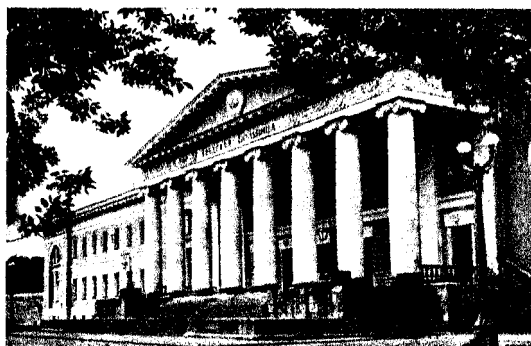
Талантливый русский архитектор Казаков Матвей Федорович (1738-1802) использовал в своей работе «золотое сечение». Талант Казакова М.Ф. был многогранным, но в большей степени он рас-

крылся как архитектор. Золотое сечение можно обнаружить в здании сената в Кремле (рис.52 а), а также в Голицынской больнице, которая в настоящее время называется Первая клиническая больница имени Пирогова (рис.52 б)

В эпоху Возрождения интерес к золотой пропорции среди ученых и художников усиливается в связи с ее применением, как в геометрии, так и в искусстве. В 1509 году в Венеции была издана книга великого итальянского математика Луки Пачоли (1445 – 1509) «Божественная пропорция» с блестяще выполненными иллюстрациями (полагают, что их сделал Леонардо да Винчи).



а



б

Рис. 52. Золотое сечение в архитектуре.

Одна из иллюстраций приведена на рис.53, где отражены пропорции профиля головы человека, подчиняющиеся золотому се-

чению. Профиль озаглавлен «Divina proportio» и вписан в геометрическую схему, в основе которой можно обнаружить равносторонний треугольник. Книга была восторженным гимном золотой пропорции. Среди многих достоинств этой пропорции монах Лука Пачоли увидел и ее «божественную суть» как выражение божественного триединства бог сын, бог отец и бог дух святой (считалось, что малый отрезок есть олицетворение бога сына, больший отрезок – бога отца, весь отрезок – бога духа святого).

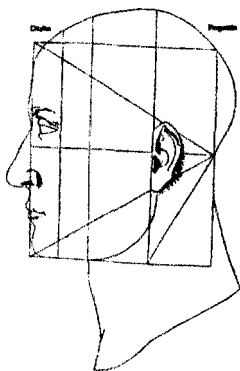


Рис. 53. Пропорции золотого сечения в профиле головы человека.

Много внимания золотой пропорции уделял и великий Леонардо да Винчи. Чтобы избежать непонимания Леонардо предупреждал: «Пусть никто, не будучи математиком, не дерзнет читать мои труды».

Он говорил о пропорциях человеческого тела: «Если мы человеческую фигуру - самое совершенное творение Вселенной - переведем поясом и отмерим потом расстояние от пояса до ступней, то эта величина будет относиться к расстоянию от того же пояса до макушки, как весь рост человека к длине от пояса до ступни». Он изучал сечения тела, образованного правильными пятиугольниками. Эти сечения представляли собой прямоугольники с соотношениями сторон соответствующими золотой пропорции. Леонардо да Винчи дал этой пропорции название «золотое сечение». Этот термин был введен в обиход Мартином Омом в 1835 году. Так он и держится до сих пор как самый популярный.

В то же время в Германии немецкий живописец и график Альбрехт Дюрер (1471 – 1528) подробно разрабатывает теорию пропор-

ций человеческого тела и пишет «Четыре книги о пропорциях человека». Важное место в своей работе Дюрер отводил золотому сечению. Рост человека он делил в золотых пропорциях линией пояса, а также линией, проведенной через кончики средних пальцев опущенных рук, нижнюю часть лица – ртом и т.д. На рис. 54 показаны пропорции золотого сечения в лице и кистях рук человека.

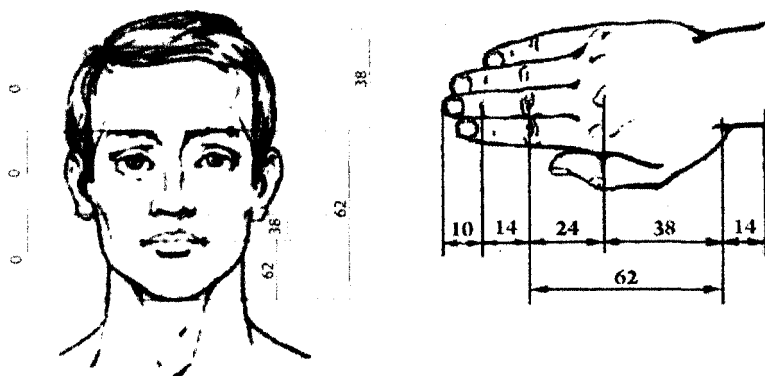


Рис. 54. Золотые пропорции в лице и кисти руки человека.

Великий немецкий астроном XVI в. Иоганн Кеплер (1571-1630) назвал золотое сечение одним из сокровищ геометрии, и первый обратил внимание на значение золотой пропорции для ботаники (рост растений и их строение).

И. Кеплеру принадлежит высказывание: «Геометрия обладает двумя великими сокровищами. Первое – это теорема Пифагора, второе – деление отрезка в крайнем и среднем отношении. Первое можно сравнить с ценностью золота, второе можно назвать драгоценным камнем». Со времен И. Кеплера ведется спор относительно того, что обладает большей универсальностью – теорема Пифагора или золотая пропорция. Теорема Пифагора лежит в основании математики, это один из ее краеугольных камней. Золотая пропорция лежит в основании гармонии и красоты. В последнее время многие исследователи считают, что теорема Пифагора и золотая пропорция в своем развитии тесно переплетаются одна с другой и геометрическими и алгебраическими свойствами. Между ними нет ни пропасти, ни принципиальных различий. Они равноправны, так как существует прямоугольный треугольник, содержащий в себе разнообразные особенности золотой пропорции, т.е. существует геометрическая

фигура, достаточно полно объединяющая два математических факта - теорему Пифагора и золотую пропорцию.

В последующие века правило золотой пропорции превратилось в академический канон и, когда со временем в искусстве началась борьба с академической рутинной, в пылу борьбы «вместе с водой выплеснули и ребенка». Вновь «открыто» золотое сечение было в середине XIX в. В 1855 г. немецкий исследователь золотого сечения профессор Цейзинг опубликовал свой труд «Эстетические исследования», в котором абсолютизировал золотую пропорцию, объявив ее универсальной для всех явлений природы и искусства.

В конце XIX – начале XX вв. появилось немало чисто формалистических теорий о применении золотого сечения в произведениях искусства и архитектуры. С развитием дизайна и технической эстетики действие закона золотого сечения распространилось на конструирование машин, мебели и т.д.

Необычные свойства золотого сечения достаточно подробно описаны в литературе. Эти свойства настолько удивительны, что покоряли и покоряют разум многих исследователей, создавая вокруг себя ореол таинственности.

В геометрии существуют различные способы построения золотой пропорции, причем характерно то, что для построения достаточно взять самые простые геометрические фигуры – квадрат или прямоугольный треугольник с отношением катетов 1:2. Если из середины стороны квадрата, например, провести окружность радиусом, равным диагонали квадрата, то на ее пересечении с продолженной стороной квадрата получим отрезок, длина которого меньше стороны квадрата в 1,62 раза.

Еще проще получить золотую пропорцию с использованием прямоугольного треугольника (рис.55, а).

В этом случае для деления отрезка АВ в пропорции золотого сечения достаточно из точки В опустить перпендикуляр ВД длиной $AB/2$ и на стороне АВ отложить отрезок $AC=AD - BD$. Точка С разделит отрезок АВ на части в соответствии с золотой пропорцией, т.е. $AC/BC=AB/AC=1,62$.

Замечательным примером золотого сечения является правильный пятиугольник – выпуклый и звездчатый, представленный на рис.55, б.

Строится он просто: пусть О – центр окружности, А – точка на окружности, а В – середина отрезка ОА. Перпендикуляр к радиусу ОА, восстановленный в точке О, пересекается с окружностью в точке D. Пользуясь циркулем, отложим на диаметре отрезок $BC=BD$.

Длина стороны вписанного в окружность правильного пятиугольника равна DC . Откладываем на окружности отрезки DC и получим пять точек для построения правильного пятиугольника. Соединим углы пятиугольника через один диагоналями и получим пентаграмму. Все диагонали пятиугольника делят друг друга на отрезки, связанные между собой золотой пропорцией

Если соединить вершины звезды $DEFNM$, то получим звездчатый пятиугольник (пятиконечную звезду), в котором просматриваются равнобедренные треугольники типа DFN , у которого стороны DE и $DN = 1,618$, а сторона $FN = 1$.

Пятиконечной звезде около 3000 лет. Ее первые изображения можно видеть на дошедших до нас вавилонских глиняных табличках. Из древней Вавилонии в Средиземноморье, как полагают, звездчатый пятиугольник перевез Пифагор и сделал его символом жизни и здоровья, а также тайным опознавательным знаком. Сегодня пятиконечная звезда реет на флагах едва ли не половины стран мира. Такая популярность этой фигуры объясняется, скорее всего, ее совершенной формой, которая радует глаз. Звездчатый пятиугольник буквально соткан из пропорций, и, прежде всего из золотой пропорции.

Свойства золотой пропорции поистине удивительны и загадочны. С одной стороны, она обладает замечательными геометрическими качествами, обеспечивающими возможность создания на её основе технологически удобных систем пространства, с другой – выступает как критерий эстетического совершенства.

Золотая пропорция заложена в формах многих шедевров искусства и архитектуры. Это отношение обнаруживается и в пропорциях архитектурных сооружений доантичных эпох, когда по утверждению историков, золотая пропорция как математический результат и средство пропорционирования ещё не была известна.

Особые способности эстетического воздействия этой пропорции подтверждены экспериментами психологов. В 1958 г. психологи провели с группой лиц (студентов) небольшой эксперимент. Из набора прямоугольников (рис.56) они предложили выбрать те, которые испытуемые сочтут самыми красивыми по форме.

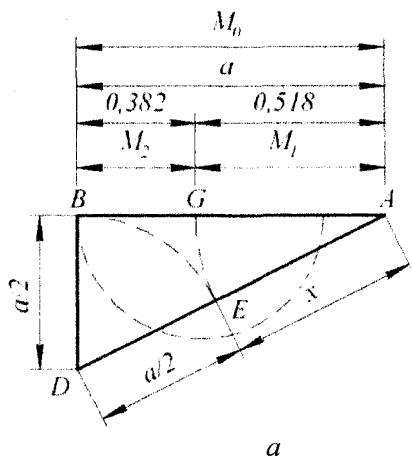
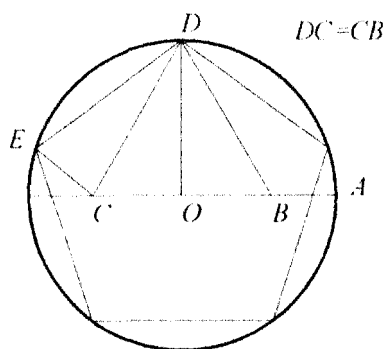
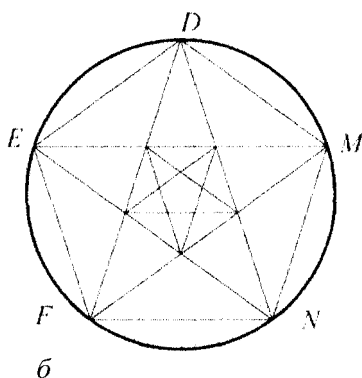


Рис. 55. Графические построения золотой пропорции с использованием:

а) прямоугольного треугольника; б) правильного пятиугольника.

Кстати, если вы хотите проверить свою способность чувствовать гармонию, не спешите читать дальше, а проделайте тоже самое. Так вот, большинство опрошенных (35%) без промедления указали на фигуру, стороны которой находятся в соотношении 21:34. Соседние фигуры были оценены также высоко (20% верхняя и 19% нижняя). Все остальные фигуры получили меньше 10% каждая. Однако до сих пор нет точного объяснения, почему фигуры, базирующиеся на золотом сечении, эстетически приятны.

В последнее время в разных сферах науки появилось большое количество работ, в которых приводятся все новые сведения о золотой пропорции как фундаментальной закономерности, объективной неизбежности художественного формообразования.

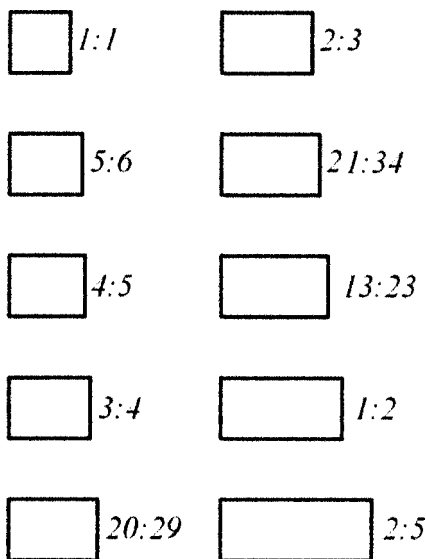


Рис. 56. Прямоугольники с разным соотношением длин сторон.

Золотое сечение находит широкое применение во многих областях современной науки и техники. Известный российский физик-теоретик Юрий Владимиров в 2000 году написал серьезную книгу в области теоретической физики и ее истории «Метафизика». И эта серьезная книга заканчивается фразой: «Таким образом, можно утверждать, что в теории слабых взаимодействий возникает соотношение Золотого Сечения, которое играет важную роль в различных сферах Науки и Искусства». Можно еще отметить публикацию в 90-х годах XX века двух книг по золотому сечению. Первая из них «Золотое сечение: Три взгляда на природу гармоний» (1990 г.) написана тремя авторами: архитектором И.Ш. Шевелевым, композитором М.А. Марутаевым и архитектором И.П. Шмелевым. В аннотации утверждается, что «книга посвящена теоретическому обоснованию феномена золотого сечения, в котором авторы видят одну из универсальных закономерностей гармонии». Значительным событием 1990-го года явилась публикация научно-популярной книги «Золо-

тая пропорция», написанной украинским ученым Н.А. Васютинским, который по образованию и опыту работы является химиком, геологом, металлургом и машиностроителем. В книге с большим мастерством, «описано проявление закономерностей золотой пропорции в архитектуре, музыке, поэзии, а также в химии, биологии, ботанике, геологии, астрономии, технике».

В 1994 году опубликована книга О.Я. Боднара «Золотое сечение и неевклидова геометрия в природе и искусстве», в которой приведена новая геометрическая теория филлотаксиса (закон преобразования спиральных биосимметрий), разработанная автором.

В 1997 году литература по золотому сечению пополнилась тремя книгами. Книга проф. Коробко В.И. называется «Золотая пропорция и проблемы гармонии среды» и содержит обширный материал о проявлении золотого сечения в разнообразных областях природы, науки и искусства. Книга является учебным и научно-методическим пособием для преподавателей, аспирантов и студентов, технических и гуманитарных вузов.

В 1997 году была опубликована книга российского биолога Цветкова В.Д. «Сердце, золотое сечение и симметрия», в которой показана роль золотого сечения и чисел Фибоначчи в оптимизации деятельности сердца.

Еще одной книгой в области золотого сечения, вышедшей в 1997 году, является книга украинского ученого Стахова А.П. «Computer arithmetic based on Fibonacci numbers and Golden Section new information and arithmetic computer foundations». Основным результатом книги является разработанная автором так называемая «троичная зеркально-симметричная арифметика».

В начале XXI века появились новые имена, связанные с комплексом исследований в области применения Золотого Сечения в технике, науке, искусстве. Это Ясинский С. (Санкт-Петербург), Семенюта Н. (Гомель), Гринбаум О. (Санкт-Петербург) и др.

Одним из источников, подтверждающим исключительную, особую формообразующую роль золотой пропорции, служит окружающая природа. Давно замечено, что золотая пропорция широко распространена в формах живого мира, она служит основным морфологическим признаком живых существ и выступает основной структурной составляющей биологического пространства. При этом особо примечательно явление с целой совокупностью интригующих свойств – так называемый филлотаксис. Буквально это слово означает «листорасположение», однако применяется оно обычно к биоформам, устроенным по принципу спирали. Филлотаксис наблюда-

ется, например, в расположении семян на дисках подсолнухов, чешуек на шишках хвойных деревьев, зачатков на побегах растений и т.п. На рис. 57 хорошо различимо спиралевидное расположение семян подсолнечника. Начало спиралей приходится на центр корзинок, все новые спирали зарождаются именно здесь. Если внимательно взглянуть на рисунок, то можно увидеть, что спирали идут в двух направлениях: по часовой стрелке и против неё, причем отношение числа спиралей первого направления к числу спиралей второго направления подчиняется золотому сечению с точностью до 0,004.

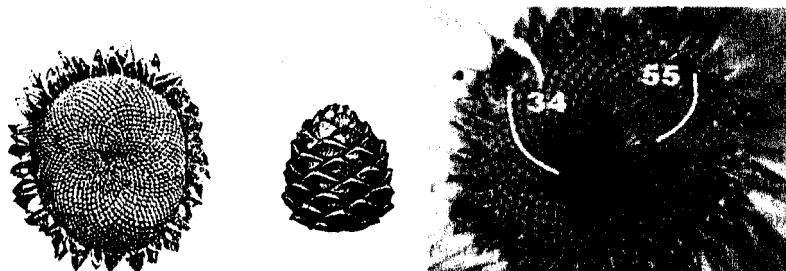


Рис. 57. Расположение семян на диске подсолнуха и чешуек на шишке хвойных деревьев.

Если внимательно посмотреть на сосновую шишку, то можно увидеть, что чешуйки на ее поверхности располагаются строго закономерно — по двум спиралям, которые пересекаются приблизительно под прямым углом. Число таких спиралей у сосновых шишек равно 8 и 13 или 13 и 21, у подсолнуха 34 и 55. Особенно отчетливо проявляется золотое сечение в расположении листьев и побегов. Условная спираль, соединяющая места расположения листьев на побеге является винтовой линией

Винтовое расположение листьев выражают дробью, числитель которой равен числу оборотов по стеблю воображаемого винта одного листового цикла, а знаменатель — числу листьев в данном цикле, совпадающем с числом отростков на стебле. Оказалось, что каждое растение характеризуется своим листорасположением. Так, у липы, вяза, бука листорасположение описывается формулой $\frac{1}{2}$, у ольхи, орешника, винограда — $\frac{1}{3}$, у дуба и вишни — $\frac{2}{5}$, у малины, груши, тополя — $\frac{3}{8}$, у облепихи, тополя — $\frac{5}{13}$ и т.д.

Спиральный характер развития, начиная от одной клетки, зародыша, и кончая сформировавшимся целым организмом характерен

для всей живой природы. Ещё Гете утверждал, что все органы листостебельных растений построены по одному образцу.

Явление филлотаксиса издавна изучается в биологии, математике, искусстве. Однако до настоящего времени ни одно из многочисленных объяснений филлотаксиса не признано удовлетворительным. Высказываются мнения, что в данном случае наука столкнулась с явлением фундаментального характера, суть которого не может быть вскрыта в рамках какого бы то ни было одностороннего научного подхода.

Ряд чисел, построенный на основе золотой пропорции, выражается следующими цифрами:

0,09; 0,146; 0,236; 0,382; 0,618; 1,000; 1,618; 2,618 и т.д.

Этот ряд обладает свойством аддитивных рядов, т.е. рядов сложения, отражающих идею роста: каждый последующий член этого ряда равен сумме двух предшествующих членов. Золотой ряд позволяет устанавливать внутреннюю, органическую связь между предметом и его частями. Если этот ряд приближенно выразить в целых числах, то получится новый ряд:

1; 2; 3; 5; 8; 13; 21; 34; 55; 89 и т.д.

Отношение соседних членов этого ряда приближается к золотой пропорции – $0,618$: $3/5 = 0,6$; $5/8 = 0,625$; $8/13 = 0,615$ и т.д. Приведенный ряд чисел носит имя открывшего его итальянского математика XIII в. Леонардо из Пизы, известного больше по своему прозвищу Фибоначчи (1180-1240).

Последние годы XX века и начало XXI века характеризуются не только повышенным интересом к проблеме чисел Фибоначчи и золотому сечению, но и появлением противников золотого сечения, которые считают, что значимость золотого сечения в искусстве, архитектуре и природе несколько преувеличена, а некоторые примеры является результатом простой подгонки или совпадения. В работе Радзюкевича А.В. «Красивая сказка о «золотом сечении»» (резкого и последовательного противника гипотезы об осмысленном использовании золотого сечения в архитектуре античности и средневековья) есть ссылка на тексты сохранившихся подрядных записок, которые писали строительные мастера, руководившие созданием памятников архитектуры. Эти тексты предельно просты, что не вяжется с иррациональными числами золотого сечения и размерами строительных элементов. В подрядной записке Трофима Игнатьева (зодчего Иосифо-Волоколамского монастыря) сообщается, что при строительстве ворот, их высоту следует выбирать по принципу «...а буде

покажется высоко и убавить аршин, ...а буде ниско – прибавить аршин же».

Большинство же современных архитекторов и дизайнеров убеждены в том, что древние зодчие и мастера творили с помощью золотого сечения и поэтому создавали более гармоничные и привлекательные формы. Они полагают, что эмпирическое выявление в памятниках архитектуры пропорций, близких к пропорции золотого сечения, дает ключ к раскрытию очень важного секрета древних мастеров. Так в книге Чернова А.А. () отмечается, что древние зодчие —...своими пропорциями Парфенона словно бы говорили современникам: да, мы не можем понять божественной природы иррационального, но мы научились строить, используя его закономерности”. Правда, вероятнее всего, лежит где - то посередине.

При проектировании необходимо помнить, что все пропорции являются скорее всего инструментом корректировки, уточнения найденного решения, связанного с общим замыслом, функциональными требованиями, конкретным содержанием и т.д. Наличие тех или иных математических закономерностей в построении формы не означает, что она автоматически становится гармоничной. Только в том случае, если эти математические отношения находятся в соответствии, в гармонии со всей группой факторов, определяющих форму, может быть достигнута цель – уточнение размеров, приведение их к закономерной согласованности и порядку.

Но при этом не следует забывать, что существуют некоторые размерные отношения (линейные, относящиеся к площади, объемные), которые сами по себе вызывают ощущение удовлетворенности, определенности, законченности. Так, по мнению русского архитектора, теоретика И.В. Жолтовского (1867-1959), квадрат с его равными сторонами мертв и эмоционально оценивается как некая неопределенность. Увеличение одной из сторон квадрата всего лишь на 1/12 делает фигуру законченной – это уже живая фигура, динамичная. Такое явление можно объяснить и закономерностями зрительного восприятия и тем, что человек черпает свои ощущения из окружающего мира, а в природе, напоминает И.В. Жолтовский, квадрат не встречается.

Размеры человеческого тела на протяжении многих веков являлись основой всех измерений. Так, мерой длины в Египте, Греции, Риме был фут (ступня), равный 0,3048 м. В России основными мерами длины были сажень и локоть – единицы, связанные с ростом человека. Сажень получила разные названия – маховая (1,76 м), кося (2,48 м) и др. Локоть также имел разные значения – от 0,38 м до

0,46 м. Пядь – это расстояние между концами раздвинутых большого и указательного пальцев (0,1778 м), дюйм – длина фаланги большого пальца (0,0254 м), вершок – 0,0455 м.

Получившая повсеместное распространение десятичная система имела ряд преимуществ перед остальными системами, но оказалась не связанной с размерами человеческого тела. И здесь на помощь пришла модульная система. Модуль – это величина, принимаемая за основу расчета какого-либо предмета, машины или сооружения, а также их деталей, узлов и элементов, которые всегда кратны относительно избранного модуля. Кратность размеров деталей позволяет различно собирать из них одно и то же изделие или применять их в разных изделиях. Основной модуль – исходный размер модуля, общего для различных объектов, служащего основой координации размеров деталей. Модульная координация находит широкое применение в приборостроении и станкостроении, особенно там, где развиты унификация и агрегатирование. В качестве основного модуля в этих областях принят модуль 50 мм

Важной вехой в поисках соразмерности предметной среды человеку явился «Модульор» французского архитектора Ле Корбюзье (1887-1965), в котором пропорции человеческого тела были приведены к золотому сечению. В предложенной Ле Корбюзье системе сделана попытка связать строительные размеры с размерами человеческой фигуры и ее частей и установить таким образом соразмерность величины здания, его частей, деталей и оборудования человека (рис.58). «Модульор», считал автор, может стать полезным лишь в том случае, если он будет применяться в широком масштабе, во всех сферах материального творчества. Основная задача «Модульора», по мысли Ле Корбюзье, внести порядок в производство, так как он гармонически связывает ряды чисел золотого сечения, размеры человеческого тела, метрическую и дюймовую системы мер.

Главное в этой системе заключается в установлении соответствия основных членений шкалы размерам человека. За основу «Модульора» приняты три размера человеческого тела: расстояние от стопы до солнечного сплетения (1,13 м), от солнечного сплетения до верха головы (0,70 м) и от верха головы до конца пальцев вытянутой руки (0,43 м). Эти величины разбиваются на более мелкие размеры, связанные с размерами частей тела человека, причем каждое последующее членение связано с предыдущим отношением золотой пропорции. «Модульор» основан на усредненных антропометрических данных, соответствующих для «красной шкалы» французскому типу человека (рост 1,75 м), для «синей шкалы» – английскому (1,83 м).

или хотя бы в общем виде будет выбрана силовая схема. В технике художественно-конструкторская отработка формы должна идти параллельно с инженерной отработкой конструкции. Пропорции станка могут определяться лишь в связи с его инженерной компоновкой, с основой его конструкции.

При выборе пропорций промышленных изделий правомерны два основных подхода. При первом проектировщик может относительно свободно задавать пропорции, т.е. вначале разрабатывать форму и от нее идти к конструкции. Такой подход правомерен при проектировании мебели, некоторых бытовых приборов, простых видов оборудования и т.д. При разработке сложных изделий художник-конструктор должен работать в тесном контакте с инженером и вовремя корректировать форму изделия в целом и отдельных ее элементов. Это разграничение в выборе пропорций несколько условно, однако художник-конструктор должен хорошо представлять себе значение пропорций как средства композиции и диапазон своих возможностей.

На многие проявления композиции пропорциональные отношения могут оказать непосредственное влияние. Это и соподчинение элементов формы, и усиление ее статичности или динамичности, увеличение зрительной устойчивости. Пропорции взаимосвязаны с тектоникой, так как отражают связи формы и конструкции, а также непосредственно характеризуют объемно-пространственную структуру. Пропорции могут строиться на контрасте или нюансе, развивать ритм или метрический повтор, в известной мере определять характер формы.

Масштаб и масштабность

Понятия – масштаб и масштабность являются не менее значимым средством композиции, чем пропорция и пропорциональность.

Масштаб – это отношение линейных размеров объекта, изображенного на чертеже, к его размерам в натуре (1:2, 1:5, 1:10, 1:20, 1:100 и т.д.).

Масштабность – это более сложное понятие. Это одно из композиционных средств, выражающих относительное соответствие (соразмерность) размеров производственного изделия (архитектурного сооружения) размерам человека.

Чтобы реально оценивать величину видимого предмета (изделия, сооружения) человеку необходимо хотя бы подсознательно сравнить размеры этого предмета с чем-то хорошо известным.

Все предметы и изделия, которые создает и использует человек в своей деятельности, должны быть масштабны по отношению к человеку. Если говорят, что вещь не масштабна, то это, прежде всего означает, что она не масштабна по отношению к человеку. Еще древнегреческий философ Протагор (ок.490 – ок.420 до н.э.) выдвинул тезис: «Человек есть мера всех вещей, существующих, что они существуют, несуществующих, что они не существуют». Часть этого тезиса «Человек есть мера всех вещей», высеченная на мраморе Дельфийского храма, афористически точно выражает сущность масштабности предметного мира – всего, что человек создает для себя.

Исследователи композиции в архитектуре справедливо указывают, что масштаб сооружения не определяется его абсолютной величиной – маленькое здание может иметь крупный масштаб, а большое, напротив, будет мелким по масштабу. Когда архитектор проектирует здание, он всегда рисует около фасада фигуру человека в масштабе чертежа, и она как архитектурная мера заставляет соотносить с собою все элементы здания, его пропорциональный строй и членения.

К сожалению, в технике это практикуется редко. Инженер-конструктор имеет дело с механизмами, для которых масштаб как будто не может быть избран, а скорее сам задается многими условиями (кинематикой, нагрузками, воспринимаемыми конструкцией и т.п.). Членения станка также связаны с самой конструкцией. И все-таки у проектировщиков в технике имеется немало средств для достижения масштабности изделия.

Промышленное изделие масштабно, если оно соотносено с человеком, и не масштабно, когда в нем отсутствуют элементы, по которым можно судить о незримом присутствии человека. Немасштабность – один из распространенных недостатков многих промышленных изделий. В теории архитектуры это средство композиции изучено достаточно глубоко. Что же касается техники, то здесь вопросы масштаба и масштабности изучены пока слабо.

Масштабность в технике и архитектуре проявляется по-разному. Прямое влияние на масштабность станка, машины, прибора, транспортных средств оказывают все те размерные величины, которые как-то связаны с человеком и определяют удобство пользования. Высота, на которой расположены те или другие органы управления

машиной, сама по себе есть своего рода знак, дающий возможность увидеть за ним человека, т.е. почувствовать масштаб. Таким образом, все те размерные величины, которые в станке, машине, приборе, транспортных средствах как-то связаны с человеком и определяют удобство пользования, оказывают прямое влияние на масштабность. Отступление от размерной системы, связанной с антропометрическими характеристиками человеческого тела (с ними познакомимся позже в разделе «Эргономика») могут оказаться одной из причин немасштабности изделия.

Масштабность вещи предполагает и правильное отражение в форме ее истинной тяжести. Не следует искусственно придавать небольшой и легкой вещи характер крупной и тяжелой. Каждое изделие должно иметь свою тектонику, соответствующий строй формы, свою пропорцию и масштаб.

Масштабность можно считать своего рода гуманизирующим фактором в проектировании изделий. Все повышающиеся мощности станков и машин, увеличение их абсолютных размеров не должны привести к «затерянности» человека в мире техники. Избежать этого можно только при сознательном, целенаправленном использовании масштаба. Многогонный, высотой в трех-четыреэтажный дом станок с крупными членениями формы может оказаться лишенным «человеческого» масштаба, если не отразить его в тех немногих элементах, которые позволяют соотнести огромную конструкцию с человеком. Такими элементами являются, прежде всего пульт управления и место оператора, ограждения и т.п.

По законам природы весь растительный и животный мир соразмерен, масштабен. По мнению ученых Строгановского училища в практике художественного конструирования можно применять закономерности формообразования, существующие в природе. Каковы же конкретные признаки «масштабности» в природе?

Конструктору и художнику в своем творчестве довольно часто приходится встречаться с задачей создания группы однородных предметов. Это могут быть, например, токарные или фрезерные станки, предназначенные для обработки деталей разных размеров; однотипные инструменты разной величины (пилы, молотки, ножницы и т.д.); посуда разной вместимости и т.д. (рис. 59).

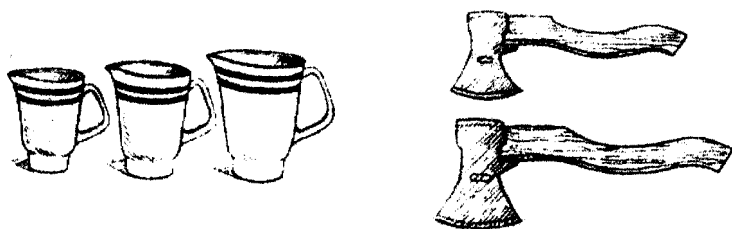


Рис.59. Наборы однотипных предметов разных величин.

Оказывается, что идти по пути простого изменения величины предметов, входящих в группу, т.е. пропорционально увеличивая или уменьшая их абсолютные размеры, нельзя. Большие и маленькие вещи не могут выполняться одинаково, в одних пропорциях, иметь одинаковые членения, одинаковую детализовку. Маленький топор на рис. 59 не может копировать форму большого со всеми его размерными отношениями, так как это может привести к ложному тектоническому выражению и к утрате масштабности.

На рис. 60 приведены силуэты человеческих фигур.

Все силуэты одной высоты, но резко отличаются друг от друга по конфигурации, общим пропорциям, соотношениям, размерам и форме деталей, что позволяет легко установить: левый силуэт принадлежит новорожденному ребенку, правый – взрослому человеку, а средние – детям разного возраста.

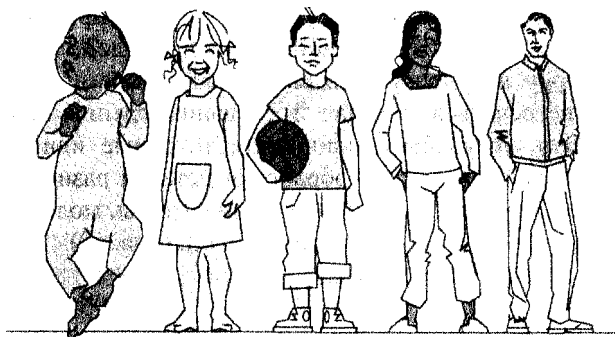


Рис. 60. Силуэты человеческих фигур.

Ученые проанализировали строение малых и больших природных организмов на самых разнообразных примерах из растительного и животного мира.

Наблюдая за изменениями этих организмов в процессе их развития и роста, ученые пришли к выводу о существовании следующих закономерностей в построении форм большого и малого организмов:

- чем меньше организм, тем форма его цельнее, проще, как по рисунку, так и по пропорциям; чем больше организм, тем форма сложнее, «богаче»;
- детали у малого организма не развитые, более простые по форме и пропорциям; у большого – детали более сложные;
- малый организм менее развит, имеет меньшее количество деталей; большой – более развит, имеет большее количество деталей.

На рис.61,а можно проследить эволюцию формы цветка розы. Цветок в зародыше – бутон замкнутой компактной чечевицеобразной формы. Цветок растет, и форма его меняется, он начинает распускаться, раскрываться. Верхняя часть лепестков постепенно отходит в сторону, слегка изгибаясь. На третьей стадии бутон распускается, лепестки расходятся широко, их концы сильно изгибаются вниз, линия контура становится очень «богатой», но «вялой», «уставшей».

Такая же закономерность усложнения общей формы и изменения общих пропорций прослеживается и в животном мире (рис.62). Цыпленок не похож на петуха, а щенок – на взрослую собаку. У взрослого организма общий силуэт очень развит за счет изгиба туловища, шеи и других частей. Тело более тонкое, вытянутое.

Ту же картину можно наблюдать при сравнении ребенка и взрослого человека. Голова у ребенка составляет примерно $1/4$ от общей высоты, у взрослого человека среднего роста – $1/8$. Глаза, кисти рук, ступни ног, коленные и локтевые суставы у ребенка в сравнении с взрослым более крупные относительно целого.

В большой сосновой шишке видимое общее количество чешуек и количество чешуек в ряду и само количество рядов значительно больше, чем в маленькой шишке.

На рис. 61, б чашечка малого бутона простая, гладкая, большого – сложная, состоящая из трех частей, к тому же рельефная, складчатая в верхней части.

На рис.61, в отдельные детали (1,2,3) в большом кленовом листе отличаются от аналогичных деталей (1,2,3) малого кленового листа наличием дополнительных отростков, большей изрезанностью и

усложненностью. Еще более наглядную картину дает строение ветки папоротника (рис.61,г). Ветка состоит из ряда симметричных боковых ответвлений. В верхней части ветки ответвления более молодые (появились позднее) и поэтому менее развиты: меньше по размерам, проще по форме – это маленькие, цельные, без каких-либо деталей листки 1. Чем ближе к основанию ветки, тем ответвления старше (выросли раньше), больше по размерам, сложнее по форме.

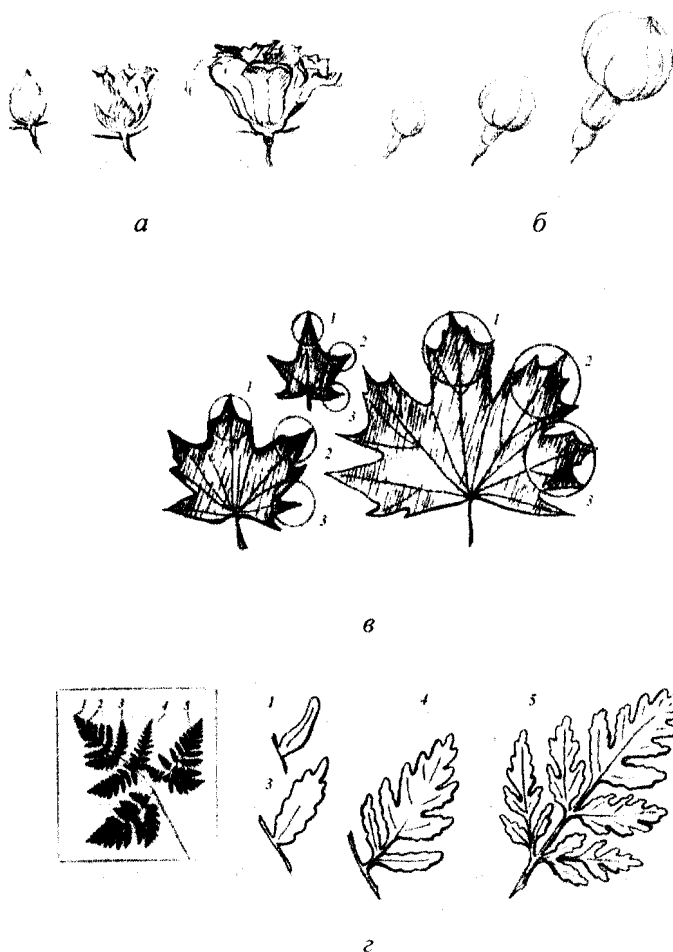


Рис. 61. Усложнение форм отдельных деталей у растений по мере их роста.

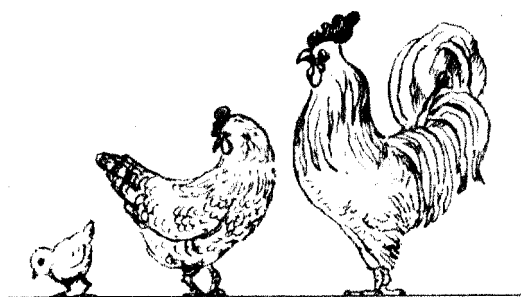
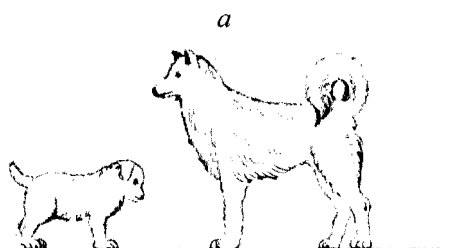
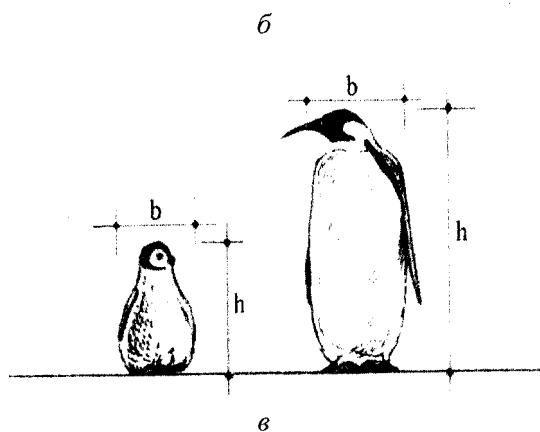


Рис. 62. Усложнение общей формы у животных по мере их роста.

У лежащих ниже рядов листиков, постепенно появляются отростки, листок приобретает сильно изрезанную форму (4). В следующем ответвлении эти отростки настолько развились, что превратились в отдельные самостоятельные листья, а все ответвление — в маленькую ветку 5.

Часто сама форма и пропорции простейших геометрических фигур ассоциируются с малыми или большими предметами (рис. 63): квадрат или куб, круг или шар, а также полукруглая циркульная арка — с предметами малых размеров; прямоугольник или параллелепипед, эллипсоид, пологая трехцентровая арка — с предметами больших размеров. Эти ассоциации можно объяснить следующими причинами. Форма фигур первой группы односложна, проста: квадрат или куб образуются из элементов одного размера; круг или шар, а также циркульная арка имеют один центр и одну постоянную кривизну. Фигуры второй группы имеют более сложные формы. В построении прямоугольника и параллелепипеда участвуют два разных по размеру элемента. Эллипс имеет два геометрических центра и кривую второго порядка, эллипсоид — два геометрических центра и поверхность второго порядка. Пологая арка — многоцентровая с дугой сложной кривизны. Пропорции фигур первой группы простые, второй — более сложные, с большей разницей размеров по отдельным координатам.

Рассмотрим такой пример: маленькая жилая комната ($7 \dots 8 \text{ м}^2$), выполненная в виде прямоугольника с соотношением сторон 1:4, будет выглядеть не комнатой, а коридором, в котором невозможно расставить мебель, в то время как в квадратной комнате такой же площади размещаются стол, диван и шкаф. Большое же помещение с отношением сторон 1:4 представляет собой функционально удобный зал вытянутой формы. Нельзя сделать в таких же пропорциях и маленькое окно площадью $0,5 \text{ м}^2$ — это будет щель высотой около $0,3 \text{ м}$ и длиной $1,5 \text{ м}$, а квадратное окно размером $0,7 \times 0,7 \text{ м}$ вполне допустимо. Полукруглая арка никак не может быть большим мостом, например длиной 100 м , так как высота моста в этом случае будет около 50 м (половина пролета), что абсурдно.

Учитывая закономерности построения форм больших и малых организмов в природе, можно провести анализ и оценку отдельных предметов и изделий, созданных художниками и конструкторами.

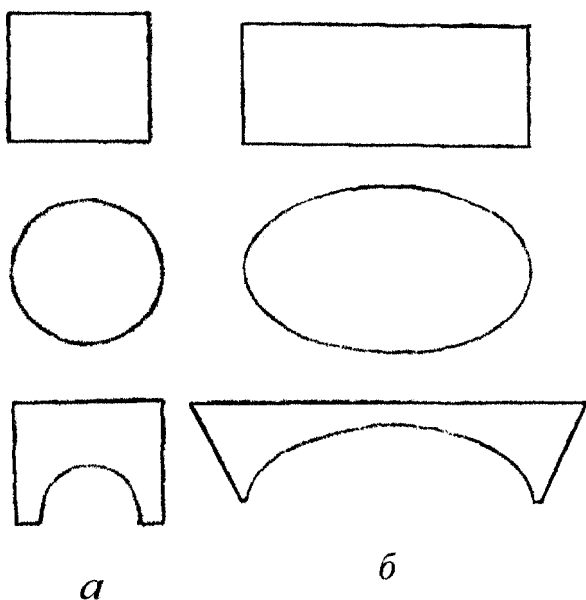


Рис. 63. Ассоциация геометрических фигур:
а – с предметами малых размеров;
б – с предметами больших размеров.

На практике часто можно встретиться с тем, что предмет смотрится выполненным в другом масштабе (большем или, меньшем), чем есть в действительности, т.е. когда создается совсем иное, ложное представление об истинных размерах этого предмета. В таких случаях говорят, что вещь немасштабна.

Так, кружка на рис. 64 выглядела бы кофейной чашкой, если бы рядом не было руки. Это связано с упомянутыми выше закономерностями построения форм больших и малых организмов, а также с привычными представлениями человека о том или ином предмете. Как в природе определенному виду растений, животных, так и в предметном мире, создаваемом человеком, каждому виду и типу предметов (жилому дому, велосипеду, грузовой машине, ткацкому станку, посуде и т.д.) соответствует свой масштаб. (Это понятие масштаба, относящееся к характеристике формы предмета, следует отличать от понятия «масштаб», употребляемого применительно к чертежу или макету, где он означает, как обычно, степень уменьше-

ния или увеличения истинных (натуральных) размеров предмета при изображении его на чертеже или при изготовлении макета).

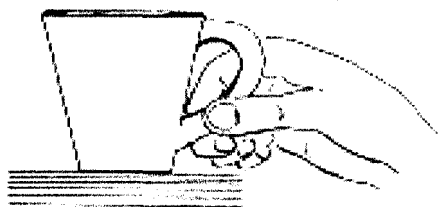


Рис. 64. Керамическая кружка.

Масштаб изделия определяется его функциональным назначением, положением в конкретной окружающей среде, ролью (главной или второстепенной) в общем, композиционном замысле, тем эмоциональным воздействием, которое желательно получить от предмета, внутренним содержанием изделия, материалом и конструкцией. Масштаб тех или иных предметов или изделий может изменяться, но изменяться в известных границах, границах привычности и целесообразности. Когда композиционный строй, характер форм и членений, детализовка изделия перестают соответствовать своему физическому размеру, функциональному назначению, окружающей среде, материалу и другим требованиям, то говорят о не масштабности изделия. Раньше мы видели, как, например, сильно удлиненная форма жилой комнаты с соотношением сторон 1:4 для маленького размера жилого помещения (площадью 8 м^2) является немасштабной, в то время как для большого зала или длинного коридора эта форма масштабна; или полукруглая, циркульная форма арки немасштабна для моста большого пролета (50 – 100 м) и масштабна для водосточной дорожной трубы.

Немасштабными могут быть как предметы целиком, так и их отдельные части и детали. В напольном станке (рис. 65) совершенно немасштабно решена станина. Основная причина немасштабности – слишком маленькая по высоте нижняя часть станка, она составляет $1/10$ от общей высоты и слишком маленький рабочий стол по сравнению с головкой станка. Увеличивает объем головки и ее форма, не

цилиндрическая, а прямоугольная в плане (воспринимается размер по диагонали).

Масштабность характеризует правильно принятый масштаб для данного вида изделия в данных конкретных условиях. Большую роль в достижении масштабности играют так называемые указатели (мерители) масштаба. Это детали, имеющие «жесткое» функциональное назначение и известную для нас величину. В архитектуре это ступени, двери, окна, высота этажей и др. В промышленных изделиях это элементы определенным образом связанные с размерами человеческого тела: высота стула, стола, размеры сиденья, величины рукояток, ручек, переключателей и т.д. Обусловленные размером рук, органы управления машиной могут подсказать размеры целого и создать ощущение действительного масштаба. Присутствие этих указателей масштаба очень важно, оно может дать общее представление о величине предмета.

Масштаб изделия невольно связывается в человеческом сознании с окружением. Один и тот же предмет может показаться громоздким или, напротив, ничтожным в зависимости от окружающего его пространства. Мотоцикл покажется нам громадным, если его поставить в комнате, но будет выглядеть небольшим на улице.

Чтобы лучше выразить масштаб изделия необходимо соблюдать масштабные закономерности построения его формы.

К масштабным закономерностям относятся различные формы масштабных связей:

- отношение элементов к целому и друг к другу;
- отношение элемента к материально-предметной или природной среде;
- отношение размеров и масштаба к человеку.

Только при полной согласованности всех масштабных связей возникает гармонический масштабный строй.

Правильно принятый масштабный строй для данного вида и размера предмета в данных конкретных условиях и характеризует масштабность изделия.

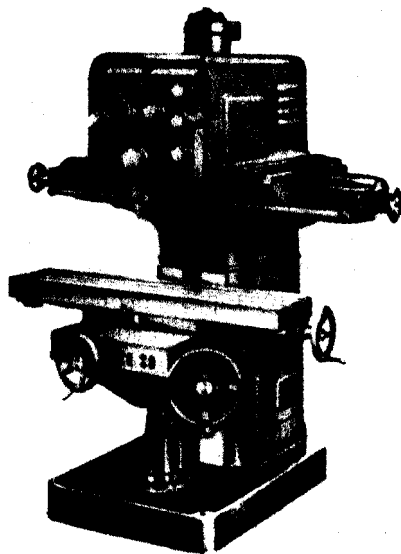


Рис. 65. Станок.

Симметрия и асимметрия

Симметрия является одним из важных средств достижения единства и художественной выразительности композиции в художественном проектировании. С симметрией человек встречался и встречается повседневно в природе (рис. 66), технике (рис. 67) и архитектуре (рис. 68).

С древних времен симметрия считалась одним из условий красоты, поскольку она обеспечивает равновесие композиции. Уже на заре цивилизации человек имел представление о симметрии: по ее законам он строил здания и сооружения, изготавливал предметы быта, учитывая не только практические, но и эстетические требования. Идея симметрии с давних времен являлась отправным пунктом в гипотезах и теориях ученых прошлых веков, которые верили в математическую гармонию мироздания. Так, Пифагор (V век до н. э.) считая сферу наиболее симметричной и совершенной формой, делал вывод о сферичности земли и о ее движении по сфере. Симметрия, которую человек раскрыл в творениях природы, стала для него свое-

образной нормой прекрасного. Человек стал сознательно использовать симметрию, как средство гармоничной организации формы.

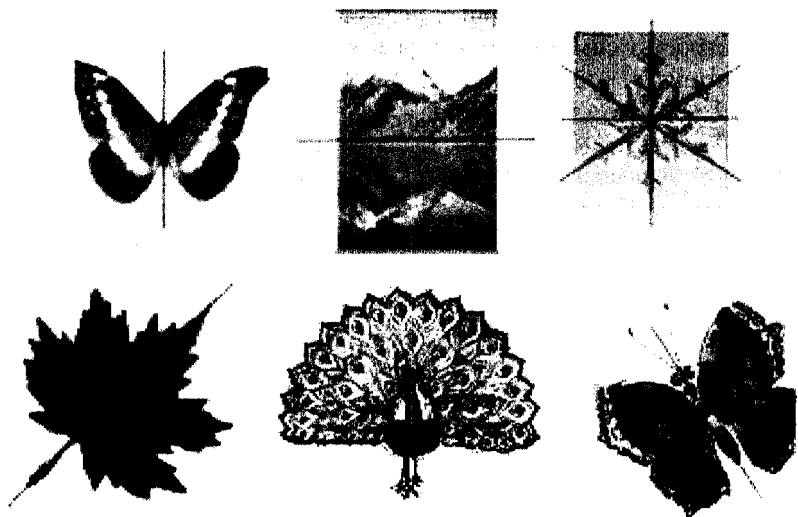


Рис. 66. Симметрии в природе.

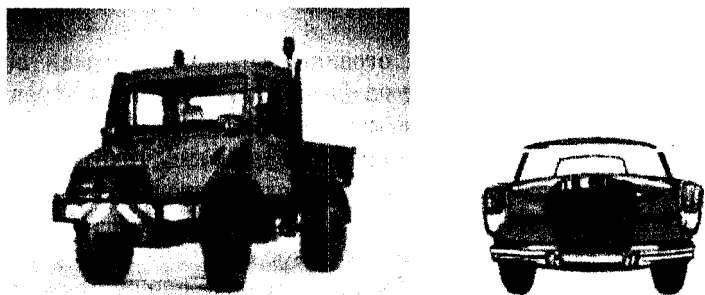


Рис. 67. Симметрия в технике.

Симметрия в архитектуре проявлялась и проявляется по-разному. В готических соборах симметрия активная и жесткая. Примером, в котором симметрия является главной идеей композиции может служить фасад готического храма кафедрального собора в Милане (рис. 68) Фасад имеет сильнейшую ось симметрии, можно сказать, что это диктат зеркальной симметрии. Всемирно известная четвертая по ве-

личине церковь в мире (Дuomo, так называют ее сами миланцы) содержит целый лес шпилей и скульптур, мраморных остроконечных башенок и колон, сплетенных вместе паутиной парящих опор. «Каменный лес» из 135 мраморных игл, устремленных в небо, подчеркивают строгую симметрию храма и передают настроение готической архитектуры. Общая длина храма составляет 158 метров, ширина – 92 м, высота шпиля 106.5 м. В соборе хранится один из трех гвоздей, которыми, как говорят, был прибит к кресту Христос. Этот готический беломраморный колосс, который строился целую вечность (около 4-х столетий), заслуживает эпитетов только в превосходной степени: грандиозный, ошеломляющий, великолепный.

Для древнерусской архитектуры канонизация симметрии не характерна. Многочисленные отступления от симметрии в русских храмах связывают форму храма с природой, что делает их более живыми и доступными.

Примером удивительного сочетания симметрии и асимметрии в архитектуре является Собор Василия Блаженного (рис. 69). Собор Василия Блаженного – это православный храм, расположенный на Красной площади. Храм построен по приказу Ивана Грозного в память о взятии Казани и победе над казанским ханством. Восемь церквей, увенчанных луковичными главами, сгруппированы вокруг девятой, самой высокой церковью. Все девять церквей объединены общим основанием, обходной галереей и внутренними сводчатыми переходами.

Понятие симметрии не ограничивается симметрией объектов, оно распространяется также на физические явления и управляющие ими физические законы. Однако в данном учебнике мы будем рассматривать симметрию как средство, с помощью которого организуется форма предметов: зданий, машин, станков, бытовых приборов и т.п.

Слово «симметрия» имеет греческое происхождение и буквально означает «соразмерность». Под симметрией в широком смысле этого слова понимают правильность строения тела или фигуры. Учение о различных видах симметрии является важной частью геометрии, тесно связанной со многими отраслями естествознания и техники, начиная с текстильного производства (ропись тканей) и кончая строением веществ.

Можно считать, что симметрия является одновременно и средством (с ее помощью организуется форма) и свойством (она характеризует состояние формы) и закономерностью композиции.

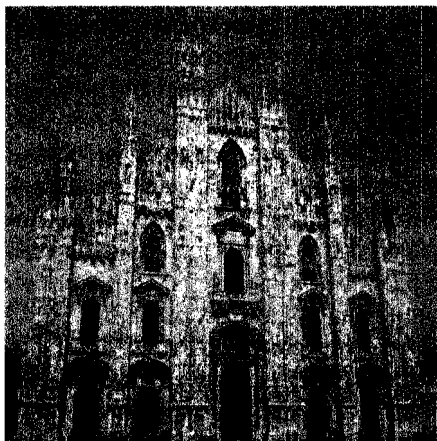


Рис. 68. Симметрия в архитектуре (готический храм Дуомо в Милане).



Рис. 69. Покровский собор в Москве (Собор Василия Блаженного).

Рассмотрим простейшие виды симметрии.

Симметричной называется всякая фигура, которая состоит из геометрически или физически равных частей, должным образом расположенных друг относительно друга. Под геометрическим равенством понимается совместимое (конгруэнтное) или зеркальное равенство.

Такая трактовка симметрии является обыденной, так как, говоря о симметрии здания, машины, подразумевают просто определенное повторение – отображение левого в правом, верхнего в нижнем и т.п. Один из известных математиков нашего времени немец Генрих Вейль дал следующее понятие симметрии: «Симметрия – в широком или узком смысле в зависимости от того, как вы определите значение этого понятия – является той идеей, посредством которой человек на протяжении веков пытался постичь и создать порядок, красоту, совершенство». Понятие симметрии у Вейля поднимается до философского обобщения, выражающего красоту и порядок.

Как средство композиции симметрия прошла длинный путь развития – от строжайшей канонизации (во многих восточных культурах) до такой свободной трактовки (например, в эпоху Возрождения), когда можно говорить уже о сложном композиционном равновесии при сохранении за симметрией роли организующего начала.

Симметрия – принцип организации композиции, где элементы расположены правильно относительно плоскости, оси или центра.

При повороте фигуры вокруг центра, оси или плоскости симметричные элементы полностью совмещаются друг с другом.

В науке и искусстве существуют три простейших вида симметрии – зеркальная, осевая, винтовая.

Зеркальная симметрия основывается на равенстве двух частей фигуры, расположенных одна относительно другой как предмет и его отражение в зеркале (зеркально равные фигуры) (рис. 70 а). Воображаемая плоскость, которая делит такую фигуру пополам, называется плоскостью симметрии. Зеркальная симметрия широко распространена в природе и окружающих нас предметах быта.

Осевая симметрия обусловлена равенством геометрических фигур в осевых сечениях (конгруэнтностью) и достигается вращением фигуры относительно оси вращения, т.е. линии, при повороте вокруг которой фигура может неоднократно совмещаться сама с собой (рис. 70, б). Такие фигуры называются совместимо равными. Осевая симметрия встречается реже, чем зеркальная.

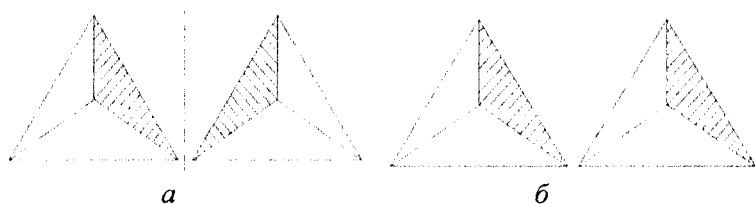


Рис. 70. Зеркальная (а) и осевая (б) симметрии.

Винтовая симметрия достигается в результате вращения линии или плоскости вокруг неподвижной оси с постоянной угловой скоростью и одновременно поступательного движения вдоль оси. Винтовая симметрия обычно применяется в элементах различного рода машин, станков, самолетов, пароходов. Примером винтовой симметрии может служить сверло (рис.71), шнек экструдера, многошаговый кулачок раскладки и т.д.

Кроме оси и плоскости симметрии существует еще такое понятие, как центр симметрии – это точка, делящая пополам все прямые линии, соединяющие подобные точки объекта. Обычно через центр симметрии проходит ось симметрии. А через ось симметрии – плоскость симметрии.

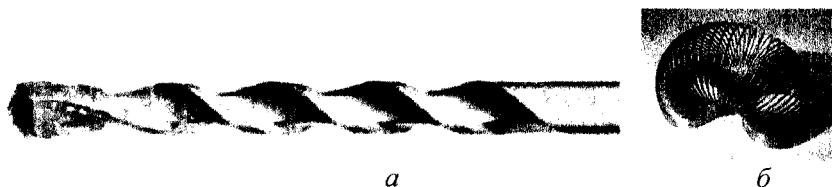


Рис.71. Винтовая симметрия: а – сверло; б – спираль.

Следует отметить, что, понятие симметрии в технике значительно шире математического понятия.

В технике широко применяется и асимметрия, т.е. сочетания и расположения элементов, при которых ось или плоскость симметрии отсутствуют. В такой комбинации особенно важна зрительная уравновешенность всех ее частей по массе, фактуре, цвету.

Симметрия характеризует более высокий уровень организованности по сравнению с асимметрией. Симметричные конструкции более эстетичны в восприятии, технологичны в производстве, обладают, как правило, более высокими прочностными свойствами. С другой стороны асимметричные композиции позволяют более полно и широко реализовать функциональное назначение конструкции, обеспечивая большую гибкость и многовариантность при ее оптимизации.

В художественном конструировании постоянно приходится сталкиваться с самыми различными проявлениями симметрии и асимметрии. Они позволяют устанавливать определенный порядок размещения элементов формы, связанный с функциональным назначением предмета и его красотой.

В основе учения о симметрии лежит такое понятие, как *относительное равенство* предметов. Два предмета называются равными в отношении того или иного признака, если оба предмета этим признаком обладают. В реальном или относительном равенстве требуется указание критерия или меры равенства. При установлении равенства оценивают не только количественные, но и качественные признаки двух предметов. Например, два кубика с одинаковыми размерами могут иметь разную окраску граней, т.е. они будут совместно равными только по геометрическим размерам.

Второе понятие, которое важно для учения о симметрии, – это понятие о *геометрической закономерности*. Вещь построена геометрически закономерно или правильно, если ее можно разделить без остатка на равные части относительно некоторого геометрического признака.

Типичной фигурой, обладающей геометрической закономерностью, является квадрат. Он построен геометрически закономерно, так как его можно разделить без остатка на геометрически равные прямоугольные треугольники (рис. 72). Разделив квадрат на четыре малых квадрата, можно обнаружить и другую закономерность.

Абсолютной симметрии в природе практически не существует. Что же касается техники, то форма станков, машин, приборов, различного оборудования, как правило, часто имеет отступления от симметрии. Эти отступления вызваны чаще всего условиями функционирования, а, следовательно, и особенностями конструкции.

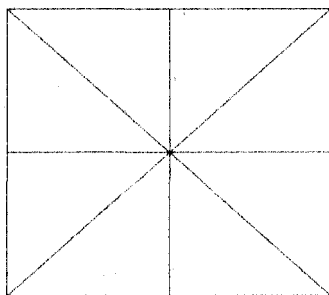


Рис. 72. Деление квадрата на восемь геометрически равных прямоугольных треугольников.

Проектировщику на практике приходится сталкиваться с проявлением асимметрии в симметричных формах.

Симметричная композиция волнует воображение людей необычайной стройностью и порядком. Симметричная форма воспринимается легко и сразу. В асимметричной же композиции принцип организации формы проявляется не так наглядно. Гармония асимметричной формы строится на сложнейших переплетениях многих закономерностей композиции, поскольку элементы композиции не связаны осью симметрии. Работа над изделием с асимметричной формой требует хорошо развитой интуиции и тонкого чувства композиционного равновесия. Особенно трудна работа над многоэлементными изделиями со сложной объемно-пространственной структурой. На рис. 73 представлен общий вид станка с явно асимметричным расположением элементов, однако композиция достаточно целостная, присутствует впечатление визуального равновесия.

Отступления от симметрии нередко опасаются, но само по себе оно вовсе не обязательно дезорганизует форму. Если появление асимметричного элемента есть результат компоновки, если этот элемент органически связан со всем объемом и если достигнуто композиционное равновесие, то симметричная в целом композиция может получить тонкое своеобразие и оригинальность.

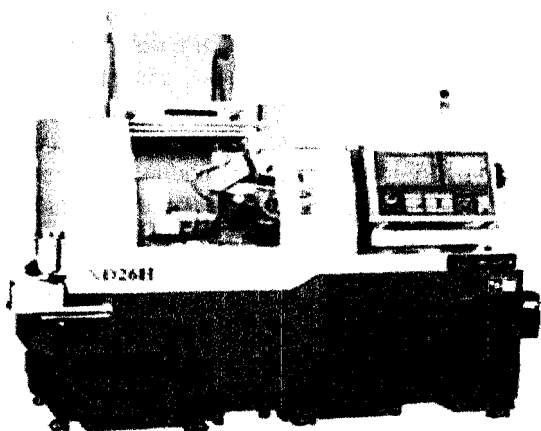


Рис. 73. Асимметричная конструкция станка.

Работая над изделием многоэлементной формы, часто с не очень ясным принципом организации – симметрии или асимметрии, необходимо, прежде всего, определить, на каком из них следует строить композицию и следовать выбранному принципу. А для этого любую, даже самую сложную объемно-пространственную структуру полезно в ходе компоновки представить обобщенно, в виде схемы. Это поможет прояснить принцип строения формы и целенаправленно развить его.

Рассмотрим пример организации формы конкретного промышленного изделия, приведенный в работе Сомова Ю.С. (Композиция в технике М., 1987.), в котором одновременно присутствуют элементы симметрии и асимметрии. Условная модель, представленная на рис. 76, типична для формы многих станков с несущей колонной, консолью на ней и развитым основанием. На рис. 74, а – в представлены модели с развитием исходной симметричной основы, а на рис. 74 г – л – формы с постепенным усилением асимметричного начала в пределах симметричной композиции. Как видим, асимметрия в симмет-

рии могут развиваться только до определенного предела. Появление незначительных асимметричных элементов в симметричной композиции на рис. 74, г – д еще не вызывает нарушения основы симметричной формы, если композиция в целом уравновешена. Что касается модели, приведенной на рис. 74,е, то можно сказать, что в ней симметричная форма уже нарушена, так как пульт управления представляет собой довольно активный вертикальный выступ, ничем не уравновешенный.

В модели, показанной на рис. 74, ж, пульт подвешивают к корпусу, что не исключает асимметрию. В моделях, изображенных на рис. 74, з – л, последовательно развивается принцип построения асимметричной формы: несущая стойка сдвигается вправо до совмещения её боковой вертикальной плоскости с вертикальной стенкой основания, появляются дополнительные элементы. Теперь принцип организации формы стал понятен – форма стала явно асимметричной

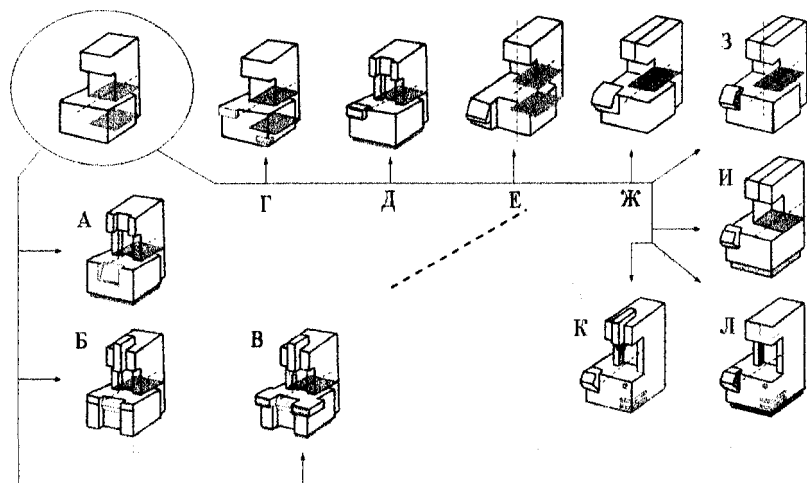


Рис. 74. Организация формы промышленного изделия.

Продолжив работу над композицией, можно усилить асимметрию или ослабить ее, как этого требует компоновка. Этот пример показывает большие возможности проектировщика в работе над формой изделия. Конечно, это только схемы, и проектировщик еще будет долго работать над ними, пока не остановится на окончатель-

ном варианте, но важно руководствоваться определенным принципом развития композиции – либо симметричным с допустимыми отступлениями от симметрии, либо асимметричным с уравнивающими элементами. Промышленное изделие может быть симметричным или асимметричным, но оно должно производить впечатление предмета, обладающего визуальным равновесием.

Различные виды симметрии по-разному воздействуют на эстетические чувства: зеркальная симметрия – это равновесие, покой; винтовая симметрия вызывает ощущение движения. Небольшое отклонение от симметрии, т.е. небольшая асимметричность, вносит элемент движения и создает впечатление живой формы.

С понятиями симметрии и асимметрии тесно связаны понятия *статичной и динамичной композиции*. Симметрия и асимметрия помогают достигать художественной выразительности статичных и динамичных композиций.

Динамичность формы – это зрительное впечатление движения, стремительности. Динамичной может быть как неподвижная композиция, так и быстродвижущаяся. Однако проявление этого свойства в неподвижных и движущихся предметах различны. Если, например, сделать динамичной форму ткацкого станка, то это не будет вызвано требованиями эксплуатации, назначением самого станка, той работой, которую он должен выполнять. Для неподвижных предметов динамичность не является качеством, которое определяет форму. Динамичность же формы быстродвижущихся предметов, например, средств транспорта, обусловлена функционально, она выражает сущность самого предмета, определяется условиями аэродинамики. Распространение динамичной формы на изделия не связанные с движением чаще всего противоречит функции вещи. Поэтому прежде чем приступить к проектированию изделия, необходимо четко определить, с какой формой придется иметь дело, что в ней должно преобладать – статичность или динамичность.

Статичная композиция подчеркивает состояние покоя, устойчивости формы. Статичны предметы, которые имеют явный центр и у которых ось симметрии является главной осью организующей форму. Все предметы быта (холодильники, стиральные машины, телеаппаратура, мебель и т.д.) имеют статичную форму. Статичность требует ровных линий, четких членений по вертикали и горизонтали.

В станкостроении сосуществуют движущиеся элементы (столы, каретки, суппорт и т.д.) с элементами статичными (станина). Любое промышленное оборудование не может быть в одинаковой мере ста-

тичным и динамичным. Одно из этой пары противоположных свойств должно быть основным. Если композиционный прием строится на сочетании этих свойств в форме предмета, то должно быть ясно, что в этой форме преобладает — статичность или динамичность. Например, при статичной несущей основе станка может быть выразительно подчеркнута динамичность какого-нибудь движущегося элемента. Так, в ткацком станке несущая основа статична, а такая ответственная деталь, как челнок, движущийся со значительной скоростью, имеет обтекаемую форму, подчеркивающую динамичность конструкции. И, наоборот — в динамичной композиции отдельные элементы могут играть роль автономного центра со своими осями симметрии, подчиненными, однако, общему движению динамичной формы.

Существуют определенные закономерности построения статичной композиции, которые позволяют усиливать или ослаблять свойство статичности в зависимости от того, какую задачу ставит перед собой проектировщик. Горизонтальные членения массивного объема увеличивают статичность. Если не загруженные боковые поверхности получают вертикальное членение, то форма приобретает легкость. В ряде случаев мощный станок с большой массой может выиграть, если в возможных пределах раскрыть его опоры, обострив тектонику статичной формы.

Чтобы получить общее представление о проявлении важных закономерностей развития статичной и динамичной формы, следует вначале обратиться к условным геометрическим моделям. В этом случае для выражения статичной формы на плоскости лучше всего брать такие геометрические фигуры, как квадрат, круг, прямоугольник, а в пространстве — шар, цилиндр, куб и т.д. Много фигур брать не нужно. Достаточно трех-пяти фигур соответствующих размеров, чтобы достичь впечатления статики. Для передачи динамической формы на плоскости следует брать прямоугольники, трапеции и треугольники с соответствующим соотношением размеров, а в объемно-пространственной модели — конусы, пирамиды, призмы и другие фигуры. В таких композициях динамических форм можно иногда использовать прямоугольные фигуры в качестве основания.

Любая фигура, имеющая центр симметрии или ось симметрии, всегда статична относительно их. Шар, куб статичны во всех направлениях, конус статичен относительно оси симметрии, а вдоль нее он динамичен, так как по оси симметрии происходит изменение формы.

Метрические и ритмические ряды повторности (метр и ритм)

В художественном конструировании используется специфическое средство композиции – закономерное повторение и чередование элементов, причем это повторение может быть как метрическим, так и ритмическим.

Метрический повтор в композиции, или метр, как его иногда называют, это повторении в композиции одинаковых форм при равных интервалах между ними. Для современных технических структур тема повтора особенно характерна, так как они, чаще всего, основаны на стандартизации и унификации.

Роль метрического повтора в композиции зависит от многих условий. Это и вид повторяющихся элементов (объемные или плоскостные) и число, и расположение повторяющихся элементов в метрическом ряду и др. Так, объемные элементы сложнее и вызывают ощущение многократного повтора раньше, чем плоскостные. При слишком близком расположении повторяющихся элементов в метрическом ряду он может оказаться перенасыщенным, и метрический повтор перестанет восприниматься. Сохранить в этом случае целостность ряда поможет нюансное решение элементов. Наоборот, при разреженном ряде его элементы могут теряться на большом фоне. И для того, чтобы сохранить метрический ряд, как организующее начало, элементы ряда нужно выполнить предельно контрастными. Повтор начинает восприниматься как ряд с того момента, когда мы перестаем мгновенно улавливать количество элементов. Три, пять элементов - это еще не ряд, так как это количество элементов можно еще бессознательно подсчитать. Когда число элементов превышает шесть или семь, то они воспринимаются уже как ряд.

Чтобы композиция была завершенной, используемые в ней метрические ряды должны быть, как бы закрыты. Иначе они будут смотреться как фрагменты целого. Для этого могут быть использованы самые различные приемы: размещение на концах ряда элементов более узких или более широких, чем внутри ряда. Крайние элементы могут быть выделены также цветом, фактурой, текстурой и другими

Роль метрического повтора имеет особенное значение при разработке промышленного оборудования, имеющего большое количество рабочих мест.

Метрические ряды могут быть различной сложности. Простой основан на повторе одного элемента.

Простейший метрический ряд выглядит так:

$$A + A + A + \dots + A$$

и выражает покой, равновесие, поэтому он относится, прежде всего, к статичной композиции.

Более сложный метрический ряд основан на сочетании нескольких разных метрических рядов. При сочетании нескольких метрических рядов необходимо правильно выбрать связь этих рядов, соподчинение. Необходимо так скоординировать эти ряды, чтобы композиция не потеряла стройности и ясности.

Классическим примером соединения нескольких метрических рядов является памятник итальянской готической архитектуры 14 – 15 веков – дворец Дожей в Венеции (рис. 75).

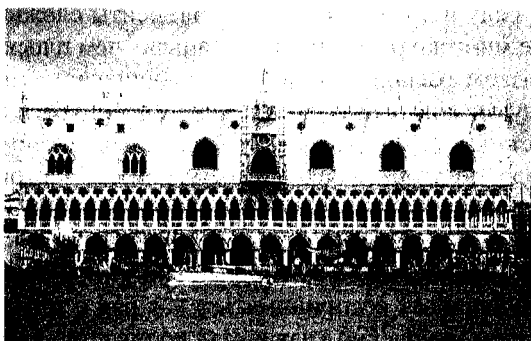
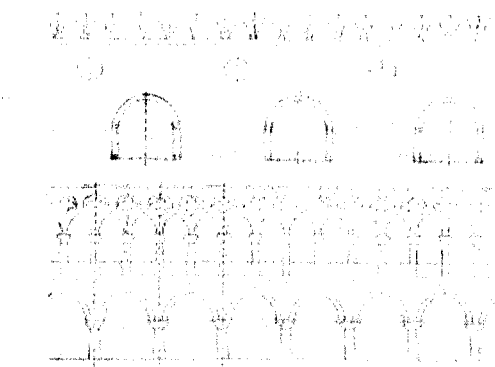


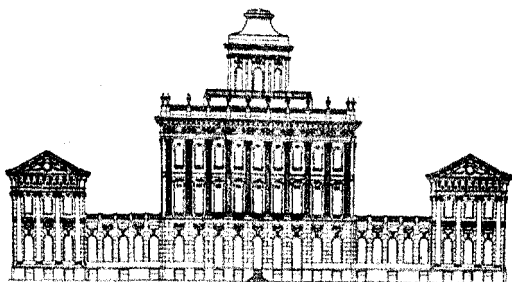
Рис. 75. Дворец Дожей в Венеции.

В основу композиции дворца положено соотношение и соподчинение различных метрических рядов по вертикали. По мере возрастания интервалов число элементов в каждом из поясов уменьшается, и завершающий метрический ряд больших окон верхнего пояса имеет небольшое ясно читаемое число элементов. В этом примере сопоставление различных метрических рядов создает различную степень плотности частей фасада (массивности или пространственности), чем достигается их соподчинение и единство композиции в целом

Сочетание нескольких метрических рядов можно увидеть и в главном фасаде знаменитого дома Пашкова (архитектор Баженов), расположенного в центре Москвы (рис. 76, а, б)



а



б

Рис. 76. Дом Пашкова в Москве: а — общий вид; б — главный фасад.

В промышленности все чаще появляется оборудование, основанное на едином модуле. Метрическая повторяемость при этом играет активную организующую роль, становясь иногда главным стержнем композиции.

Простейшее проявление метра с характерным повторением в композиции одинаковых форм при равных интервалах можно наблюдать в расположении колонн античных храмов, однотипного оборудования в цехе, кнопок на приборах и т.д. На рис. 77 можно видеть продольный вид машины с одинаковыми рабочими местами (модулями), установленными с постоянными интервалами

Следует также отметить, что простейший метрический ряд, рассматриваемый в перспективе, воспринимается как динамический, так как все элементы ряда (размер, интервал) постепенно уменьшаются. Это хорошо видно на рис. 78, на примере машины, состоящей из нескольких одинаковых рабочих мест (модулей). Метрический ряд рабочих мест выглядит в этом случае как динамический.

Выразительные возможности метрических рядов имеют свои пределы. Если в музыке бесконечно повторять одну и ту же ноту или строить архитектурную композицию на повторении только одного элемента, неизбежна утомительная монотонность.

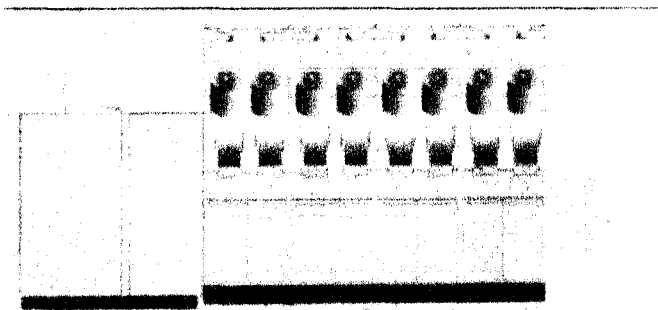


Рис.77. Метрический повтор в композиции.

Ритмические ряды являются более сложными рядами повторности, они являются одним из сильнейших средств эмоционального воздействия. Ритмическое строение свойственно всему живому, рас-

тущему, движущемуся. Убывающий ритм наблюдается в строении ствола дерева, его ветки, листа (рис.79).

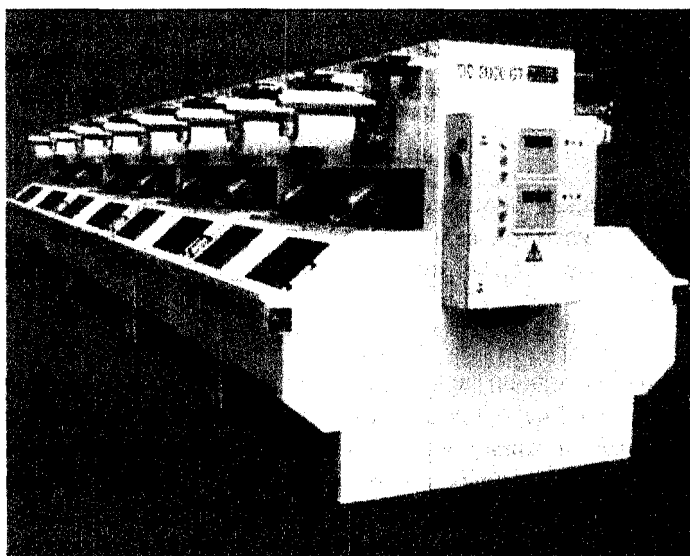


Рис. 78. Метрический ряд в перспективе.

Ритм — это чередование элементов здания, оборудования, характеризующее нарастание или убывание их числа, формы, размеров. Это повторяемость элементов, формы и интервалов между ними при наличии ярко выраженной закономерности в повторении элементов и интервалов.

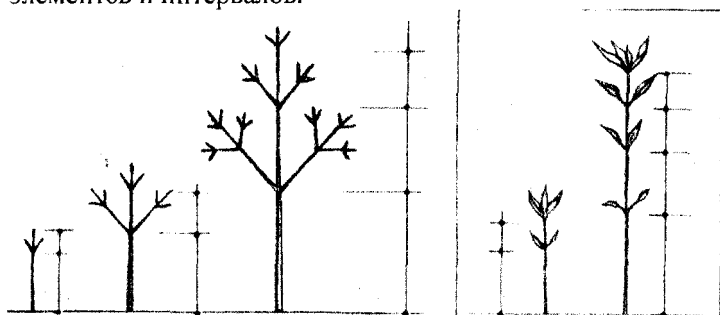


Рис. 79. Изменение членений в растущем организме.

Элементы могут повторяться через равные или разные интервалы, соответствующие геометрической или какой-либо другой прогрессии.

Закономерность ритмического ряда, построенная на арифметической прогрессии, заключается в том, что постоянно сохраняется разность между любыми двумя соседними элементами, например:

$$A + (A+B) + (A+B+B) + \dots$$

Геометрическая прогрессия является закономерностью ритмических рядов, в которых величина каждого последующего члена (интервала) равна величине предыдущего, помноженного на постоянное число:

$$A + \kappa A + \kappa^2 A + \kappa^3 A + \dots$$

Один из исследователей ритма в технике, П.А. Кудин, так определяет его значение: «Для решения многих задач в художественном конструировании важно знать, во-первых, как воспринимается тот или иной ритм; во-вторых, каким образом он влияет на направление перемещения взора и влияет ли; в-третьих, какие элементы ритма привлекают внимание в большей степени, а какие в меньшей. Понимание особенностей восприятия ритма поможет выявить скрытые резервы ритмического ряда и в какой-то мере предотвратить неправильное использование ритма в художественном конструировании».

Ритм как свойство композиции связан с особенностями психологии зрительного восприятия. Из всех признаков формы наиболее значимыми для ритмизации являются размер, затем интервал и светлота. Ритмические ряды воспринимаются в направлении от больших элементов к меньшим, от темных к светлым, а от малых интервалов к большим.

Ритм выражает динамику, внутреннюю напряженность, движение элементов. Динамичный ряд постоянно встречается в природе – это траектория движения насекомых, у которых глаза расположены с боков, к свету; расположение семечек у подсолнуха, у сосновых и еловых шишек (см. рис. 18), у ананасов, кактусов и т.д. Совместная работа ботаников и математиков пролила свет на эти удивительные явления природы.

Ярким примером динамичного, текущего ритма служит кривая, построенная по закону геометрической прогрессии. Уравнение этой кривой было получено Архимедом при изучении формы спирально завитой раковины. Спираль, вычерченная по этому уравнению, называется его именем и в настоящее время широко применяется в

технике. Гармонизированный вариант такой спирали еще Гете, изучая строение растений, назвал «кривой жизни». В основе построения «кривой жизни» (рис. 80) лежит ряд, полученный с использованием «золотого сечения» - (0,09; 0,146; 0,236; 0,382; 0,618; 1,000; 1,618 и т.д.).

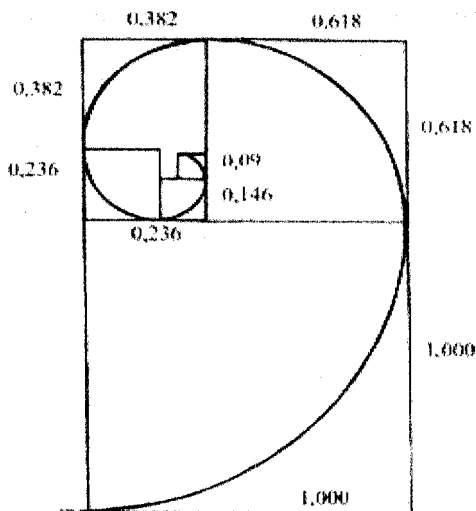


Рис.80. «Кривая жизни».

Для образования простейшего метрического или ритмического ряда необходимо не менее трех-четырех элементов, создающих непрерывное ритмическое движение. Увеличение числа элементов усиливает наглядность ритма, однако при их значительном количестве может возникнуть скучное однообразие.

Нарушение ритма выглядит как явление негативное, как нарушение закономерности. Динамика ритма создается закономерным чередованием одинаковых или сопоставимых элементов формы, причем разная степень учащения этих элементов дает разную степень динамики. В процессе проектирования эти задачи могут встретиться в общем круге задач композиционного решения.

Глава 5.

ЦВЕТ

Цвет играет огромную роль в нашей жизни, он окружает и сопровождает нас повсюду. Для восприятия цвета не требуется знание языка. Понятие цвета и его восприятие чрезвычайно сложны. Цветоведение охватывает вопросы, связанные с физикой, физиологией, психологией, светотехникой, медициной, техникой и искусством. Со светом немного проще. Еще из школьного курса физики мы знаем, что свет – это электромагнитные колебания, т.е. периодические изменения электрического и магнитного полей в пространстве. Волновые свойства света легко поддаются описанию традиционными физическими методами. Энергия, распространяющаяся в виде электромагнитных колебаний, получила название лучистой энергии. Как и любое другое электромагнитное излучение, свет представляет собой энергетический поток, распространяющийся от породившего его источника в окружающее пространство. Как правило, источниками света являются раскаленные до высоких температур тела. Тепловые колебания атомов этих тел и вызывают излучение. Различие резонансных частот атомов химических элементов, составляющих эти тела, порождают сложный поток излучений, состоящий из множества элементарных составляющих. Каждое элементарное волновое колебание представляет собой синусоиду, т.е. гармоническое колебание, основными характеристиками которой являются частота и амплитуда.

Как же цвет связан со светом? Мы знаем, что цвет вне света не существует. В полной темноте представление об окраске предмета исчезает. Свет – это носитель зрительной информации. Он является единственным видом электромагнитных излучений, доступных непосредственному восприятию человека.

На протяжении многих веков ученые и философы стремились познать природу и специфические особенности цвета.

Основы современных научных представлений о цвете заложены еще великим английским ученым Исааком Ньютоном (1643-1729). В 1672 г он опубликовал работу «Новая теория света и цветов», посвященную явлению прохождения белого солнечного света сквозь систему призм. Проанализировав появление за освещенной солнцем стеклянной призмы яркого радужного блика, Ньютон пришел к выводу, что белый свет является суммой всех цветов радуги. Для обозначения полученных в результате разложения белого света после-

довательных цветов Ньютон использовал слово —спектр». Более того, он выяснил, что цвет не является независимым свойством предмета подобно форме и размерам, как считали раньше. Цвет — это лишь характеристика световых лучей, отраженных от поверхности предмета при определенном освещении.

Ньютон впервые провел деление науки о цвете на две части: объективную (физическую) и субъективную (связанную с чувственным восприятием). Он отметил, что цвет является не особым свойством света, а следствием ощущений, воспринимаемых человеческим глазом. По его собственным словам: «И, каждый раз, когда я говорю, что свет и лучи, цветные или обладают цветом, я понимаю, что с теоретической точки зрения это неверно и вульгарно. Следовательно, эти эксперименты должны внести ясность в понимание всеми того факта, что лучи не являются цветными. В них нет ничего, кроме определенной энергии и способности вызывать ощущение того или иного цвета».

Открытие взаимосвязи между светом и цветом позволило не только подвести научную базу под зарождающуюся теорию изобразительного искусства, но и создало предпосылки для последующего появления полиграфии, кино и телевидения.

Попытка Ньютона определить точное количество цветов солнечного спектра не увенчались особым успехом. Цвета так плавно и незаметно переходили из одного в другой, что определить их границы и дать им названия можно было лишь условно. Как и подобает настоящему ученому, Ньютон попытался систематизировать полученные результаты, проведя параллель между цветом и музыкой. По аналогии с семью основными нотами, он счел целесообразным выделить и семь основных цветов, используя их общепринятые названия. Несколько позже, при разработке модели цветового круга, Ньютон добавил в промежуток между красным и фиолетовым цветами отсутствующий в радуге переходный цвет (пурпурный), естественным образом замыкающий непрерывную последовательность.

Ньютону принадлежат также первые опыты по смешению цветов.

Наиболее близко к современному представлению о цвете подошел великий русский ученый Михаил Васильевич Ломоносов (1711-1765). Учение о свете и цвете было изложено им в докладе «Слово о происхождении света, новую теорию о цветах представляющее, в публичном собрании Императорской академии наук июля 1 дня 1756 года говоренное Михайлом Ломоносовым» (Ломоносов М.В. Избранные философские произведения, - М., 1950, С.282). В этом докладе было впервые высказано предположение о трехкомпонентно-

сти цветового зрения. Суть гипотезы Ломоносова сводилась к тому, что в органе зрения имеется всего три цветовоспринимающих аппарата, дающих возбуждение трех родов – красное, синее и желтое. От смешения этих основных возбуждений получаются ощущения всех цветов. Сам Ломоносов аргументировал свое предположение весьма умозрительно, но важно было то, что родилась такая мысль и она дала верное направление мыслям других ученых, которые подтвердили и доказали ее более прочными аргументами уже в XIX веке.

Большой вклад в развитие науки о цвете внесли также английский ученый Томас Юнг (1773-1829), немецкий ученый Герман Гельмгольц (1821-1894) и др.

В начале XIX века английский астрономом У. Гершель (1738-1822) обнаружил эффект нагревания тела излучением, лежащим за пределами красной границы видимого спектра. В настоящее время это излучение называется *инфракрасным*.

Хлорид серебра разлагается под действием света. Немецкий физик Д.В. Риттер (1776-1810) нашел, что при освещении хлорида серебра излучением, лежащим за пределами фиолетовой границы видимого спектра, потемнение серебра наступало быстрее, чем при освещении синим или фиолетовым светом. Так было открыто *ультрафиолетовое излучение*.

В 1860 году шотландский физик и математик Д.К. Максвелл (1831-1879) разработал теорию, предсказывающую существование целого семейства электромагнитных волновых излучений, распространяющихся в пространстве с одинаковой скоростью, но различающиеся по длине волны и частоте. Экспериментально подтвердил существование этих волн немецкий физик Генрих Герц (1857-1894) при проведении опытов по получению переменного тока. Эти волны с очень большой длиной волны известны в настоящее время как *радиоволны*.

Открытие в дальнейшем других форм излучений, привело к пониманию того, что видимый спектр является лишь малой частью всего электромагнитного спектра, известного в настоящее время.

Электромагнитная теория света установила, что различные виды лучистой энергии: ультрафиолетовые и инфракрасные излучения, излучения солнца, звезд и искусственных источников света, радиоволны, рентгеновские лучи имеют одинаковую природу и отличаются друг от друга лишь длиной волны. Лучистая энергия солнца, звезд, искусственных источников света воздействует на светочувствительные элементы глаза и вызывает световые и цветовые ощущения. Лучистая энергия других видов не вызывает у нас зритель-

ных ощущений, но оказывает на организм человека определенное действие.

Из школьной физики известно, что одна часть светового потока, достигнув поверхности тела, отражается, другая поглощается и переходит в другие виды энергии, чаще всего в тепловую. Остаток светового потока тело пропускает сквозь себя. Эти явления характеризуются коэффициентами отражения, поглощения и пропускания.

Цвет – это свойство тел вызывать определенные зрительные ощущения в сетчатке глаза в соответствии со спектральным составом и интенсивностью отражаемого или испускаемого (солнцем, искусственным источником света) видимого излучения. Качество цвета зависит от спектрального состава испускаемого или отраженного от предмета света. А излучения, отражающиеся от поверхностей, в свою очередь зависят от окраски предмета, на который направлен взгляд, и от спектрального состава света, падающего на наблюдаемую поверхность.

Каждой длине волны видимого излучения соответствует свой цвет. Длина волн измеряется в нанометрах (нм). Как было отмечено ранее, видимые излучения занимают ничтожную часть в спектре электромагнитных излучений. Они следуют друг за другом в такой последовательности: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый. Наименьшую длину волны имеют фиолетовые лучи (380-470 нм), а наибольшую – красные.(590-770 нм). Цвет – это лишь характеристика световых лучей, испускаемых или отраженных от поверхности предмета при определенном освещении

Теория цвета как физического явления тесно связана с физиологией человека. Существует такое понятие как *цветовое зрение* – это способность глаза различать цвет видимых объектов. За цветовое зрение отвечают колбочки сетчатки глаза. Разная степень раздражения колбочек, чувствительных к красному, зеленому и синему, вызывает ощущение соответствующего цвета. На периферии сетчатки глаза находятся рецепторы, называемые палочками. Палочки приспособлены видеть в темноте. Они реагируют на оттенки серого цвета. Поэтому при слабом свете мы видим предметы обесцвеченными.

Световые ощущения вызывают излучения, имеющие длины волн в пределах 380... 770 нм. Современные исследования показали, что в определенных, специально созданных условиях человеческий глаз способен различать световые лучи в пределах от 320 до 950 нм. Это говорит о широких адаптационных возможностях глаза, которые, хотя и не используются в повседневной работе, но находятся в запасе и могут быть реализованы в случае необходимости.

Глаз по-разному чувствителен к световым волнам разной длины. Наиболее чувствителен глаз к желто-зеленым лучам. Максимум видимости соответствует зеленым лучам с длиной волны 555 нм. При сумеречном зрении максимум видимости сдвигается в сторону коротких волн и соответствует длине волны в 510 нм. Известно различие в восприятии цветов и оттенков при дневном освещении и в сумерках. Вечером синие цвета становятся ярче, а красные, наоборот, темнее. На это впервые в 1823 году обратил внимание чешский ученый Я.Э. Пуркине (1787-1869), поэтому данный эффект назван его именем.

Разные люди воспринимают один и тот же цвет по-разному. Восприятие цветов изменяется с возрастом, зависит от остроты зрения, от настроения и других факторов. Однако, такие различия относятся в основном к тонким оттенкам цвета, поэтому в целом можно считать, что большинство людей воспринимают основные цвета одинаково.

В приложении к цвету частота элементарных колебаний ассоциируется с цветом, а амплитуда – с яркостью. Свет, несущий излучение только одной определенной частоты, называется монохромным, т.е. одноцветным. Смесь элементарных колебаний называется полихромным светом и представляет собой спектр монохромных излучений, а ее цвет определяется суммой цветов всех составляющих. Обыкновенный солнечный свет, кажущийся белым, является характерным примером полихромного цвета и содержит весь спектр видимых излучений. Идеально белого цвета в действительности не существует. Естественный источник белого цвета – солнце, тело, нагретое до 6000^0 . Но солнечный свет очень изменчив. Он проходит через разные по толщине (в зависимости от времени суток) слои атмосферы, содержащей разное количество водяных паров, пыли и углекислого газа. Влияют также широта места и состояние неба, поэтому солнечный цвет меняется и качественно и количественно.

Вопрос – сколько же всего цветов существует в природе – оказался не таким уж простым. Если рассматривать его с физико-математических позиций, то можно считать, что их количество бесконечно. Теоретически, любой диапазон может быть поделен на любое число сколь угодно малых частей. И, соответственно, цвет каждой из них будет хоть чуточку отличаться от соседней. В компьютерной графике, например, «полноценной» считается палитра, содержащая более 16 млн. цветов. В традиционной живописи издавна используется относительно небольшое количество красок, поэтому даже самые взыскательные художники научились обходиться не-

сколькими десятками цветов. Смешивая краски на палитре, они и до сих пор создают из ограниченного количества пигментов бесконечное разнообразие цветовых сочетаний. Этот творческий процесс трудно поддается описанию, а еще труднее – воспроизведению. Если порой и сам художник впоследствии не может восстановить состав им же созданного цвета, то скольких трудов требует воссоздание секретов красок старых мастеров!

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦВЕТА

Все цвета делятся на две группы: *ахроматические* и *хроматические*.

К ахроматическим относятся белые, черные и все серые цвета, начиная с самого светлого и кончая самым темным (самым светлым веществом считается оксид магния, он отражает 96% лучей, самым темным – черный бархат, отражающий всего лишь 0,2% лучей).

К хроматическим цветам относятся все спектральные цвета от красного до фиолетового со всеми переходами и оттенками между ними. Хроматических цветов бесчисленное множество. Глаз простого человека способен различать около 4000 оттенков. Глаз простого художника-ремесленника в десять раз больше. О гениальных художниках говорят, что они различают в десять раз больше оттенков по сравнению со средним художником.

У каждого цвета есть свои объективные качества, которые нужно знать, чтобы анализировать свои ощущения и пользоваться цветом как средством создания гармоничной предметной среды.

Каждый хроматический цвет обладает тремя свойствами: цветовым тоном (чистотой цвета), светлотой (яркостью) и насыщенностью.

Цветовой тон – это доминирующая длина волны в отраженном свете, это основное отличительное свойство хроматического цвета, благодаря которому один цвет называем красным, другой – желтым и т.д. Количественной характеристикой цветового тона можно считать длину волны λ , которая измеряется в нанометрах.

Светлота или яркость – это то свойство цвета, которое мы имеем в виду, когда говорим, что одни цвета светлее, ярче, а другие темнее, тусклее. Светлота является единственным свойством ахроматических цветов. Яркость отражает представление об интенсивности, как о факторе, не зависящем от цветового тона и насыщенности. Уменьшение яркости цвета означает его затемнение. При минимальной яркости (0) любой цвет становится черным. Количественно яр-

кость оценивается с помощью коэффициента яркости, который проще всего измерить с помощью ахроматической шкалы (рис.81). Шкала построена по принципу равномерного убывания яркости эталонов от белого до черного в диапазоне коэффициентов яркости 0,87... 0,04.

Насыщенность — это чистота цвета, степень его близости к спектральному (самому насыщенному) цвету. Она уменьшается, если краску разбавить белилами или водой. Насыщенность P определяют в процентах: 100% соответствует насыщенность спектрального цвета, 0% - насыщенность белого или другого ахроматического цвета. Например: пусть зеленый цвет имеет цветовой тон, равный 530 нм, а насыщенность $P=70\%$. Это значит, что данный цвет состоит из 70% спектрального цвета с длиной волны 530нм и 30% белого цвета. Насыщенность позволяет отличить розовый от красного, небесно-голубой от ярко-синего и т.п. При минимальной насыщенности (0%) любой цвет становится белым.

Примером цветов одинакового цветового тона, но разной насыщенности может служить неравномерно выгоревшая на солнце окрашенная бумага или материя.

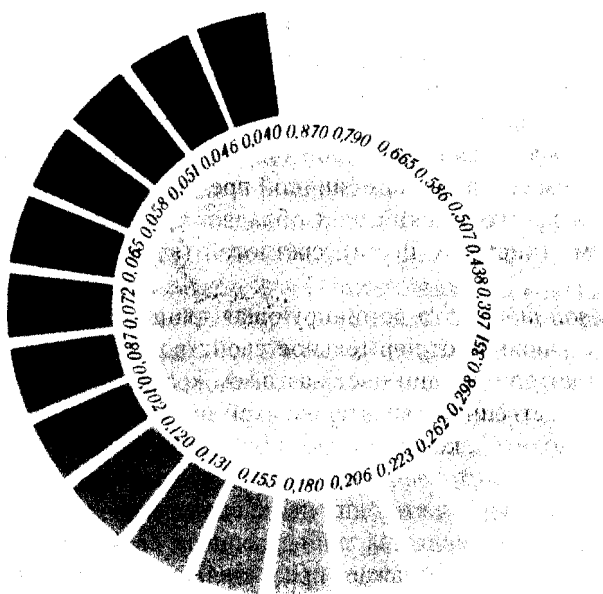


Рис. 81. Ахроматическая шкала.

Максимальной яркостью и насыщенностью обладают спектральные цвета.

Цветовой тон, светлота и насыщенность исчерпывающим образом определяют каждый цвет. Основываясь на этих свойствах, строят цветовые модели (цветовые полосы, цветовые тела, цветовые круги, графики цветности).

МЕТОДЫ ОБРАЗОВАНИЯ ЦВЕТА

Цвета образуются в природе различным образом. С одной стороны, источники света (солнце, луна, звезды, лампочки, экраны компьютеров и телевизоров) излучают свет различных длин волн, воспринимаемый глазом как цветной свет. Попадая на поверхность несветящихся предметов, свет частично поглощается, а частично отражается. Отраженное излучение воспринимается глазом как цвет предмета.

Существует два метода образования цвета – *аддитивный* и *субтрактивный*.

Название первого из них происходит от addition – сложение, суммирование, а второго – от subtraction – вычитание.

Аддитивным методом называется метод, при котором образование различных цветов происходит в результате оптического смешения двух или нескольких световых потоков. Оптическое смешение цветов происходит при быстром поочередном проецировании с помощью проекционных аппаратов двух или нескольких световых лучей на одну и ту же площадь экрана или при вращении диска с разноцветными секторами с частотой вращения около 1800 мин^{-1} . Различные цвета при этом сливаются в один цвет, и он воспринимается как однородный. Такое образование цветов называется временным оптическим смешением. Следует отметить, что при недостаточной частоте вращения диска или недостаточной частоте чередования излучений на экране временное смешение цветов наблюдаться не будет, а будет происходить лишь мелькание цветов.

Аддитивный метод образования цвета наблюдается также при рассматривании с определенной дистанции поверхности, покрытой мелкими цветными точками, штрихами или полосками. Если расстояние между этими деталями больше разрешающей способности глаза, то вместо отдельных цветных элементов будет видна однотонная поверхность, цвет которой образован смешением исходных цве-

тов. Такой вид смешения называется пространственным оптическим смешением.

Результирующий цвет, образуемый при оптическом смешении цветов, в первом приближении можно определять с помощью цветового круга (рис.82). Для определения результирующего цвета при смешении двух спектральных цветов необходимо соединить прямой точки, соответствующие этим цветам, и разделить эту прямую на две части, пропорциональные количествам смешиваемых цветов. Точка, полученная на прямой, будет характеризовать результирующий цвет. Для определения этого цвета из центра круга через данную точку следует провести прямую до пересечения с окружностью. По положению точки внутри круга можно охарактеризовать цвет.

Допустим, что смешиваются в равных количествах красный и зеленый цвета, обозначенные на рис. 82,а точками 1 и 2..

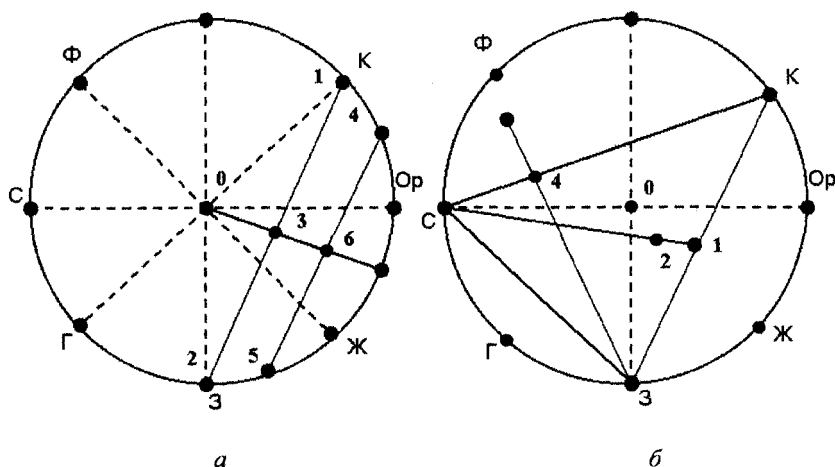


Рис.82. Цветовые круги.

При равных яркостях этих цветов точка, характеризующая результирующий цвет (точка 3), будет лежать на середине прямой 1 – 2. Проведем из центра круга прямую через точку 3 и найдем, что результирующий цвет окажется желто-оранжевым. Желто-оранжевый цвет может быть получен и из другой пары цветов, а именно из оранжево-красного (точка 4) и желто-зеленого (точка 5), взятых в равных соотношениях. Результирующий цвет в этом случае будет характеризоваться точкой 6. Несмотря на то, что в обоих случаях

получается один и тот же по цветовому тону цвет, эти цвета будут отличаться по чистоте (насыщенности). Установлено, что чем дальше точка результирующего цвета отстоит от центра круга, тем большую чистоту (насыщенность) имеет цвет. Сравнивая между собой местонахождение точек 3 и 6, видим, что точка 3 ближе расположена к центру круга (точке белого цвета), из чего следует, что цвет, получающийся при смешении красного и зеленого, имеет меньшую чистоту, чем цвет смеси оранжево-красного и желто-зеленого.

Взяв красный и зеленый цвета в различных соотношениях, можно получить из них все цвета, расположенные по окружности между красным и зеленым, т.е. красно-оранжевые, оранжевые, желтые и желто-зеленые. Если смешивать зеленый цвет с синим, будут получаться голубые цвета, а при смешении синего с красным образуются фиолетовые и пурпурные цвета. Смешивая дополнительные цвета (цвета, лежащие на концах одного диаметра) можно получить ахроматические цвета. Так, при смешении красного и голубого при соотношении их яркостей 1:1 точка результирующего цвета оказывается в центре круга, т.е. получается ахроматический цвет. Ахроматические цвета можно получить и при смешении в определенных пропорциях многих пар других цветов (оранжевого и синего, желтого и фиолетового и т.д.). Если необходимое соотношение яркостей не соблюдается, то при смешении дополнительных цветов получается хроматический цвет, представляющий собой смесь ахроматического и того хроматического, который взят в избытке.

Представленный цветовой круг является простейшей графической формой, иллюстрирующей закономерности оптического смешения цветов, поэтому указанные пары дополнительных цветов следует принимать как приближенные. Это относится и к соотношениям яркостей цветов, при которых образуются ахроматические цвета.

Рассмотренный материал дает возможность понять три существующих закона оптического смешения цветов:

- для каждого хроматического цвета можно найти другой хроматический, который при смешении в определенных пропорциях с первым дает ахроматический цвет. Два таких цвета называются *дополнительными* и лежат на концах одного диаметра;
- смешение двух недополнительных хроматических цветов разных цветовых тонов всегда дает новый цветовой тон. Это цветовой тон будет лежать в цветовом круге между цветовыми тонами смешиваемых цветов. Из второго закона вытекает одно очень важное следствие: каждый цвет может быть выражен через три

линейно независимых цвета. *Линейно независимыми цветами* называются такие три цвета, каждый из которых не может быть получен смешением двух других. К числу таких цветов относятся, например, красный, зеленый и синий или желтый, голубой и пурпурный. Существует бесконечное множество и других триад линейно независимых цветов;

- результат смешения зависит от смешиваемых цветов, а не от спектрального состава световых потоков, вызывающих эти цвета. Из этого закона следует, что если каждый из двух визуально одинаковых цветов смешивается с третьим, то независимо от того, каков спектральный состав этих двух цветов, результирующий цвет в обоих случаях будет одинаковым. Всегда можно заменить спектральный оранжевый цвет смесью красного с желтым, и цвет смеси от этого не изменится.

Эти законы были сформулированы в 1853 г. немецким математиком, физиком и филологом Германом Грасманом (1809-1877) и вошли в историю как «законы Грасмана».

Законы оптического смешения цветов являются основой колориметрии. Смешивая на калориметре три линейно независимых цвета (красный, зеленый и сине-фиолетовый) получают всевозможные цветовые тона с точными параметрами: цветовым тоном, насыщенностью, яркостью.

Оптическое смешение цветов можно выразить с помощью уравнения

$$F = kK + zZ + cC,$$

где F – произвольный цвет; K, Z, C – излучения красного, зеленого и синего цветов; k, z, c – множители, показывающие количества смешиваемых излучений K, Z, C , обеспечивающие получение цвета, тождественного по визуальному восприятию цвету F .

Следует отметить, что знак равенства в уравнении означает только тождественность впечатлений, вызываемых цветом F и смесью излучений K, Z, C , но не говорит о равенстве их спектральных составов или равенстве лучистых потоков. Чтобы лучше уяснить смысл цветового уравнения, рассмотрим оптическое смешение трех цветов красного, зеленого и синего. Определим результирующий цвет, получаемый при смешении этих цветов в соотношении $K:Z:C = 3:3:1$. От смешения красного и зеленого цвета в равных количествах будет получаться цвет, лежащий на середине прямой KZ (рис. 82,б, точка 1). Если к полученному цвету добавить синий, то для нахождения

точки результирующего цвета надо соединить точку С с точкой 1 и полученную прямую разделить на семь частей. Как видно из рисунка 81,б, точка результирующего цвета (точка 2) лежит внутри треугольника КЗС. При смешении цветов К, З, С в других соотношениях результирующий цвет тоже будет представлен точкой, находящейся внутри треугольника. Следовательно, от смешения цветов К,З,С в любых соотношениях будут получаться цвета, местонахождение которых на цветовом круге определяется треугольником КЗС.

Встает вопрос, при каких же условиях может быть получен, например, цвет, соответствующий точке, лежащей за пределами треугольника КЗС (точка F)? При смешении цветов красного и синего можно получить такой же по цветовому тону цвет, но чистота (насыщенность) его будет ниже, чем у цвета F. Если же к цвету F добавить некоторое количество зеленого цвета, то можно получить цвет, которому соответствует точка 4. Этот новый цвет будет иметь меньшую чистоту; такой цвет может быть получен в результате смешения определенных количеств цветов К и С. Для данного случая можно записать цветовое уравнение

$$F + zЗ = kК + cС \quad \text{или} \quad F = kК - zЗ + cС,$$

где k и c – количества цветов К и С, в результате оптического смешения которых получается такой же цвет, как и тот, что образуется при добавлении к цвету F зеленого цвета в количестве равном z .

Таким образом, хотя цвет F невозможно получить в результате смешения цветов К,З,С, он, однако, может быть выражен определенными количествами этих цветов, причем количества цветов К и С будут положительными, а цветов З – отрицательной величиной.

Аналогично цвету F все остальные цвета, лежащие вне треугольника КЗС, могут быть выражены определенными количествами линейно независимых цветов К,З,С, причем цвета, лежащие вне треугольника, за его стороной КЗ, будут иметь отрицательные значения коэффициента z ; цвета, расположенные за стороной КС, – отрицательные значения c ; цвета, находящиеся за стороной ЗС, – отрицательные значения k .

При *субтрактивном методе* образование цвета происходит благодаря избирательному поглощению части излучений из потока падающего на тело света.

Примером цвета, образованного по субтрактивному методу, является цвет, получающийся при прохождении светового потока через несколько различно окрашенных сред (например, цветных пле-

нок) или при его прохождении через раствор, содержащий несколько красителей. Каждое красящее вещество обладает определенными светопоглощающими свойствами и поэтому при прохождении через них светового потока из него частично или полностью поглощается часть излучений.

Субтрактивный метод синтеза лежит в основе современных способов цветной фотографии и кинематографии, трехцветной печати. В результате использования трех красящих веществ желтого, голубого и пурпурного цвета субтрактивным методом можно получить большое количество разных цветов. Например, желтый краситель целиком поглощает лучи синей зоны спектра и полностью пропускает лучи красной и зеленой зон. Голубой краситель поглощает лучи красной зоны спектра, поэтому при прохождении белого цвета через две пленки, окрашенные в желтый и голубые цвета, результирующий пучок будет окрашен в зеленый цвет. При прохождении белого света последовательно через пленки желтого, голубого и пурпурного цвета происходит поглощение всех цветов спектра, и результирующий цвет будет черным. При субтрактивном синтезе широкая гамма цветов может быть получена при использовании желтого, голубого и пурпурного цветов, поэтому эти цвета считаются основными цветами субтрактивного синтеза.

ЦВЕТОВЫЕ МОДЕЛИ (ЦВЕТОВЫЕ СИСТЕМЫ)

Цветовая модель – это наглядное и относительно простое средство для описания цветов с использованием математических методов. Было предпринято множество попыток создания объективной цветовой модели. Однако построение такой модели оказалось очень сложной задачей, которая до сих пор не получила исчерпывающего решения. Со временем большинство исследователей сошлись на том, что сложность идеальной модели существенно ограничивает ее применение. Поэтому на практике закрепилось несколько простых моделей, позволяющих достаточно точно оценивать цвета.

Для описания цвета, полученного излучением или отражением, используются разные цветовые модели

Простейшие цветовые модели придумал сам народ. Мы все помним: «Каждый Охотник Желает Знать, Где Сидит Фазан » или «Как Однажды Жак –Звонарь Городской Свалил Фонарь».

Исходной цветовой моделью можно считать цветовую полосу, которая представляла собой упрощенное изображение спектра семью локальными спектральными цветами. Живописцы размещали

чистые краски вдоль края палитры в порядке следования цветов солнечного спектра, а в промежутках создавали красочные смеси. Округлая форма палитры подсказала идею усовершенствования цветовой полосы: расположение красок по кругу (цветовой круг Ньютона).

Наиболее простой из них – это цветовой круг, представленный на рис. 84. По периферии круга располагаются точки, соответствующие следующим основным цветам: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый и пурпурный.

Центр круга соответствует белому цвету – ахроматическому цвету с нулевой насыщенностью (чистотой). На прямых линиях, соединяющих центр круга с окружностью, располагаются цвета одинакового цветового тона, но разной насыщенности.

С помощью цветового круга удобно определять результирующие цвета, образуемые при смешении цветов.

Однако наличие трех независимых характеристик, определяющих цвет, говорит о том, что все многообразие цветов нельзя наглядно изобразить на плоской диаграмме подобной цветовому кругу, для этого необходимо трехмерное пространство.

Экспериментально было получено, что для описания любого цвета необходимо и достаточно всего трех параметров. Ими могут быть не только цветовой тон, насыщенность и яркость, которые используют представители классического изобразительного искусства и дизайнеры. Этими параметрами цвета могут быть и соотношения содержащихся в нем трех основных цветов, предпочтения которым отдается в компьютерной графике.

Типичным представителем пространственных цветовых моделей, в основу которой положены основные характеристики цвета, является модель **HSB**, аббревиатура которой составлена из первых букв английских слов (*Hue – Saturation – Brightness* – тон – насыщенность – яркость). Ее основой является цветовой круг, по периметру которого расположены все спектральные цвета максимальной насыщенности. К центру круга насыщенность убывает до нуля, то есть до полного отсутствия цветовых тонов. Яркость цветов уменьшается вдоль образующей конуса, достигая минимума на его вершине. Эта точка характеризует полюс черного цвета. Построенное таким образом цветовое тело позволяет описать любой из цветовых оттенков. Эта система моделирует не физические свойства цвета, а восприятие цвета человеком. Описанный метод кажется очевидным, однако до настоящего времени изображение таких цветовых тел вызывает немало трудностей. Примером этому может служить наличие большо-

го количества вариантов одной и той же модели HSB, встречающиеся в различных источниках.

Из всех пространственных систем (модели HSB) больше всех, по мнению специалистов, заслуживает внимание цветовая система, разработанная профессором Альбертом Манселлом (Albert H. Munsell) в начале XX века. Цвет в ней так же описывается с помощью трех характеристик цвета – цветового тона, насыщенности и светлоты. И до Манселла были попытки создать цветовое пространство, цвет в котором описывался бы тремя координатами, однако он первым решил разделить цвет на независимые значения цветового тона, насыщенности и светлоты. Его система, особенно ее поздние редакции, основывались на тщательно проведенных экспериментах по изучению цветового восприятия человека, то есть под нее была подведена серьезная научная основа. Благодаря этому, цветовая система Манселла пережила многие системы того времени, и хотя в большинстве случаев в настоящее время ее заменили более современные системы, в некоторых областях (судебной медицине, геологии, пивоварении) она все еще применяется. Свои первые результаты работы Манселл опубликовал еще в 1905 году, а в 1929 году доработанная версия появилась в книге Munsell Book of Color. Современная дополненная редакция этой книги вышла в свет после полученных в 1940 году новых экспериментальных данных.

Цветовая система Манселла (рис.83, а, б) включает три координаты и представляет собой цилиндр в трехмерном пространстве.

Спектральные цвета, обладающие максимальной насыщенностью (100%), располагаются по периферии цветного круга и характеризуются положением на нем (рис. 83,б).

Цветовой тон измеряется в градусах по окружности, лежащей в горизонтальной плоскости. Насыщенность измеряется по радиусам от оси цилиндра, начиная от нулевого значения на оси цилиндра до максимального значения на периферии горизонтального круга. Светлота (яркость) измеряется вертикально по оси цилиндра от нулевого значения внизу (черный цвет) до 10 вверху (белый цвет). Расположение цветов определялось экспериментально при изучении цветового ощущения испытуемых. Цвета Манселл пытался расположить визуально одинаково, с учетом особенностей психофизического восприятия человеком различных областей спектра, что привело к образованию цветового тела неправильной формы (рис.84).

По примеру модели HSB созданы обобщенные цветовые модели, которые представляют собой пространственные тела, базовым сечением которых является цветовой круг (или иная плоская фигура), а

осью – линейная серая шкала, которая начинается в полюсе белого и содержит плавный ахроматический переход к полюсу черного, находящемуся на противоположном конце шкалы. По периметру базового сечения располагаются насыщенные цветовые тона (или спектральные цвета). По мере удаления от края круга насыщенность цветов постепенно понижается до полной потери цвета на самой оси. Сечения цветового тела, параллельные базовой плоскости, рассматриваются как ее копии, обладающие большей или меньшей яркостью в зависимости от их расположения относительно белого или черного полюса оси. Классическим примером такой модели является шар Рунге, черты обобщенной модели можно обнаружить в модели Ламберта. Простым вариантом пространственной модели является пирамида Оствальда.

Следует отметить, что большинство существующих моделей разрабатывалось в расчете на практическое применение, поэтому их авторы сознательно ограничивали количество локальных цветов и градаций серого. Наибольшую популярность получили модели, базирующиеся на стандартизованных пигментах, и оказавшиеся наиболее практичными для достоверных описаний цветовых смесей. Недостатком всех цветовых тел является неудобство их использования на практике, так как внутренние их части малодоступны и сложны в изготовлении. Большей популярностью пользуются цветовые таблицы и атласы, составленные на их основе, которые позволяли воспроизводить конкретные цвета с точностью, достаточной для промышленных производств задолго до появления цифровых методов анализа цвета.

Современные цветовые модели построены с учетом существования, упоминаемых ранее, двух видов света – излучаемого и отраженного.

Излучаемый свет – в общем случае – это первичный свет, испускаемый источником света (солнцем, луной, светильниками и т.п.). Несмотря на то, что он является суммой множества составляющих, благодаря особенностям зрительного восприятия, излучаемый свет выглядит белым (или слегка тонированным). Соответственно черный цвет представляет собой отсутствие цвета, или темноту.

Отраженный свет – это вторичный (но не второстепенный, а скорее наоборот, наиболее важный в информационном смысле) свет, идущий от поверхности неизлучающего объекта и содержащий информацию о нем, а не об источнике света. Именно благодаря отраженному свету мы видим предметы, которые его отражают. Он представляет собой разность, полученную при вычитании спектра

поглощения объекта из спектра падающего света, а черный – полное его поглощение. Поверхности предметов поглощают практически все падающее на них излучение, отражая только незначительную его часть.

Чем ярче выражен цвет предмета, тем уже спектр его отражения: помидор отражает только красные лучи, апельсин – оранжевые и желтые, а бумага – почти весь падающий на нее свет. Поэтому помидор выглядит ярко-красным, апельсин – оранжевым, а бумага – просто белой.

Важным открытием для человека явилось то, что излучаемый свет, как и отраженный, оказался пригодным не только для освещения, но для передачи информации. В настоящее время цветной свет широко используется в качестве носителя визуальной информации в кино, на телевидении и в компьютерной технике

Существование двух видов света привело к появлению двух новых взаимодополняющих цветовых моделей – одна для излучаемого света (модель RGB), вторая – для отраженного (модель CMY). В основу каждой модели были положены свои три линейно независимых цвета.

Модель RGB (K3C) является аддитивной моделью, в основу которой положены три цвета: Red – Green – Blue (красный, зеленый и синий). Модель RGB в обобщенном виде представлена на рис.85.

Из смешения красного и зеленого получается желтый, зеленого и синего – голубой, синий и красный цвет дают пурпурный. Если смешиваются все цвета, в результате образуется белый (рис.86).

Смешав три базовых цвета в разных пропорциях (с разными яркостями) можно получить все многообразие оттенков. Характерной особенностью модели является то, что понятия белого и черного в ней не приближительны, а математически точны и физически достоверны.

Это самая понятная компьютеру система. Экран компьютера (как и всякое неизлучаемое тело) изначально темный. Его исходным цветом является черный. Все остальные цвета получаются на нем путем использования таких трех цветов, которые в своей смеси должны образовывать белый цвет. Комбинация трех цветов, а именно, красного, зеленого и синего была получена в результате длительных экспериментальных исследований. Цвет экрана меняется от черного (отсутствие цвета) до белого (максимальная яркость всех трех цветов). Красные, зеленые и синие точки экрана излучают свет под действием электронного луча. Глаз видит на экране монитора комбина-

цию трех цветов и суммирует их. Меняя количество составляющих цветов, можно получить интересующий нас цвет.

Особенностью аддитивной модели является численный метод описания цветов. В нем отсутствуют классические понятия «насыщенность», «яркость», «цветовой тон». Например, суммарный цвет Y можно выразить с помощью следующего уравнения:

$$Y = 0,2125 R + 0,7154G + 0,0721B,$$

где коэффициенты при цветах R , G , и B показывают их количество в смеси.

Если принять, что каждой из осей соответствует один из основных цветов (красный, синий, зеленый), а текущим значением каждой координаты является его относительное качество, то любой из цветов спектра может быть описан только этими тремя числами. В этом случае начало координат с нулевыми значениями цветов является символом полюса темноты или черного цвета, а диагонально противоположная ей вершина куба – светлым полюсом или белым цветом. Пространственный образ этой модели представляет собой куб, один из углов которого расположен в начале координат, а его ребра совпадают с координатными осями (рис. 87).

Сама же диагональ куба играет роль «серой шкалы». Эта модель окончательно сформировалась лишь с появлением компьютерной графики. Только в цифровой технике численный метод описания цветов стал удобным и пригодным для широкого практического применения.

Для цветов, которые получают путем смешивания красок, пигментов или чернил на ткани, бумаге, полотне или другом материале, в качестве цветовой модели используется система CMY.

Модель CMY является субтрактивной моделью, которая в определенном смысле представляет собой противоположность аддитивной модели RGB. Основными цветами модели CMY являются желтый (cyan), голубой (magenta) и пурпурный (yellow), а дополнительными – красный, зеленый и синий (рис.88). В этой модели основные цвета образуются путем вычитания из белого цвета основных аддитивных цветов модели RGB: голубой (белый минус красный), пурпурный (белый минус зеленый), желтый (белый минус синий).

При смешении максимальных значений всех трех компонентов должен получиться черный цвет (рис.89), а при полном их отсутствии – белый. Пространственный образ модели CMY аналогичен «вывернутому» образу модели RGB: в начале координат расположен

белый полюс, а на противоположной вершине куба – черный (рис.90)

Оси пространственных координат, как и в предыдущем случае, соответствуют основным цветам модели (желтый, голубой, пурпурный). Недостатком этой модели явилось то, что реальные краски имеют примеси, их цвет не соответствует теоретически рассчитанным цветам (голубому, пурпурному и желтому), поэтому их смешение вместо черного дает неопределенный грязно-коричневый цвет.

По этой причине в число основных цветов был внесен черный, который добавил еще одну букву в название модели СМΥΚ. Черный компонент сокращен до буквы К, поскольку эта краска является главной, ключевой (Key) в процессе цветной печати. Число компонентов в этой модели увеличилось до четырех, то есть СМΥΚ – четырехканальная цветовая модель системы СМΥ.

Несмотря на некоторую компромисность такого решения, модернизированная модель оказалась достаточно практичной и нашла широкое применение в традиционной живописи и полиграфии. Количество каждого компонента выражается также как и для модели RGB в процентах или градациях (например, C0 M10Y10K0).

Модели RGB и СМΥΚ являются аппаратно – зависимыми. Что это значит? В модели RGB значения базовых цветов (а также точка белого цвета) определяются качеством примененного в мониторе люминофора. В результате на разных мониторах одно и тоже изображение выглядит неодинаково. Если говорить о модели СМΥΚ, то здесь различие будет еще более очевидным, поскольку речь идет о реальных красках, особенностях реального процесса. Поэтому встала задача описания цветов вне зависимости от аппаратуры. К сожалению, дать полностью объективное определение цвета не представляется возможным. Цвет – это воспринимаемая характеристика, зависящая от наблюдателя и окружающей обстановки. Разные люди видят цвет по разному. Даже у одного человека зрительная реакция на цвет меняется с возрастом, настроением, окружающей обстановкой.

Специалисты пришли к выводу, что если восприятие цвета зависит от наблюдателя и условий наблюдения, то, по крайней мере, можно стандартизировать эти условия. Поэтому Международная комиссия по освещению (CIE) в 1931 году стандартизировала условия наблюдения цветов и исследовала восприятие цвета у большой группы людей. В результате были экспериментально определены базовые компоненты новой цветной модели

Эта модель аппаратно независима, поскольку описывает цвета так, как они воспринимаются человеком, точнее — стандартным наблюдателем CIE". В полученной таким образом системе (в настоящее время она носит название Lab, еще ее называют CIELAB) значение светлоты отделено от значения хроматической составляющей цвета (тон и насыщенность). Свое название система получила от своих базовых компонентов L, а и b. В новой системе координат светлота (яркость) задана координатой L (изменяется от 0 до 100, то есть от самого темного до самого светлого), хроматическая составляющая — двумя декартовыми координатами а и b. Первая обозначает положение цвета в диапазоне от зеленого до пурпурного, вторая — от синего до желтого (рис. 91).

Через много лет после разработки модели Lab оказалось, что она удивительно соответствует биологическому механизму восприятия цвета человеком. За это открытие американские ученые Дэвид Хьюбл и Торстен Вайзел получили в 1961 году Нобелевскую премию.

Достоинством этой модели является ее независимость от способа производства цвета, в ее системе измерения можно описывать как цвета печати, так и цвета, излучаемые монитором. Кроме того, все инструменты тоновой и цветовой коррекции отличаются при работе в Lab повышенной чувствительностью.

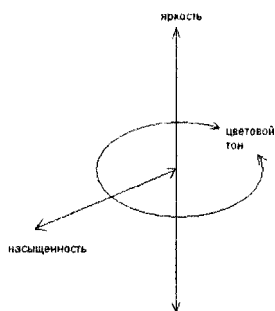
Однако, модель Lab довольно сложна для практического использования, поэтому она пока не распространена достаточно широко.

ЦВЕТОВЫЕ И ЯРКОСТНЫЕ КОНТРАСТЫ

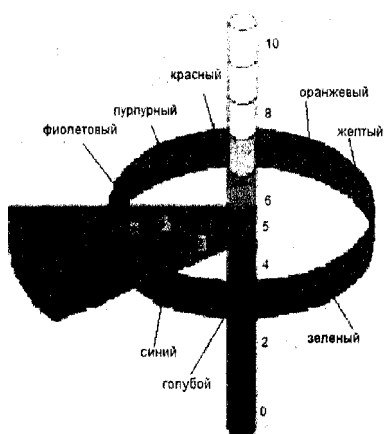
При выборе окраски оборудования, помещений цехов необходимо учитывать цветовые и яркостные контрасты.

Цветовой контраст — это изменение цвета, происходящее вследствие соседства его с определенными другими цветами. Максимальный цветовой контраст наблюдается между парой взаимно дополняющих цветов (например, между красным и зеленым). При желании создать спокойный цветовой контраст применяют цвета, расположенные в цветовом круге рядом или в одной его четверти

Яркостный контраст — это изменение яркости (светлоты) цвета под действием соседних цветов.



а



б

Рис. 83. Цветовая система Манселла
а – основные координаты системы; б – оценка параметров



Рис. 84. Цветовое тело

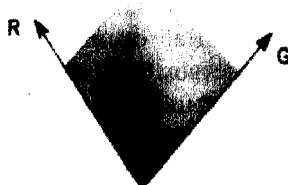


Рис. 85. Модель RGB в обобщенном виде

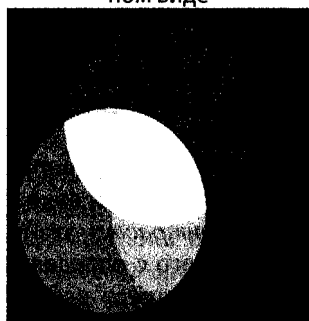


Рис. 86. Результат смешения максимальных значений основных компонентов системы RGB

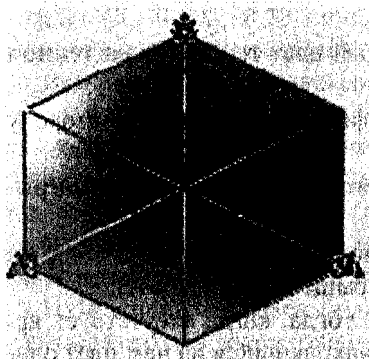


Рис. 87. Пространственный образ модели RGB.

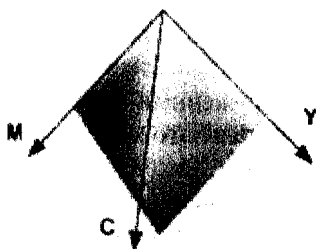


Рис. 88. Модель CMY в обобщенном виде.

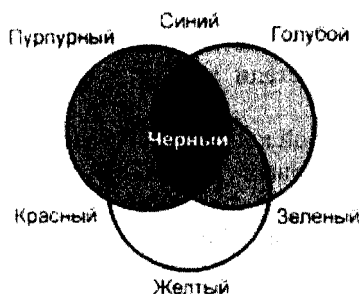


Рис. 89. Результат смешения максимальных значений основных компонентов

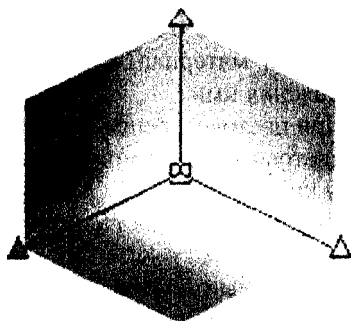


Рис. 90. Пространственный образ модели CMY

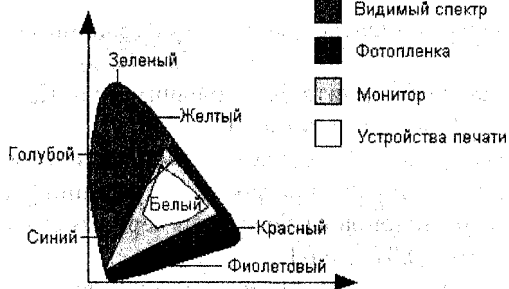


Рис. 91. Цветовая система Lab

Общие положения яркостного и цветового контрастов заключаются в следующем:

- на светлом фоне всякий более темный цвет темнеет, а на темном фоне всякий светлый цвет светлеет;
- цвет, окруженный хроматическим фоном, изменяется в сторону дополнительного к цвету фона;
- всякий цвет, находясь на фоне своего дополнительного, выигрывает в насыщенности;
- всякий цвет, находясь на фоне одного с ним цветового тона, но большей насыщенности, теряет в насыщенности (сереет);
- эффект цветового контраста силен тогда, когда отсутствует яркостный контраст, т.е. когда фон и находящийся на нем цвет одинаковы по светлоте;
- контрастные действия тем сильнее, чем меньше площадь объекта по сравнению с площадью фона.

Цветовые и яркостные контрасты широко применяются на практике, в первую очередь для того, чтобы были четко видны обрабатываемый материал, отдельные узлы и детали машин и органы управления ими.

При цветовом решении интерьера цветовой контраст K_T (контраст по цветовому тону) можно определять в дуговых градусах по цветовому кругу.

Цветовой контраст считается большим при $110^\circ < K_T < 180^\circ$; средним при $70^\circ < K_T < 110^\circ$; малым при $K_T < 70^\circ$.

Яркостный контраст K_Y можно выразить как отношение разности яркостей предметов к большей яркости:

$$K_Y = (r_1 - r_2) / r_1,$$

где r_1 и r_2 — коэффициенты яркости двух сравниваемых пятен или предметов.

Яркостный контраст считается большим при $K_Y > 0,5$; средним при $0,2 < K_Y < 0,5$; малым при $K_Y < 0,2$.

Коэффициент яркости проще всего измерить с помощью ахроматической шкалы, которая построена по принципу равномерного убывания яркости эталонов от белого до черного в диапазоне коэффициентов яркости 0,87... 0,04.

При подборе цветов для окраски машин яркостный контраст можно определить по графику (рис. 92), на котором дан пучок лучей яркостных контрастов от $K_Y = 0$ до $K_Y = 0,90$. На графике даны три

основных значения порогов яркостных контрастов: зона малых контрастов ($K_{\text{я}}=0$ и $K_{\text{я}}=0,20$); зона нормальной контрастности ($K_{\text{я}}=0,25$ и $K_{\text{я}}=0,45$); зона повышенных контрастов ($K_{\text{я}}=0,50$ и $K_{\text{я}}=0,70$).

Использование в интерьере одновременного контраста (и цветового и яркостного) дает возможность зрительно исправить недостатки конфигурации помещения. Например, удлиненное помещение будет казаться более коротким, широкое помещение – более узким и т.д.

Явление одновременного контраста проявляется тем сильнее, чем выше цветовой и яркостный контрасты, взятые вместе.

На восприятие цвета большое влияние оказывает явление так называемого последовательного цветового контраста. Если долго смотреть на какой-нибудь хроматический цвет и затем перевести взгляд на белую бумагу, то некоторое время она будет казаться слегка подсвеченной в цвет дополнительный к ранее виденному.

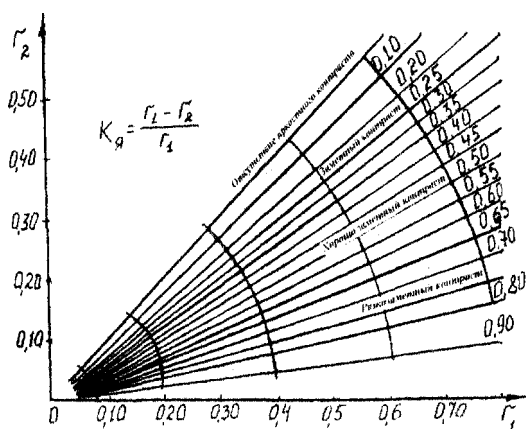


Рис. 92. График зависимости яркостного контраста от коэффициентов яркости двух соседних цветов.

ВОСПРИЯТИЕ ЦВЕТА

Как физическое явление цвет неразрывно связан с физиологией человека. 80-90% всей информации человек получает благодаря зрительному восприятию окружающего пространства. Физиологической основой органа зрения являются глаза, зрительные нервы и зрительный центр головного мозга. Глаз – один из самых совершенных «приборов», которыми природа снабдила человечество. Главной частью глаза является сетчатка, которая обеспечивает световое восприятие человека. Она состоит из двух различных типов светочувствительных рецепторов: колбочек, отвечающих за цветовосприятие и палочек, отвечающих за высокую световую чувствительность глаза.

Глаз воспринимает электромагнитные излучения в сравнительно небольшом интервале волн: $4 \cdot 10^{-7} \dots 8 \cdot 10^{-7}$ м. Днем глаза наиболее чувствительны к центральной, желтой части спектра, ночью максимум чувствительности смещается в сине-зеленую область. Выражение «ночью все кошки серы» связано с физиологией зрения, снижением чувствительности при плохой освещенности и смещением максимума чувствительности. Еще Леонардо да Винчи заметил, что «зеленый и голубой» кажутся более насыщенными в полутени.

В процессе работы необходимо стремиться к разгрузке зрительного аппарата.

Известно, что при переводе взгляда со светлой поверхности на темную и наоборот из-за *адаптации* глаза расходуются время (5...10с) и энергия работающего. Отсюда возникает новое требование к трудовой обстановке: нужно, чтобы окраска оборудования имела мягкие переходы, без резких контрастов.

В трудовом процессе следует также учитывать функциональное свойство зрения, называемое *аккомодацией*, и представляющее собой способность глаза приспособляться к расстоянию до обозреваемого предмета путем изменения кривизны хрусталика. Опыт показывает, что глаз не может одновременно видеть предметы, находящиеся от него на разных расстояниях. Если держать, например, карандаш на расстоянии 25...30 см от глаза и смотреть так, чтобы видеть его резко, то все удаленные на большее расстояние предметы расплываются. Наоборот, если резко видны удаленные предметы, то становится нечетким изображение карандаша. При переводе взгляда с дальнего предмета на ближний продолжительность аккомодации меньше, чем при переводе с ближнего на дальний.

При проектировании цветового оформления необходимо учитывать не только дневное, но и искусственное освещение, так как при искусственном освещении многие цвета изменяются.

Особое внимание нужно обращать на *цветовое утомление*. Установлено, что чем насыщеннее цвета, тем сильнее глаз утомляется, и тем скорее теряет чувствительность к этому цвету: предмет сереет, как бы покрывается слоем серой дымки. Из спектральных цветов наиболее сильно утомляет глаз фиолетово-синий, несколько меньше – красный и меньше всего – зеленый. Чтобы снять цветовое утомление лучше всего посмотреть на дополнительный цвет. Например, если после долгого наблюдения за красным предметом глаз потерял чувствительность к красному цвету, то при действии в течение некоторого времени зеленого цвета глаз снова приобретает чувствительность к красному.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЦВЕТА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И ЕГО ПСИХИКУ

При выборе цвета интерьеров промышленных зданий следует учитывать психофизиологическое действие цвета. Действие цвета зависит как от субъективных, так и от объективных факторов. Один и тот же цвет может производить разное впечатление в разных условиях на одного и того же человека и в одних и тех же условиях – на разных людей. Известный советский психиатр В.М. Бехтерев (1857-1927) утверждал: «Умело подобранная гамма цветов способна благотворнее воздействовать на нервную систему, чем иные микстуры».

В своей замечательной книге «Цвет в деятельности человека» Морис Дерибере пишет: «Физиологическое и психофизиологическое воздействие цвета на живые существа позволило разработать богатую технику цветотерапии... Особое внимание привлекал красный цвет, который использовали еще средневековые врачи для лечения ветряной оспы, скарлатины, кори и некоторых кожных заболеваний. Изучались и другие цветовые лучи. Лечение невралгических явлений светом началось очень давно...»

Цвет способен вызывать различные эмоциональные реакции: он может успокаивать и волновать, радовать и печалить, угнетать и веселить. Цвет может вызывать чувство теплоты и холода, бодрости и усталости, легкости и тяжести, может расширять и сужать пространство, стимулировать зрение, мозг, нервы; он может способствовать лечению больных.

Все виды воздействия цвета на человека можно условно разделить на три группы: *физическую, оптическую и эмоциональную*.

При *физическом* воздействии речь идет о воздействии цвета на физиологию человека. Объективное воздействие цвета подтверждено экспериментальным путем и зависит от количества цвета, качества цвета, времени воздействия, особенностей нервной системы человека, возраста, пола и других факторов. Физическим воздействием можно объяснить влияние красного и синего цвета на человека (особенно при их максимальной насыщенности). Красный цвет возбуждает нервную систему, вызывает учащение дыхания и пульса и активизирует работу мускульной системы. Синий цвет оказывает на нервную систему тормозящее действие. Оранжевый и красный цвета, возбуждая наряду со зрительным и слуховой центр мозга, вызывают кажущееся увеличение громкости шумов. Зеленый и синий – успокаивающие цвета – ослабляют возбуждение слухового нерва, т.е. как бы уменьшают громкость.

Большое число исследований было проведено по оценке влияния средневолновой части спектра (область желто-зеленых цветов) на работу зрительного анализатора под влиянием зеленого цвета и увеличивается под влиянием красного. Много работ посвящено изучению влияния цвета на работоспособность. Работа Ш. Фере была одной из первых, в которой указывалась зависимость между цветом света и мышечной работоспособностью. Он провел опыты, в которых с помощью динамометра измерял силу руки при разном цвете света и получил данные, приведенные в табл.5.1. Как видно из данных динамометра, приведенных в таблице, при кратковременной работе красный цвет повышает. Получено, что внутриглазное давление уменьшается, производительность, оранжевый, желтый и зеленый действуют подобно дневному свету, синий и фиолетовый намного снижают производительность.

Таблица 5.1.

Влияние цвета на силу руки

<i>Цвет света</i>	<i>Данные динамометра</i>
Красный	42
Оранжевый	35
Желтый	30
Зеленый	28
Синий	24

Отдых в условиях белого цвета после труда при другом освещении значительно повышает производительность.

Под *оптическим* воздействием понимают впечатление однородности цвета и зрительное изменение пространства путем использования свойств цвета. Есть цвета увеличивающие пространство (отступающие цвета), и уменьшающие его (выступающие цвета). Из одновременно рассматриваемых равных по величине предметов наибольшим кажется предмет, окрашенный в ахроматический цвет, затем в хроматический и наименьшим кажется предмет, в окраске которого использовано несколько цветов.

К оптическому воздействию относятся оптические иллюзии, оптический обман и другие оптические явления, вызываемые цветом. С иллюзией изменения величины предмета связана зрительная оценка веса предмета. Светлый предмет кажется легче темного. Из двух предметов, окрашенных в светлые хроматические цвета, более легким кажется тот, который окрашен в холодный цвет. Из этой иллюзии вытекает деление цветов на —тяжелые” и —легкие. Темные, малонасыщенные, теплые цвета оцениваются как тяжелые. Светлые, холодные — как легкие цвета. При сравнении чистых спектральных цветов более легкими принято считать желтые цвета с постепенным утяжелением от оранжевых к красным и от зеленых к фиолетовым. При разной насыщенности более тяжелыми кажутся более насыщенные цвета.

Очень важный эффект —выступания” и —отступания” цветов основывается и на ассоциированных представлениях и на объективных закономерностях физиологической оптики. Вблизи предмет различается лучше всего, а по мере удаления теряет насыщенность и синеет в силу законов воздушной перспективы, поэтому предмет насыщенного цвета воспринимается человеком как расположенный более близко, чем малонасыщенного цвета. Влияет также различное преломление хрусталиком глаза световых лучей: лучи с большей длиной волны преломляются хрусталиком под меньшим углом, чем коротковолновое излучение. Чем короче волны светового потока, тем дальше расположенным от наблюдателя будет казаться предмет или плоскость, окрашенные в холодные цвета. Эффект —выступания” и —отступания—зависит и от таких факторов, как размер рассматриваемого цветового пятна, его отношение к фону по степени контраста, его насыщенность и светлота. Изменение насыщенности может перевести цвет из одной группы в другую. Так, желтый и оранжевый цвета, доведенные до предельной насыщенности, могут восприниматься уже как отступающие. Синие же цвета малой насы-

ценности оцениваются уже как выступающие. Зеленый цвет относят в особую группу пространственно нейтральных цветов.

Эмоциональное воздействие — это способность цвета вызывать те или иные чувства и переживания: тревоги, сомнения, одиночества, восторга и т.д.

Разные цвета вызывают различные реакции. Это связано с тем, что цвета длинноволновых и коротковолновых участков спектра возбуждают различные отделы вегетативной нервной системы. Коротко это можно охарактеризовать следующим образом. Цвета длинноволновых участков спектра — красный, оранжевый и желтый — оказывают возбуждающее, активизирующее и стимулирующее воздействие, создают ощущение тепла. Интенсивность воздействия этих цветов возрастает с увеличением длины волны. Цвета средневолновых участков спектра — желто-зеленый и зеленый — оказывают успокаивающее воздействие; зеленый и особенно зелено-голубой создают впечатление прохлады. Цвета коротковолновых участков спектра — голубой, синий, фиолетовый — также создают впечатление прохлады, но иногда могут оказывать депрессивное воздействие. Фиолетовый цвет вызывает ощущение беспокойства, раздражает.

Установлено еще и то, что скорость возникновения зрительных ощущений от раздражителей разного цветового тона неодинакова. Скорость нарастания силы ощущения тонов равной интенсивности, как правило, возрастает по мере перехода от цветов коротковолновых к цветам длинноволнового участка спектра. При этом с изменением интенсивности освещения порядок нарастания скорости зрительного ощущения различных цветовых тонов не изменяется. Это означает, что красный, оранжевый и желтый при всех условиях могут вызвать реакцию быстрее, чем цвета коротковолнового участка.

Общий характер психофизиологического влияния цвета на человека представлен в табл. 5.2.

Приведенные в таблице характеристики психофизиологического воздействия различных цветов даны ориентировочно. Цветовые предпочтения каждого человека достаточно индивидуальны, отношение к цвету субъективно и бессознательно, что отражается в поговорке — «накус и цвет товарища нет». Об этом необходимо помнить при использовании многочисленных данных о воздействии цветов, приводимых в различных публикациях. Следует также учитывать, что при уменьшении насыщенности цвета и условий освещения эти характеристики могут меняться.

Перечисленные особенности психофизиологического воздействия цвета на человека являются наиболее характерными, но не

обязательными. Это зависит от среды и обстановки, в которой находится человек, настроения человека и многих других факторов. Крупнейший специалист по цвету на производстве Жан Вьено, основатель института технической эстетики во Франции, писал, что цвет способен на все и что от него можно требовать разрядки или возбуждения, гармонии и резкого воздействия, ожидания чудес, но он может вызвать и катастрофу.

Таблица 5. 2.

Характер психофизиологического влияния цвета на человека

Цвета	Психофизиологическое воздействие или вызываемые ассоциативные ощущения								
	Возбуждение	Угнетение	Успокоение	Тепло	Прохлада	Легкость	Тяжесть	Удаление	Приближение
Ахроматические									
Белый					+	+			
Светло-серый						+			
Темно-серый		+					+		
Черный		+					+		
Хроматические (спектральные)									
Красный	+			+			+		+
Оранжевый	+			+					+
Желтый	+			+		+			+
Зеленый			+		+			+	
Голубой			+		+	+		+	
Синий					+		+	+	
Фиолетовый		+			+		+	+	

ЦВЕТОВЫЕ ГАРМОНИИ

На организм человека оказывают влияние не только цвета, но и их комбинации. Сочетания цветов, производящие приятное впечатление, называются гармоничными. Закономерности гармонии цветов интересовали и интересуют многих ученых и специалистов. Амери-

канский ученый А. Манселл выделял три типа гармоничных сочетаний: однотонные гармонии (цвета одного тона, но разной яркости и насыщенности), гармонии родства (смежные цвета) и гармонии контраста (дополнительные цвета). Немецкий физиолог Э.Брюкке наряду с гармонией близких цветов рассматривал триады: красный, синий и желтый, и красный, желтый, зеленый. Немецкий ученый В.Освальд считал, что гармоничными являются цвета с одинаковой яркостью или насыщенностью, а также цвета, равноотстоящие друг от друга на цветовом круге.

Цветовые гармонии могут быть контрастными и нюансными.

Контрастные гармонии основываются на противопоставлении цветов, участвующих в композиции. Наиболее контрастной является гармония взаимодополняющих цветов. Важным показателем гармонии является отсутствие мерцания.

Для подбора цветовых сочетаний удобно использовать цветовой круг. В основе нюансных гармоний лежат близкие (смежные) по цветовому кругу цвета (например, желтый, желто-оранжевый и оранжевый). Они хорошо сочетаются друг с другом и усиливают стилистическое единство. Однако следует помнить, что отсутствие контраста может сделать композицию скучной и невыразительной.

В основе контрастных гармоний лежат цвета, расположенные в пределах больших интервалов на цветовом круге.

Когда говорят о цветовой гармонии, то имеют в виду не сочетание отдельной пары цветов, а цветовую гамму всей композиции, в основе которой лежит доминирующий цвет. Доминирующий цвет создает или передает определенное настроение, вызывает нужные ассоциации. В контрастных гармониях доминирующему цвету противопоставляются все остальные цвета композиции. В нюансных гармониях, наоборот, все цвета приближаются к нему.

При выборе сочетания цветов можно использовать следующие рекомендации:

- лучшие сочетания дают цвета в пределах больших и малых интервалов по цветовому кругу (смежные цвета), худшие – в пределах средних интервалов;
- малые интервалы воспринимаются скорее как оттенки одного и того же цвета, а не как сочетание цветов;
- при сочетании цветов лучше брать цвета одинаковой яркости;
- более насыщенные цвета в сочетании с менее насыщенными следует брать в меньшем количестве;
- все ахроматические цвета хорошо сочетаются друг с другом. Однако цветами, близкими к белому и черному, нужно пользоваться

осторожно. Почти белый или почти черный могут восприниматься как неопрятность. С хроматическими цветами ахроматические цвета лучше работают в следующих парах: темные – с теплыми, светлые – с холодными.

- белый и черный (максимальный контраст по яркости) хорошо сочетаются между собой и с большинством других цветов. Композиция, состоящая из белого, черного и практически любого третьего, обычно является беспримесной;
- цветовая гармония зависит не только от параметров цвета, но и от площадей и конфигурации пятен используемых цветов. Так при уменьшении площади, занимаемой цветом, число различаемых глазом оттенков уменьшается, цвет выглядит более темным, поэтому для небольших по размеру элементов лучше выбирать более яркие, простые цвета. Для восприятия темных оттенков нужна большая площадь.

Следует заметить, что иногда сочетания, подобранные по всем правилам, не смотрятся вместе, а великолепные – не подчиняются никаким законам. Дело в том, что в дизайне есть только рекомендации, которые позволяют приобрести определенный опыт, но не гарантируют результат.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЦВЕТА В ХУДОЖЕСТВЕННОМ КОНСТРУИРОВАНИИ

Считается, что чувство цвета является одним из самых объективных. Цвет является своеобразным языком форм изделий, активным и выразительным.

В художественном конструировании цвет позволяет улучшить внешний вид изделий, повысить безопасность их обслуживания, а также увеличить производственно-экономические показатели работы оборудования.

Для промышленных изделий цвет выбирают с учетом следующих характеристик:

- функционального назначения изделия и условий его эксплуатации;
- функционально-конструктивной структуры изделия;
- особенностей композиции формы изделия;
- условий той среды, в которой изделие будет эксплуатироваться.

По функциональному назначению все промышленные изделия можно разделить на три основные группы:

- производственное оборудование разных видов, включая аппараты контроля и управления технологическими процессами;
- средства транспорта;
- предметы культурно-бытового назначения.

Цвет облегчает взаимодействие между промышленным изделием и человеком, способствует распознаванию сферы применения изделий и специфики их эксплуатации.

Производственное оборудование чаще всего требует светлых и мягких тонов. Так, в машиностроительной и деревообрабатывающей промышленности рекомендуется окрашивать оборудование в цвета с зелеными и серо-голубыми оттенками. Для машин пищевой промышленности рекомендуются светлые оттенки кремового цвета, слоновой кости или охры. Для кранов и движущихся над рабочими местами устройств целесообразно применять светлые оттенки голубых, светло-зеленых, светло-коричневых и зеленых цветов, гармонирующие с цветом производственного оборудования. Для металлических строительных конструкций внутри помещений желательнее использовать салатный или голубой цвет.

Большое значение имеет цвет для органов управления (кнопок, рычагов и т.д.). Чтобы они обращали на себя внимание, следует придать им особую форму и ярко окрасить. Недостаточный контраст между цветом фона и цветом кнопки пульта, например, может привести к браку или аварии.

Особое внимание уделяется цветам в технике безопасности. Основными цветами безопасности, применяемыми почти во всех странах, являются красный («стоп», «опасно»), желто-оранжевый («внимание»), зеленый («путь свободен»). В желтые и оранжевые цвета окрашивают движущиеся части машин, краны, вращающиеся шкивы, опытные участки на производстве. Внутрицеховой транспорт также красят в яркие цвета, чтобы он был более заметным.

Некоторые средства транспорта и товары культурно-бытового назначения требуют окраски в яркие тона (например, планеры, спортивные парашюты, туристические палатки, пожарные машины, детские игрушки и др.).

Окраска промышленного оборудования должна быть связана с его конструкцией. Ранее отмечалось, что промышленное оборудование может иметь открытую или полностью закрытую конструкцию, однако чаще всего оно имеет частично закрытую конструкцию. Машины, полностью закрытые кожухом в текстильной промышленности, например, встречаются редко. Ко многим узлам и деталям внутреннего устройства требуется доступ, а рабочие органы вообще

не закрываются. В машинах с частично открытой конструкцией цветом выделяются отдельные элементы. Узлы и механизмы, играющие важную роль в технологическом процессе, который осуществляется на данном оборудовании, должны иметь окраску, резко отличающуюся от окраски второстепенных узлов. И наоборот, окраска второстепенных узлов и механизмов не должна бросаться в глаза. Не следует применять, например, очень светлые, яркие и пестрые цвета для окраски инструментальных ящиков, стеллажей, полок, перегородок, верстаков. Для них рекомендуются серые цвета.

Правильное взаимоотношение формы и цвета изделия обеспечивает его хороший внешний вид.

Изделия, окрашенные в минимальное число цветов, воспринимаются как крупномасштабные. Использование же увеличенного количества цветов с повышенной контрастностью между ними создает впечатление изделий мелкого масштаба. Впечатление излишней тяжести угнетающе действует на психику, поэтому громоздкие изделия лучше всего окрашивать в «легкие» цвета.

Разрабатывая цветовую композицию промышленных изделий, дизайнер имеет дело с естественным цветом многих материалов — металла, пластмассы, дерева, кожи и т.п.

Для эстетической выразительности внешнего вида изделия важное значение имеет фактурная отделка. Наиболее полно и красиво цвет выделяется на матовой поверхности. Глянec в какой-то мере маскирует цвет, кроме того, на глянцевой поверхности могут появиться блики, которые могут быть причиной травм или привести к снижению производительности труда.

Очень велико влияние окружающей среды на цветовое решение изделий. Во всех случаях при выборе цветов для окраски оборудования ставится задача компенсировать недостатки среды, максимально используя различные свойства цвета.

При цветовом решении судов необходимо исходить из синеголубого, иногда серо-синего или голубовато-зеленого фона воды и неба, на которых они воспринимаются. Поэтому цвета судов, как правило, бывают либо белыми, либо желтыми и оранжевыми и не могут быть синеголубыми и зелеными, чтобы не слиться с цветом окружающей среды. Военные же суда в целях маскировки окрашиваются, наоборот, в серые и серо-зеленые цвета — под цвет воды, дыма, туч.

Цвет дорожных, строительных и сельскохозяйственных машин может и должен быть разным. Он зависит от того, какой цвет преобладает в той среде, в которой машины будут работать, Цвет хле-

боуборочного комбайна, жнейки или молотилки должен гармонично сочетаться с золотом спелых хлебов и ярко-синим небом, а цвет таких орудий, как плуги, бороны, культиваторы – с цветом черной земли и молодой яркой зелени всходов..

Машины, работающие в пустыне, не могут быть одинаковыми по цвету с оборудованием, эксплуатируемым за полярным кругом.

ЦВЕТ В ИНТЕРЬЕРАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Цветовое решение производственных помещений зависит от следующих основных факторов:

- общего характера работ;
- степени точности работ;
- климатических и географических особенностей района строительства, характера и интенсивности освещения, а также спектрального состава света, зависящего от типа источника или ориентации помещения по сторонам горизонта;
- санитарно-гигиенических условий в помещении;
- особенностей объемно-пространственной структуры интерьера (абсолютные размеры и пропорции помещений, степень насыщенности оборудованием и коммуникациями, характер конструктивного решения и др.);
- требований техники безопасности (сигнально-предупреждающая и опознавательная окраска, знаки безопасности);
- наличия поверхностей, не подлежащих цветовой отделке и окраске или цвет которых назначается исключительно по правилам применения функциональной окраски.

Указанные факторы оказывают наибольшее влияние на цветовое решение производственных помещений, так как они определяют цветовую гамму интерьера, количество цвета основных поверхностей интерьера и цветовые контрасты между ними. Зависимость цветовой отделки основных поверхностей интерьера производственных помещений от отмеченных факторов приведена в Указаниях по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий (СН 181-70).

Систему цветовой отделки интерьера следует связывать с его архитектурными формами, а распределение цветов по отдельным элементам и поверхностям интерьера дифференцировать в соответствии с их удельным весом и расположением во внутреннем пространстве.

Первое дифференцирование вытекает из деления цветов в производственных помещениях в зависимости от занимаемой ими площа-

ди в интерьере на три группы — основные, вспомогательные и акцентные.

Основные применяются для поверхностей большой площади (потолок, стены, крупногабаритное оборудование).

Вспомогательные используются для поверхностей средней площади окраски (колоны, пол, отдельные виды оборудования).

Акцентные — насыщенные цвета, применяемые для поверхностей малой площади окраски, выбираются по принципу большого контраста с основными цветами. Это цвета используемые в функциональной окраске (сигнально-предупреждающие цвета, знаки безопасности и т.п.).

Следующее дифференцирование цветов зависит от расположения той или иной поверхности или архитектурной формы во внутреннем пространстве интерьера.

Светлые оттенки применяют для несомых частей здания, например для потолков, чтобы создать впечатление легкости; средние и темные оттенки, создающие впечатление более тяжелых, иногда придают несущим частям конструкций, например колоннам и стенам. Те элементы оборудования, которые располагаются в верхней части интерьера, также должны иметь наиболее светлую отделку.

Стены и оборудование, которые наряду с обрабатываемыми деталями и материалами обычно оказываются в поле зрения работающих и составляют основной элемент их окружения, должны иметь меньшую яркость и, следовательно, в целом менее светлую, чем в верхней части интерьера, отделку.

Более темную отделку обычно имеют полы и примыкающие к ним подверженные загрязнению части стен и оборудования. Однако в ряде производств по эксплуатационным и санитарным требованиям необходимы светлые полы, способствующие в результате отражения света увеличению общей яркости интерьера и уменьшению контрастов между освещенными и затененными участками пола.

При цветовом оформлении рабочих помещений прежде всего учитывают психофизиологическое действие цвета. Так, зная неблагоприятное, угнетающее и раздражающее действие фиолетового цвета, его чрезвычайно редко применяют в интерьерах. Желтый и зеленый цвета благоприятствуют умственной работе, деловому мышлению, серьезному обдумыванию и концентрации внимания. Эти свойства желтого и зеленого цветов можно использовать в соответствующих помещениях.

Не рекомендуется окрашивать цехи, с окнами, выходящими на юг или характеризующиеся большими выделениями тепла, в —сп—

лые” цветовые тона. Более пригодны здесь —холодные” — голубой или светло-зеленый. Однако следует отметить, что эстетические и эмоциональные впечатления от цвета могут быть основаны на ассоциациях и предпочтениях. Так английский специалист по цвету Р.Уилсон пишет о том, что, работая над интерьером ткацких цехов одной из фабрик Йоркшира, он решил улучшить условия среды, применив в оформлении интерьера большое количество —холодных” цветов, так как температура в этих цехах показалась ему слишком высокой. Однако рабочие, вернувшись после праздников и заглянув в цеха, отказались войти в них. Несмотря на то, что температура в этих цехах была такой же, как и до праздников, рабочие считали необходимым повысить ее теперь градуса на три.

Оранжевый и красный цвета вызывают впечатление усиления производственного шума из-за попутного возбуждения слухового центра, поэтому в цехах с сильным шумом эти цвета неприемлемы. Подходящими здесь будут голубые и зеленые цвета, «ослабляющие» громкость. Желто-коричневые цвета создают впечатление сухости, поэтому их рекомендуется применять в помещениях с повышенной влажностью. Окрашивать такие помещения в зелено-синие не следует, так как эти цвета усиливают впечатление влажности. На отдельных предприятиях, например производящих химические волокна, имеются участки, которые характеризуются выделениями газов со специфическими запахами. В данном случае при окраске используют те цвета, которые как бы компенсируют их. Например, желтый цвет «кажется» кисловатым, зеленый — горьким, а розовый — сладким. Поэтому для «ослабления» запахов применяют цвета, противоположные перечисленным: если выделяемые например запахи кислые, то в интерьере нельзя допускать желтый цвет, предпочтение следует отдавать голубому.

Цветовое оформление должно учитывать форму, размеры и характер рабочего помещения. Применяя правильно подобранные цветовые тона, можно наиболее удачно оформить внешний вид помещения и приспособить его к требованиям человека и его рабочей деятельности. Цвета поверхностей, ограничивающие объем помещения (стены, потолки, полы), являются только фоном и дают первое впечатление о помещении.

В условиях современного производства от работающих требуется большая собранность, точность движений и быстрота реакции. Одним из средств снижения возникающей в связи с этим дополнительной психофизиологической нагрузки является цветовая сигнализация — так называемая функциональная окраска. Функциональная

окраска в производственных помещениях промышленных зданий, как правило, используется для решения трех основных задач:

- для более рациональной организации труда. Функциональная окраска при помощи простых и наглядных средств помогает работающим ориентироваться в сложной системе проездов, переходов и коммуникаций внутри промышленных зданий, в отдельных элементах оборудования;
- для предотвращения аварий и несчастных случаев на производстве;
- для повышения выразительности архитектурных решений интерьеров производственных помещений с помощью цветовых акцентов.

Если нужно достичь кажущегося уменьшения больших, высоких и обширных помещений и комнат, при внутреннем цветовом оформлении для стен и потолков используют более насыщенные оттенки цветов, которые при зрительном восприятии как бы приближаются. При необходимости кажущегося увеличения и расширения малых и узких помещений применяют менее насыщенные и яркие оттенки цветов, которые кажутся удаляющимися от наблюдателя.

Для кажущегося укорочения длинных помещений применяют более выразительные цвета на торцевых стенах.

В комнатах с окнами, выходящими на юг, или в рабочих помещениях с избытком солнечного света рекомендуется использовать холодные цвета и их оттенки, которые создают иллюзию охлаждения.

В комнатах с окнами, выходящими на север, или в рабочих помещениях, где ощущается недостаток солнечного и вообще дневного света, рекомендуется использовать светлые и теплые цвета – желтые, бежевые, охристые, оранжевые, которые позволяют получить ощущение тепла.

Цветовое оформление производственных помещений выполняют так, чтобы цвет фона рабочей поверхности был слегка контрастен цвету обрабатываемого материала и облегчал зрительное восприятие и рассматривание отдельных частей. Если наблюдаемый предмет светлее или темнее поверхностей, находящихся за ним, или если предмет и фон имеют контрастные цвета, то это помогает различать и рассматривать подробности и тем самым уменьшает утомление глаз. При пестрых и ярких цветах обрабатываемого материала или предмета (на который при обработке необходимо непрерывно смотреть) целесообразно окружение или фон сделать серыми. Например, если обрабатываемым материалом является яркая оранжевая лента, то фон должен иметь пастельный серо-голубой оттенок. При блед-

ном или нейтральном цвете обрабатываемого материала целесообразно к цвету фона добавить дополнительные или слабо контрастные цвета. Например, если контрольно-измерительный прибор имеет серо-голубой цвет, то фон (поверхность рабочего стола) должен быть охристым или светло-коричневым. При сером цвете обрабатываемого материала в качестве фона рекомендуются зеленые оттенки, так как зеленый цвет облегчает рассматривание подробностей.

Имеется интересный опыт конструирования металлорежущих станков со съемными экранами различного цвета, что позволяет менять цвет фона в зависимости от цвета обрабатываемого изделия.

ВЛИЯНИЕ ИСТОЧНИКА СВЕТА НА ВОСПРИЯТИЕ ЦВЕТА

При цветовом оформлении помещений необходимо учитывать влияние на восприятие цвета природы света и его характеристик. Считается, что точно передать любой цвет может только белый свет. В действительности же идеально белого цвета не существует. Любой цвет, даже естественный дневной, который мы считаем белым, более или менее окрашен. С искусственным светом еще сложнее.

В настоящее время чаще всего применяют четыре типа источников искусственного света: лампы накаливания, разрядные лампы с газовым наполнителем, люминесцентные лампы, представляющие собой комбинацию разряда и явление люминесценции, и светодиодные лампы.

Наиболее правильное впечатление о цвете мы получаем при солнечном освещении в полдень.

В свете ламп накаливания почти полностью отсутствуют синяя и фиолетовая части спектра, поэтому красные, оранжевые, желтые и зеленые цвета воспринимаются лишь с незначительными отклонениями по сравнению с этими же цветами при дневном свете, а синие и фиолетовые поверхности значительно темнеют и краснеют.

Свет люминесцентных белых ламп дневного света по своему спектральному составу близок к естественному дневному свету. При освещении этими лампами восприятие цвета будет относительно правильным, совпадающим с восприятием при дневном освещении.

Остановимся на некоторых характеристиках источников света, оказывающих влияние на восприятие цвета. Полное количество света, проходящее через некоторую поверхность в единицу времени называется *световым потоком*. Единицей измерения светового потока является люмен (Лм).

Параметрами, определяющими качество света, являются *цветовая температура* и *индекс цветопередачи*. Искусственный свет высокого качества передает цвета так же, как естественный свет в облачный полдень.

Цветовая температура – важнейший качественный параметр, определяющий спектральный состав излучения источника света. Единицей измерения цветовой температуры является градус Кельвина (К), который отсчитывается от абсолютного нуля (-273 °С). Цветовая температура источника света определяется путем сравнения с так называемым —**«серым телом»** и отображается —**«линией черного тела»**. Если температура —**«серого тела»** повышается, то синяя составляющая в спектре возрастает, а красная составляющая убывает. *Цветовая температура* условно делится на: Y-2700 К – теплый (желтый) свет; N – 4000 К – нейтральный (дневной) свет; W – 6400 К – холодный (белый) свет. К примеру, цветовой температуре 5500⁰ К соответствует неяркий естественный дневной свет в полдень. Лампы накаливания обычно имеют цветовую температуру 2700⁰К.

Цвет объекта зависит и от его собственных спектральных свойств и от характера освещения, поэтому в технике наиболее распространенные источники света различают (стандартизируют) по цветовой температуре. Цветовая температура некоторых источников света, широко используемых на практике, приведена в табл.5.3.

Абсолютное черное тело – это тело, имеющее поверхность, которая поглощает все излучение, падающее на нее. Абсолютно черное тело также является излучателем Планка, поэтому оно представляет собой идеализированный источник света. Увеличение температуры абсолютно черного тела вызывает изменение спектра излучения, что приводит к различному восприятию цвета глазами наблюдателя. Так, например, подкова в пламени кузницы. Сначала она осветится красным, потом, с увеличением температуры, - желтым, и, в конце концов, - белым. Каждой температуре соответствует свой спектр излучения, а каждому спектру – свой цвет.

Тепловой излучатель – это источник света, который излучает свет благодаря высокой температуре твердого тела. Солнце и все лампы накаливания, а также вольфрамо-галогидные лампы излучают свет со спектром очень близким к спектру абсолютно черного тела. Поэтому, сравнение источника света с естественным дневным светом можно заменить его сравнением с абсолютно черным телом.

Цветопередача отражает воздействие света лампы на цвета освещаемых ею объектов. Искусственный свет должен обеспечивать

максимально близкое к естественному дневному свету восприятие цветов.

Таблица 5. 3.

Цветовая температура источников света

<i>Источник света</i>	<i>Цветовая температура, °K</i>
Свеча	2000
Натриевая лампа высокого давления	2200-2300
Галогенная лампа (интенсивность 50%)	2500
Бытовая лампа накаливания (газо-наполненная лампа накаливания с вольфрамовой спиралью)	2800
Галогенная лампа (интенсивность 80%)	3000
Галогенная лампа (интенсивность 100%)	3200-3400
Лампа теплого люминесцентного света	3700
Газоразрядная лампа CSI (Compact Source Iodide)	4000
Лампа нейтрального люминесцентного света	4300
Лампа холодного люминесцентного света	5700
Газоразрядная лампа CID (Compact Iodide Daylight)	5700-5900
Газоразрядная лампа HMI фотовспышка	5500-6500
Прямой солнечный свет	7000
Чистое голубое небо	8500-9000

При оценке цветопередачи используется *индекс цветопередачи (коэффициент цветопередачи) R_a* – это параметр, характеризующий уровень соответствия естественного цвета тела видимому (кажущемуся) цвету этого тела при освещении его данным источником света, то есть насколько натурально выглядят окружающие нас предметы в свете этого источника. Индекс цветопередачи лампы означает сте-

пень отклонения от идеального источника света. Он определяется сравнением 8 (или 14) стандартных эталонных цветов при освещении эталонным и тестируемым источниками. Основные и дополнительные тестируемые цвета приведены в табл.5.4.

Таблица 5. 4.

Тестируемые цвета

<i>Основные цвета</i>	<i>Дополнительные цвета</i>
R1 – брусничный	R9 – красный
R2 – горчичный	R10 – желтый
R3 – желто-зеленый	R11 – зеленый
R4 – светло-зеленый	R12 – синий
R5 – бирюзовый	R13 – цвет кожи
R6 – небесно-голубой	R14 – цвет зеленого листа
R7 – фиолетовой	
R8 – сиреневый	

Чем меньше отклонение видимого цвета от естественного, тем лучше характеристика цветопередачи этой лампы. Чем ниже коэффициент цветопередачи, тем хуже цветопередача тестируемого источника света.

Наибольший возможный индекс цветопередачи ($R_a = 100$) присваивается абсолютно черному телу. Источник света с индексом цветопередачи $R_a = 100$ излучает свет, оптимально отражающий все цвета. Свет высокого качества передает цвета так же, как естественный свет в облачный полдень. Комфортный для человеческого зрения диапазон цветопередачи составляет $R_a = 80-100$.

В табл.5.5 приведены характеристики цветопередачи и коэффициенты цветопередачи некоторых используемых ламп.

Под влиянием освещения различными источниками света изменяются некоторые оттенки цветов окрашенных поверхностей. Так, при освещении электрическими лампочками накаливания желтые оттенки кажутся более темными. В этом случае нужно выбирать более светлую желтую краску. Сине-зеленые оттенки кажутся желтоватыми, поэтому нужно брать наиболее насыщенные из них; желто-зеленые кажутся бледнее, поэтому следует использовать более темные; оранжевые кажутся более яркими, поэтому берутся наименее яркие.

При одном только искусственном освещении следует применять насыщенные цвета.

Общее цветовое оформление производственных помещений должно быть гармоничным, приятным для глаз. Гармония цветов рабочего помещения вызывает у человека чувство покоя.

Таблица 5.5.

Характеристики цветопередачи некоторых ламп.

<i>Характеристика цветопередачи</i>	<i>Коэффициент цветопередачи</i>	<i>Примеры ламп</i>
Отличная	Более 90	Галогенные лампы, лампы накаливания
Очень хорошая	80-89	Люминесцентные лампы OSRAM LUMILUX
Хорошая	70-79	Люминесцентные лампы OSRAM 10 и 25
Хорошая	60-69	Обычные люминесцентные лампы
Удовлетворительная	40-59	Лампы ДРЛ
Плохая	Менее 39	Лампы ДИат

К сожалению, следует отметить, что самое лучшее цветовое решение с течением времени теряет свой психологический эффект, поскольку рабочие постепенно привыкают к нему. В связи с этим целесообразно периодически менять или частично обновлять цветовую окраску производственных помещений.

Глава 6.

ЭРГОНОМИКА

Современное производство, оснащенное сложными техническими системами, предъявляет к человеку требования, вынуждающие его иногда работать на пределе психофизиологических возможностей и в экстремальных ситуациях. Возрастает ответственность человека за эффективное и надежное функционирование сложных систем. Резко увеличивается цена ошибки человека при проектировании систем, а также в процессе их эксплуатации.

Еще в 1962 году Леонтьев А.Н. и Панов Д.Ю. в своей работе «Психология человека и технический прогресс» писали, что —м— ственное и психическое развитие человека становится важнейшим резервом увеличения общественной производительности труда, а человеческий фактор — особым измерением всего процесса создания и эксплуатации новой техники”.

В конце XIX и в начале XX веков в промышленно развитых странах мира (США, Англия, Германия, Япония и др.) были созданы специальные лаборатории, кафедры и институты, изучающие влияние трудовых процессов и производственной среды на организм человека. Российские ученые в 20–30-е годы XX века так же уделяли большое внимание проектированию и созданию технических средств и технологических процессов, обеспечивающих человеку нормальные условия работы, охрану труда и здоровье. Они предложили создать новую научную дисциплину — эргологию (учение о работе человека) или эргонологию (учение о законах работы).

Во время Второй мировой войны работы в этом направлении во многих странах практически прекратились и возобновились только после окончания войны. Полученные ранее результаты позволили перейти к решению конкретных индустриальных задач. Для обозначения новой научной области был выбран термин «эргономика», впервые предложенный еще в 1857 году польским естествоиспытателем Войтехом Ястршембовски, который опубликовал в еженедельнике «Природа и промышленность» статью «Очерки по эргономии, или науке о труде, основанной на закономерностях науки о природе».

Официально термин «эргономика» (от др-греческого *ergon* — работа, *nomos* — закон) был введен в Великобритании в 1949 году. Название «эргономика» было выбрано в связи с тем, что новая область знаний не принадлежала полностью ни к одной из известных

наук. Важным шагом для совместной работы по решению общих проблем в проектировании эффективной трудовой деятельности человека, использующего в процессе работы технические средства и системы, явилось образование английскими учеными Эргономического научно-исследовательского общества.

В настоящее время существует несколько определений эргономики.

Эргономика – это наука, изучающая проблемы, связанные с оптимизацией трудовой деятельности человека, с созданием для него комфортных и безопасных условий труда. Эргономика изучает функциональные возможности и особенности человека в трудовых процессах.

Эргономика – наука, возникшая на стыке технических наук, инженерной психологии, физиологии, антропологии, биофизики, гигиены и др. Эта наука рассматривает взаимоотношения в системах «человек – машина», «человек – предмет», «человек – среда» и т.д.. Она исследует взаимосвязь человека с предметным миром в процессе его трудовой деятельности.

В последнее время эргономика отходит от классического определения и перестает быть строго связанной с производственной деятельностью. Более широкое определение эргономики, принятое Международной Ассоциацией Эргономики (IEA) в 2010 году звучит так: «*Эргономика* – это научная дисциплина, изучающая взаимодействие человека и других элементов системы, а также сфера деятельности по применению теории, принципов, данных и методов этой науки для обеспечения благополучия человека и оптимизации общей производительности системы».

Эргономика развивается в тесном контакте с другими науками, она опирается на комплекс базовых дисциплин (общественных, естественных и технических).

Взаимосвязь с общественными дисциплинами проявляется в том, что в основе теоретических положений эргономики лежит представление о труде как особой сфере человеческой деятельности, понимание того, что она не сводится к совокупности чисто механических операций, а представляет собой форму реализации и развития способностей человека как личности.

С естественнонаучными дисциплинами эргономика связана учетом физиологических, биофизических, биомеханических, психологических закономерностей трудовой деятельности.

Взаимосвязь эргономики с техническими науками обусловлена тем, что она возникла на базе современной техники и учитывает те

разнообразные требования, которые современная техника предъявляет к человеку.

К концу XX века выделились три главных направления внутри эргономики:

- Эргономика физической среды, рассматривающая вопросы, связанные с анатомическими, антропометрическими, физиологическими и биомеханическими характеристиками человека, имеющими отношение к физическому труду. Наиболее актуальные проблемы включают рабочую позу, обработку материалов, расстройства опорно-двигательного аппарата, компоновку рабочего места, надежность и здоровье.
- Когнитивная эргономика связана с психическими процессами, такими как, например, восприятие, память, принятие решений, поскольку они оказывают влияние на взаимодействие между человеком и другими элементами системы. Соответствующие проблемы включают умственный труд, принятие решений, квалифицированное выполнение, взаимодействие человека и компьютера.
- Организационная эргономика рассматривает вопросы, связанные с оптимизацией технических систем, включая их организационные структуры и процессы управления. Проблемы включают рассмотрение системы связей между индивидуумами, управление групповыми ресурсами, разработку проектов, кооперацию, групповую работу и управление.

Современная эргономика подразделяется на микроэргономику, мидиэргономику и макроэргономику.

Микроэргономика занимается исследованием и проектированием систем «человек – машина». Иногда ее называют миниэргономикой,

Мидиэргономика занимается изучением и проектированием систем «человек – коллектив», «коллектив – организация», «коллектив – машина», «человек – сеть». Именно мидиэргономика исследует производственные взаимодействия на уровне рабочих мест и производственных задач.

Макроэргономика исследует и проектирует более общие системы, такие как «человек – общество», «организация – система организаций».

При таком делении можно считать, что художественное конструирование больше связано с микроэргономикой. Основной задачей при проектировании остается учет человеческого фактора.

Здесь следует отметить, что учет человеческого фактора при проектировании и изготовлении изделий – это традиция давняя. Мастера-ремесленники всегда стремились сделать вещи, инструменты или

какие-нибудь орудия полностью соответствующими трудовому процессу, максимально удобными для работающего. Художник К.С. Петров-Водкин в своих воспоминаниях отмечал, что эти орудия делались мастерами, овладевшими секретами практической «подгонки» их к человеку, к его возможностям, к его деятельности. В наше время «секретами» подгонки художник-конструктор овладевает с помощью эргономики, требования которой обязательны для всех, кто связан с формированием предметного мира.

Решение практических задач оптимизации трудовой деятельности человека – это и есть реальная цель эргономики. Важнейшей частью этой науки является инженерная психология, которая ставит своей задачей снижение до минимума отрицательных воздействий условий труда на нервную систему человека и его работоспособность.

Развитие техники постоянно ведет к изменению условий труда. Инженеры-конструкторы после испытания некоторых машин новейших образцов убеждались в том, что без научно обоснованного учета требований, предъявляемых к машине человеческим организмом, и его психофизиологической реакции эти машины недостаточно эффективны.

В быстродействующих машинах резко увеличивается объем информации в единицу времени и сокращается норма времени на реакцию человека, обслуживающего эту машину, т.е. увеличивается нагрузка на его нервную систему.

Изменения условий трудовой деятельности, на которые не успевает среагировать, биологически перестроиться организм человека, приводят к появлению целого ряда отрицательных явлений, что в большинстве случаев указывает не на низкую квалификацию операторов, а на несоответствие конструктивных особенностей техники возможностям человека. По имеющимся данным на долю человеческого фактора в настоящее время приходится от 40 до 70% всех отказов технически сложных систем.

Сфера приложения эргономики очень разнообразна, основные ее принципы распространяются не только на орудия труда, но и на весь ассортимент промышленных изделий, включая бытовые.

Основные понятия эргономики приведены в ГОСТ 26387 – 84 «Система «человек – машина». Термины и определения». Человек – оператор, например, по этому стандарту – это человек, осуществляющий трудовую деятельность, основу которой составляет его взаимодействие с предметом труда, машиной и внешней средой через посредство информационной модели и органов управления. Машина

– это совокупность технических средств, используемых человеком-оператором в процессе деятельности. Деятельность человека – оператора – это процесс достижения поставленных в системе «человек – машина» целей, состоящий из упорядоченной совокупности действий человека и т.д.

Основным фактором, вызывающим утомление, является нагрузка. Помимо абсолютной величины нагрузки на степень развития утомления влияет характер нагрузки (статический или динамический) и ее интенсивность.

Статическая физическая нагрузка при прочих равных условиях ведет к большему развитию утомления, чем динамическая. При увеличении интенсивности нагрузки утомление наступает раньше. Существует определенная оптимальная интенсивность нагрузки, при которой утомление развивается медленнее всего.

Помимо величины нагрузки существуют дополнительные факторы, способствующие развитию утомления. Эти факторы можно разделить на три группы: 1) микроклимат; 2) использование техники; 3) нарушение режима труда и отдыха.

К первой группе относятся: понижение содержания кислорода во вдыхаемом воздухе, повышенное содержание углекислого газа, высокая температура среды, повышенная влажность, изменение барометрического давления и т.п.

Наибольшим разнообразием характеризуется вторая группа. Среди причин, входящих в эту группу следует отметить загрязненность воздуха различными газами (например, продуктами неполного сгорания топлива), действие механических сил, ведущих к вибрации, тряске, ускорениям, воздействию электромагнитных колебаний, шумов, изменение освещенности и многое другое.

К третьей группе относятся факторы, связанные в основном с нарушением режима труда и отдыха: недостаточность времени для восстановления сил после утомления, неправильное использование перерывов между работой и т.д.

Среди всех видов утомления можно отметить один специфический вид, возникающий при отсутствии деятельности. Такое утомление довольно часто встречается в современном производстве у специалистов, деятельность которых связана с приемом нерегулярно и неожиданно поступающей информации, т.е. работающих в режиме ожидания. Чувство усталости у этих специалистов в основном определяется развитием сенсорной (чувствительной) напряженности.

Основным критерием оценки характера реакции организма на информационную структуру рабочего процесса является критерий

адекватности. Состояние оператора близкое к оптимальному называют состоянием адекватной мобилизации. Это состояние характеризуется минимальным числом ошибок в работе и выбором оптимального алгоритма деятельности. В тех случаях, когда предъявляемые к организму требования находятся на пределе его физиологических возможностей или превышают их, наблюдается переход состояния адекватной мобилизации в состояние динамического рассогласования. Следует отметить, что состояние динамического рассогласования может возникнуть и при небольшой информационной нагрузке, когда имеются различного рода эмоциональные сдвиги, особенно связанные с малым навыком в работе. О состоянии динамического рассогласования свидетельствуют большие сдвиги в вегетативной нервной системе. Появляются такие дополнительные реакции как потоотделение, расширение сосудов кожи, нарушение мышечного баланса и др. Это состояние сопровождается нарушениями работоспособности и появлением большого числа ошибок. Возникают лишние действия, увеличивается время выполнения работы, вплоть до отказа от работы. Динамическое рассогласование является более устойчивым, чем адекватная мобилизация: уменьшение интенсивности нагрузки не приводит к ликвидации этого состояния и появлению адекватной мобилизации. Должно пройти некоторое время, прежде чем признаки рассогласования исчезнут.

Любой вид сознательной человеческой деятельности всегда в той или иной мере связан с развитием эмоциональных состояний. Одной из задач эргономики является управление этим состоянием. Эргономика занимается комплексным изучением и проектированием трудовой деятельности с целью оптимизации орудий, условий и процесса труда, а также профессионального мастерства. Эргономика использует методы исследований, сложившиеся в психологии, физиологии и гигиене труда. Эргономика не дублирует исследований, проводимых в сфере психологии, физиологии и гигиены труда, она опирается на них и их дополняет. Проблема состоит в координации различных методических приемов при решении той или иной эргономической задачи.

Внедрение результатов эргономических исследований в практику дает ощутимый социально-экономический эффект. Как отечественный, так и зарубежный опыт внедрения эргономических требований свидетельствует о существенном повышении производительности труда. При этом грамотный учет человеческого фактора представляет собой не разовый источник повышения, а постоянный резерв увеличения эффективности общественного производства.

Эргономика как наука включает в себя следующие основные разделы: антропометрический, гигиенический, физиологический, психофизиологический и эстетический. В соответствии с этим эргономика требует наличия следующих характерных соответствий между различными особенностями человека и условиями работы: антропометрического, физиологического, психофизиологического, гигиенического и эстетического.

Антропометрическое соответствие характеризуется правильно выбранными параметрами конструкции с точки зрения анатомических особенностей человеческого тела — размеров, формы, степени подвижности частей тела и других параметров. Наличие этого соответствия обеспечивает рациональную и удобную позу, правильную осанку, максимальные и оптимальные рабочие зоны рук и ног и т.д.

Оптимальный учет антропометрических данных приводит к органической связи изделий с человеком, способствует формированию правильной масштабности изделий, которая является одной из важнейших категорий красоты. Формы и размеры ручек дверей, рукояток приборов или пультов управления, руля велосипеда или автомобиля, трубки и т.д. должны быть согласованы с размерами кисти руки человека. Размеры и форма педалей станков, автомобилей и т.п. должны соответствовать форме и размеру стопы, а нагрузка на педаль — оптимальному усилию, которое может развить человек, нажимая на педаль.

Физиологическое и психофизиологическое соответствие определяются силовыми, скоростными, энергетическими, зрительными, слуховыми, осязательными и обонятельными возможностями и особенностями человека, а также реакцией человека на цвет, сочетание цветов, форму и другие эстетические параметры машины.

Гигиеническое соответствие предполагает создание на рабочем месте нормальных условий микроклимата и ограничение воздействия на человека параметров внешней среды (освещенности, температуры, влажности, давления, радиации, шума, вибрации и т.д.).

Эстетическое соответствие — это эмоциональное удовлетворение человека от зрительного восприятия объекта с точки зрения эстетики (пропорций, цвета, масштаба объекта и т.д.) при полном соответствии изделия функциональному назначению.

Чтобы обеспечить эти соответствия, необходимо при проектировании оборудования, при организации рабочих мест учитывать антропометрические, физиологические, психофизиологические, гигиенические и эстетические требования.

АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Антропометрия – один из разделов антропологии (науки о человеке), занимающийся, в основном, изучением «геометрии человека», которое базируется на измерениях человеческого тела и его частей.

Антропометрические параметры – это основные размеры человеческого тела, которые обычно представляются в виде таблиц. Число антропометрических параметров, «описывающих» человека, может превышать 50. Антропометрические параметры делят на классические и эргономические, которые в свою очередь разделяются на статические и динамические. Эргономическими параметрами называют размеры человеческого тела, которые могут служить основой для определения размеров различных объектов конструирования и организации рабочих мест. Эти параметры измеряются в разных положениях и позах, условно имитирующих рабочие позы.

Статические антропометрические параметры – это размеры тела, измеренные в статическом положении испытуемого, сохраняющего при измерении одну и ту же позу.

Динамические антропометрические параметры – это размеры, изменяющие свою величину при перемещении тела в пространстве и характеризующиеся угловыми и линейными перемещениями.

На рис. 93 приведена схема измерения антропометрических параметров мужского и женского тела, в положении стоя, а на рис. 94 – в положении сидя.

Позиции 1 – 17 на рис.93, и 1 – 21 на рис.94 соответствуют определенным антропометрическим величинам. Например, 1 – рост; 12 – зона вертикальной досягаемости; 13 – длина руки, вытянутой в сторону, и т.д. Существуют таблицы, в которых приведены средние, наибольшие и наименьшие размеры этих величин. В таблицах 6.1 и 6.2 приведен перечень эргономических размеров тела и их статистические параметры, необходимые для расчетов линейных параметров рабочих мест для работы в положении стоя и сидя. К статистическим параметрам относятся: средние значения измеряемых параметров $\bar{X}$; минимальные P_5 и максимальные P_{95} значения, а также среднеквадратическое отклонение S . Измерения были проведены в 1994 г. для мужчин (166 человек) и женщин (207 человек) в возрасте 18—21 год.

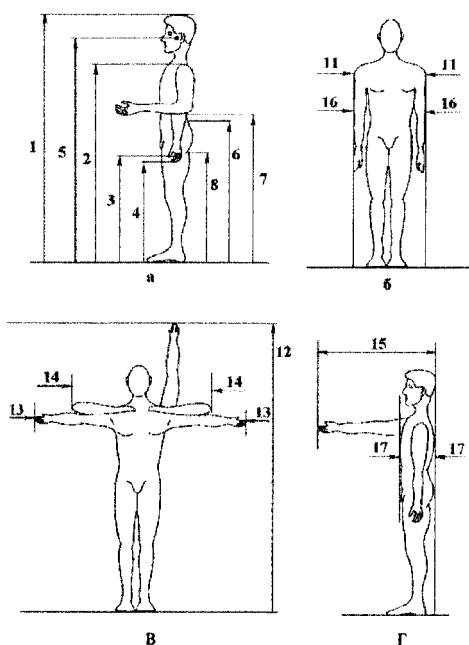


Рис.93. Эргономические размеры тела в положении стоя:
а - продольные размеры отдельных частей тела; б, в, г – габаритные
размеры тела (соответственно – продольные, поперечные,
переднезадние).

Следует отметить, что эти размерные данные характеризуют городское население, которое в настоящее время имеет возраст 36—39 лет.

В основу общих правил использования антропометрических данных при расчете параметров рабочих мест положен метод перцентилей.

Перцентиль – это сотая доля измеренной совокупности людей, которой соответствует определенное значение антропометрического признака. Если площадь, ограниченную кривой нормального распределения, или всю совокупность наблюдений разделить на 100 равных частей, то получим 99 перцентилей ($P_1, \dots, P_{99}$). Каждый перцентиль имеет свой порядковый номер: 1-й перцентиль отсекает в распределении частоты наименьших значений антропометрического

признака, составляющие 1% от суммы всех частей; 2-й перцентиль – значения, составляющие 2%, и т.д. 50-й перцентиль в нормальном распределении соответствует средней арифметической величине. В приведенных таблицах (6,7) среднему значению измеренных параметров соответствует 50-й перцентиль; минимальному 5-й перцентиль, а максимальному – 95-й перцентиль.

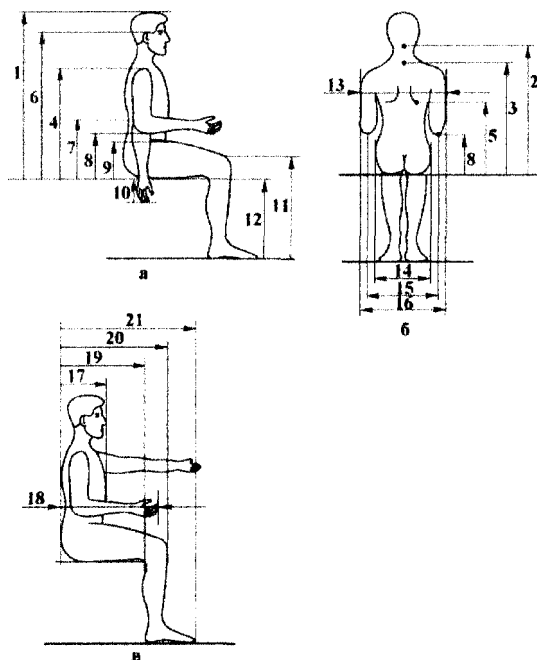


Рис.94. Эргономические размеры тела в положении сидя:
а, б – продольные и поперечные размеры тела;
в – переднезадние размеры тела.

Средняя величина признака – это та, ниже которой оказывается около половины населения. Если бы размеры дверей соответствовали только средним размерам человека, то 50% посетителей общественных зданий разбивали бы свои лбы о притолоку.

При этом необходимо помнить, что в природе не существует человека, все размеры которого соответствовали бы только среднему арифметическому значению или только 5 или 95 перцентильям. Это

лишь условное предположение, поэтому минимум свободного пространства для размещения тела человека и его передвижений следует исчислять исходя из антропометрических данных людей, характеризующихся наибольшими продольными, поперечными и переднезадними размерами тела.

Таблица 6.1.

**Эргономические размеры
(антропометрические признаки). Положение стоя**

№ п/п	Размер тела	Пол	X	S	P ₅	P ₉₅
1	2	3	4	5	6	7
	Высота над полом:					
1	верхушечной точки (рост)	М	175,69	5,62	166,44	184,94
		Ж	163,69	5,74	154,24	173,13
2	плечевой точки	М	146,34	5,52	137,25	155,42
		Ж	135,99	5,48	126,97	145,00
3	фаланговой точки	М	77,30	3,85	70,96	83,64
		Ж	73,12	3,35	67,60	78,63
4	пальцевой III точки	М	66,81	3,68	50,75	72,87
		Ж	63,47	3,20	58,21	68,73
5	глаз	М	163,74	5,33	154,65	172,84
		Ж	152,55	5,65	143,25	161,84
6	линии талии	М	107,89	4,60	100,33	115,46
		Ж	101,97	4,19	95,08	108,86
7	локтя	М	108,32	4,82	100,41	116,23
		Ж	101,04	4,21	94,12	107,97
8	подъягодичной точки	М	80,74	4,12	73,96	87,52
		Ж	74,89	4,19	67,99	81,97
9	Длина кисти	М	18,79	0,87	17,36	20,22
		Ж	16,84	0,80	15,55	18,15
10	Длина стопы	М	26,61	1,18	24,67	28,55
		Ж	23,92	1,05	22,19	25,64
11	Бидельтоидный диаметр	М	45,76	2,25	41,63	49,23
		Ж	41,16	2,11	37,70	44,63
12	Вертикальная дося- гаемость рук	М	221,91	8,28	208,29	235,53
		Ж	204,71	7,92	191,68	217,75
13	Размах рук	М	178,17	6,75	167,07	189,27
		Ж	163,95	7,51	151,60	176,30

14	Размах рук, согнутых в локтях	М	93,48	3,68	87,42	99,54
		Ж	87,01	3,80	80,76	93,26
15	Передняя досягаемость рук	М	84,90	4,00	78,32	91,48
		Ж	78,94	3,77	72,74	85,14
16	Наибольший поперечный диаметр туловища	М	51,16	3,10	46,11	56,48
		Ж	46,84	3,12	41,70	51,97
17	Наибольший переднезадний диаметр туловища	М	24,54	2,03	20,68	31,16
		Ж	24,23	2,04	20,86	27,59

Таблица 6.2.

**Эргономические размеры тела
(антропометрические признаки). Положение сидя**

№ n/n	Размер тела	Пол	X	S	P ₅	P ₉₅
1	2	3	4	5	6	7
	Высота над сиденьем:					
1	верхушечной точки	М	91,18	3,18	85,76	95,20
		Ж	85,86	3,18	80,63	90,08
2	затылочной точки	М	79,98	3,25	74,63	85,32
		Ж	74,69	3,29	69,28	80,10
3	шейной точки	М	65,12	3,11	60,00	70,24
		Ж	61,96	2,87	57,24	66,68
4	плечевой точки	М	62,02	2,90	56,36	66,19
		Ж	57,80	2,70	53,27	62,33
5	подлопаточной точки	М	44,84	2,80	40,23	49,45
		Ж	42,43	2,83	37,78	47,09
6	глаз	М	79,04	3,26	73,69	84,40
		Ж	74,17	2,93	69,36	78,99
7	талии	М	26,26	2,16	22,72	29,80
		Ж	24,59	2,03	21,25	27,93
8	локтя	М	24,29	2,52	20,15	28,43
		Ж	23,56	2,41	19,60	27,52
9	бедра	М	15,06	1,75	12,19	17,93
		Ж	14,76	1,36	12,60	17,23
10	Сиденье – III пальцевая фаланга опущенной вниз руки	М	18,01	2,64	13,66	22,65
		Ж	16,12	2,68	11,71	20,53

11	Высота колена над полом	М	56,19	2,52	52,04	60,33
		Ж	52,71	2,43	48,71	56,72
12	Высота подколенного угла над полом	М	46,79	2,40	42,85	50,79
		Ж	42,34	2,30	38,56	46,12
13	Бидельтоидный диаметр	М	45,76	2,25	41,63	49,23
		Ж	41,16	2,11	37,70	44,63
14	Наибольшая ширина таза	М	36,15	2,33	32,31	39,98
		Ж	37,24	2,32	33,42	41,06
15	Межлоктевой диаметр	М	37,90	3,36	32,38	42,42
		Ж	35,05	3,16	29,85	40,26
16	Наибольший межлоктевой диаметр	М	46,80	3,49	41,06	52,54
		Ж	42,49	3,05	37,48	47,51
17	Спинка сиденья – передняя поверхность туловища	М	22,67	1,99	19,39	25,95
		Ж	23,49	1,99	23,43	27,45
18	Спинка сиденья – III пальцевая точка	М	37,49	2,04	34,14	40,84
		Ж	34,20	1,97	30,96	37,43
19	Спинка сиденья – подколенный угол	М	51,65	2,57	47,58	55,72
		Ж	49,56	2,85	40,63	54,01

Организация рабочего места

Организации рабочего места в эргономике уделяется большое внимание.

Под *рабочим местом* понимается зона, оснащенная необходимыми техническими средствами, в которой совершается трудовая деятельность исполнителя или группы исполнителей, совместно выполняющих одну работу или операцию. Организацией рабочего места называется система мероприятий по оснащению рабочего места средствами и предметами труда и их размещение в определенном порядке. Рабочее место должно обеспечивать работающему условия для удобного и безопасного выполнения работ. По уровню механизации рабочие места делятся на автоматизированные, механизированные, и рабочие места, где выполняются ручные работы.

Рабочее место должно быть приспособлено для конкретного вида труда и для работников определенной квалификации с учетом их физических и психических возможностей и особенностей.

При конструировании рабочих мест должны быть соблюдены следующие основные условия:

- достаточное рабочее пространство для работающего человека, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения при эксплуатации и техническом обслуживании оборудования;
- на рабочем месте не должно быть ничего лишнего, все необходимое для работы должно находиться в непосредственной близости от работающего;
- те предметы, которыми пользуются чаще, должны располагаться ближе тех предметов, которыми пользуются реже;
- достаточные физические, зрительные и слуховые связи между работающим человеком и оборудованием, а также между людьми в процессе выполнения общей трудовой задачи;
- оптимальное размещение рабочих мест в производственных помещениях, а также безопасные и достаточные проходы для работающих людей;
- необходимое естественное и искусственное освещение для выполнения трудовых задач, технического обслуживания;
- допустимый уровень акустического шума и вибрации, создаваемых оборудованием рабочего места или другими источниками шума и вибрации;
- должны быть предусмотрены необходимые средства защиты работающих от действия опасных и вредных производственных факторов;
- конструкция и расположение средств отображения информации, предупреждающей о возникновении опасных ситуаций, должны обеспечивать безошибочное, достоверное и быстрое восприятие этой информации работающими.

Конструкция рабочего места должна обеспечивать быстроту, безопасность, простоту и экономичность технического обслуживания в нормальных и аварийных условиях, а также полностью отвечать функциональным требованиям и предполагаемым условиям эксплуатации.

Параметры рабочих мест, при определении которых используют антропометрические данные человека, можно условно разделить на три группы:

- Габаритные параметры рабочего места – это предельные размеры его внешних очертаний. Габаритный объем рабочего места представляет собой сумму объемов, занятых основным производ-

ственным оборудованием, организационной и технологической оснасткой, проходами и подходами к основным элементам рабочего места и т.д.

- Свободные параметры – это параметры отдельных элементов рабочего места, которые не сопряжены друг с другом. К ним относятся параметры рабочего сиденья, его спинки, подлокотников, приводных элементов органов управления и т.п. Свободные параметры могут быть нерегулируемыми (постоянными) и регулируемыми (переменными). К последним относятся высота и угол подставки для ног, высота сиденья, угол наклона спинки, высота спинки и др.
- Компоновочные параметры – это параметры рабочего места, которые характеризуют положение отдельных элементов рабочего места относительно друг друга и по отношению к работающему.

При расчете параметров рабочих мест необходимо использовать базы отсчета, которые должны совпадать с базами, взятыми при измерении размеров тела.

Для расчетов эргономических параметров рабочих мест и производственного оборудования на основе антропометрических данных при проектировании, а также для их измерений на рабочем месте, следует использовать унифицированные базы отсчета, которые не требовали бы при их нахождении сложных перерасчетов или применения специальных устройств.

Базы отсчета для измерений и расчетов габаритных, свободных и компоновочных параметров рабочих мест различны.

Для расчетов и измерений *внутренних габаритных параметров* рабочего места за базы отсчета принимаются воображаемые ограничительные плоскости, касательные к наиболее выступающим внутрь рабочего пространства точкам элементов рабочего места, которые ограничивают размах движений и прохождение работающего. Это – приводные элементы органов управления, щитки, батареи, плафоны, оградительное устройство и т.п..

Базами отсчета для расчетов и измерений *габаритных параметров* отдельных элементов рабочего места (сиденья, щитка, кнопки и т.п.) будут наиболее выступающие по высоте, ширине и глубине точки, края и т.п. измеряемого элемента рабочего места. Например, общая высота рабочего сиденья рассматривается как высота над полом верхнего края спинки в самом ее высоком положении (и при самой большой высоте сиденья).

Базы отсчета *свободных параметров* рабочего места находятся в пределах измеряемого элемента рабочего места. Для каждого пара-

метра они будут различны. Например, ширина сиденья измеряется как прямое расстояние между его правым и левым краями. Длина педали — расстояние между центральными точками переднего и заднего края и т.п. Часто размеры, являющиеся для рабочего места в целом свободными, для измеряемого элемента являются габаритными.

Базы отсчета для расчетов *компоновочных параметров* различны, и выбор их зависит от выбора параметра, но, как правило, ими являются ограничительные плоскости.

Так как в современной научной и справочной литературе представлены в основном статические антропометрические признаки, то и предлагаемая система отсчета границ моторного пространства выбрана с условием использования только этой группы признаков.

Измерения и расчеты границ досягаемости на рабочем месте производят в основных ортогональных плоскостях: горизонтальной, фронтальной и сагиттальной (профильной), используя внешнюю систему отсчета, вне тела.

Нулевые точки отсчета располагаются на следующих плоскостях (рис.95).

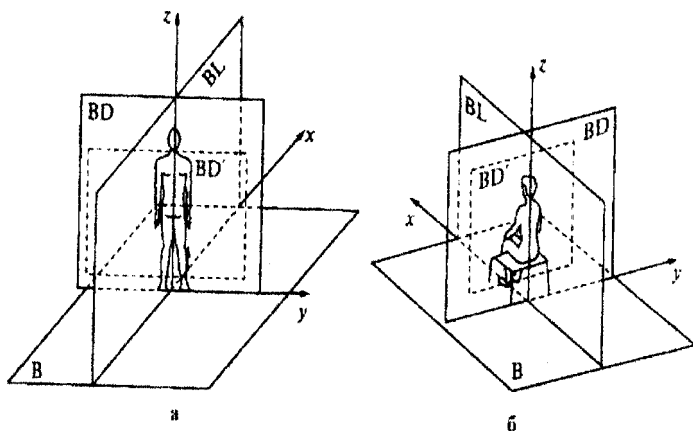


Рис. 95. Системы координат, используемые при расчетах эргономических параметров рабочих мест: а — в положении стоя; б — в положении сидя.

В положении стоя:

- на горизонтальной плоскости *В* (пол или другая опорная поверхность для стоп, например подставка для ног, педаль и т.п.);

- на фронтальной плоскости *BD* (воображаемая плоскость, касательная переднему краю оборудования);
- на срединно-сагиттальной плоскости (профильной) *BL*.

В положении сидя, совпадающей с одноименной плоскостью тела:

- на горизонтальной плоскости *B* (пол или другая опорная поверхность для стоп);
- на фронтальной плоскости:
 - а) касательной к переднему краю оборудования (*BD*), если сиденье свободно-подвижно;
 - б) касательной к наиболее выступающим точкам спины, или спинки сиденья (*BD*), при закрепленном сиденье или при наличии его подвижности по направляющей вперед-назад;
- на срединно-сагиттальной плоскости *BL*, проходящей через середину сиденья (профильная) и совпадающей с одноименной плоскостью тела при выпрямленном корпусе.

Следует заметить, что многие из этих плоскостей, кроме фронтальной плоскости, параллельной переднему краю оборудования, были использованы как базы отсчета при измерениях антропометрических признаков. Поэтому в качестве конечных точек расчетов принимают наиболее удаленные от этих плоскостей точки тела (пальцевая точка вытянутой вперед руки; надколенная чашечка; конечная точка стопы и т. п.) и соответственно те элементы оборудования, которые работающий человек может (или не может) свободно, без напряжения, достать, не меняя положения тела и позы. На каждом рабочем месте в каждом участке моторного пространства конечные точки будут различны (центр кнопки, лобовое стекло и т.п.).

Опорные поверхности могут быть первичными – базовыми (уровень пола), и вторичными, которые определяются относительно уровня пола (подставка для ног, педаль, сиденье, подлокотник, рабочая поверхность). Высота органов управления и средств индикации может измеряться как относительно первичной, так и относительно вторичных поверхностей. Выбор поверхности отсчета производится исходя из конкретных условий. Высота вторичной поверхности всегда должна быть определена относительно базовой.

Передним краем оборудования следует считать передний (ближний к работающему) край столешницы, панели пульта, станины станка или выступающие за эти края приводные элементы органов управления (рычаги, маховики, педали и т.п.), т.е. те элементы оборудования, положение которых не позволяет рабочему подойти ближе к оборудованию.

Для расчетов соотношений между высотой рабочей поверхности, высотой сиденья и высотой подставки для ног основной базой отсчета служит пол.

К факторам, определяющим рабочее место, относятся: положение тела, рабочая поза, рабочие движения, максимальный темп движений, рабочие зоны.

Наиболее распространенными положениями тела являются положения стоя и сидя, реже – лежа. Каждое из положений характеризуется определенными условиями равновесия, которые определяются в основном величиной площади опоры, положением общего центра тяжести по отношению к площади опоры. Кроме того, каждое из этих положений характеризуется определенным взаиморасположением звеньев опорного аппарата, степенью напряжения мышц, положением внутренних органов, состоянием дыхательной и кровеносной системы и, следовательно, расходом энергии.

Выбор рабочего положения обычно определяется: величиной усилий, которые затрачивает человек при выполнении той или иной операции; размахом движений; необходимостью переходить с места на место или возможностью сосредоточить свою работу на одном месте, а также точностью и темпом выполнения трудовых операций.

Так, положение стоя характеризуется неустойчивым равновесием, но в то же время ему свойственно более естественное состояние позвоночного столба и грудной клетки, хорошие условия для зрительного обзора и перемещения (рис. 96).

Однако оно более утомительно по сравнению с другими положениями, так как требует значительной работы мышц по удержанию равновесия тела. Поэтому в положении стоя следует избегать фиксированных поз и рекомендуется делать перерывы для отдыха в положении сидя.

Работа в позе сидя более рациональна и менее утомительна, так как уменьшается высота центра тяжести над площадью опоры, повышается устойчивость тела, снижается напряжение мышц, снижается нагрузка на сердечно-сосудистую систему, что уменьшает энергетические затраты организма на 10-20%. В этом положении лучше выполнять работу, требующую точности движения. Однако длительное пребывание в положении сидя сокращает зоны досягаемости и уменьшает силовые возможности, способствует появлению ряда патологических явлений (сутулости, радикулиту и т.д.), могут возникнуть застойные явления в органах таза, может быть затруднена работа органов кровообращения и дыхания

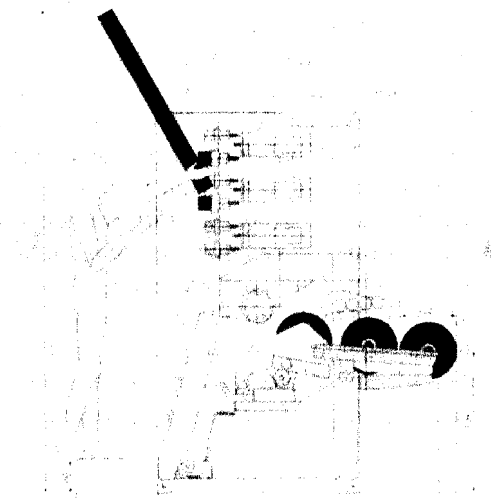


Рис. 96. Работа в положении стоя.

Положение лежа допускается в исключительных случаях, так как оно резко ограничивает моторные функции человека, ухудшает моторную координацию и уменьшает зону обзора. Выполнение операций лежа сопровождается утомительной статической работой, связанной с напряжением шейных мышц и плечевого пояса при удержании головы и рук. Для работы в положении лежа следует предусматривать специальные приспособления, уменьшающие статическое напряжение (опоры для головы и др.)

При проектировании трудовой деятельности необходимо правильно выбирать рабочую позу. Термин «*рабочая поза*» обозначает наиболее частое и предпочтительное взаимное расположение звеньев тела при выполнении трудовых операций. Сохранение той или иной рабочей позы происходит при активном участии нервно-мышечной системы. Рабочая поза динамична. Ее изменение связано с рабочими движениями. При этом следует учитывать то, что наиболее вредным является не столько сама поза, сколько время, в течение которого человек в ней находится.. Неудобная поза вызывает утомление, искривление позвоночника, сутулость и другие деформации тела, приводящие к профессиональным заболеваниям. Оптимальная рабочая поза служит исходным моментом при расчетах размеров досягаемости для рук и ног в пределах моторного про-

странства. В табл. 6.3 приведены характеристики оптимальных рабочих поз и условия их поддержания.

Выбор рабочей позы зависит от мышечных усилий во время работы, точности и скорости движений, а также от характера выполняемой работы. При усилиях не более 50Н можно выполнять работу сидя. При усилиях 50-100Н работа может выполняться с одинаковым эффектом как стоя, так и сидя, При усилиях более 100Н желательно работать стоя. Работа в положении стоя целесообразнее при необходимости постоянных передвижений, связанных с настройкой и наладкой оборудования. Она создает максимальные возможности для обзора и свободных движений. Однако при работе стоя увеличивается нагрузка на мышцы нижних конечностей, повышается напряжение мышц в связи с высоким расположением центра тяжести и увеличиваются энергозатраты по сравнению с положением сидя.

Смена позы приводит к перераспределению нагрузки на группы мышц, улучшает кровообращение, уменьшает монотонность работы. Поэтому, там, где это совместимо с технологией и условиями производства, необходимо предусматривать выполнение работы как стоя, так и сидя для того, чтобы рабочие по своему усмотрению могли изменять положение тела. Размеры *рабочей зоны* зависят от конструктивных особенностей обслуживаемой машины и определяются или экспериментально, или с помощью макетов и моделей, или приемами соматографии.

Таблица 6.3.

Оптимальные рабочие позы.

<i>Рабочая поза</i>	<i>Характеристика оптимальной рабочей позы</i>	<i>Условия для поддержания оптимальной рабочей позы</i>
1	2	3
Положение стоя	Корпус выпрямлен	Возможность смены позы
	Равномерная опора на обе стопы	Возможность кратковременного отдыха сидя
	Отсутствие крайних положений в суставах верхних конечностей	Наличие подставки для ног
	Экономичность рабочих движений	Отсутствие педали Оптимальные размеры рабочего пространства

Положение сидя	Корпус выпрямлен Сохранены естественные изгибы позвоночного столба и угол наклона таза Тупые углы в суставах нижних конечностей Отсутствие крайних положений в суставах верхних конечностей Экономичность рабочих движений рук, опора на обе стопы Отсутствие часты наклонов туловища и поворотов головы	Возможность смены позы Форма и размеры рабочего сидения Наличие опоры для всей спины Наличие подлокотников и подголовника Возможность откидывания спинки сидения для отдыха Оптимальное соотношение высоты сидения и рабочей поверхности Оптимальные размеры рабочего пространства Наличие подставки для ног (регулирование высоты сидения и подставки для ног)
-------------------	---	--

Соматография – это новая наука о человеке, анализирующая положение его тела и изменение позы в процессе работы на основании анатомических принципов.

На формирование рабочей позы в положении сидя влияет высота рабочей поверхности, на которой выполняются трудовые движения. Высоту рабочей поверхности устанавливают в зависимости от характера, тяжести и точности работ. Человек может субъективно различать изменение высоты и угла наклона рабочей поверхности, сидения и подставки для ног, соответственно, на 1 см и 1 градус.

Оптимальная рабочая поза обеспечивается также конструкцией стула (размер, форма, площадь и наклон сидения, регулировка по высоте). Основные требования к конструкции рабочего стула приведены в ГОСТ 12.2.032-78 и ГОСТ 21889-76.

В каждом *рабочем движении* выделяют четыре составляющие: механическая, физиологическая, психическая и функциональная. Механическая и физиологическая составляющие рабочих движений

характеризуются пространственными (форма, направление и т.д.), силовыми (направление, величина усилий) и скоростными параметрами.

Психическая составляющая решает задачу контроля за выполнением рабочих движений.

Функциональная составляющая делит все рабочие движения на основные и вспомогательные.

Рациональная организация рабочих движений создает условия для снижения утомления и повышения работоспособности человека.

Максимальный *темп движений* зависит от типа движения (вращательное, ударное и т.п.), от усилий, развиваемых при различных движениях и точности движения рук.

При конструировании рабочего места необходимо обеспечить выполнение трудовых операций в пределах зон досягаемости моторного поля.

Моторное поле – это пространство рабочего места с размещенными органами управления и другими техническими средствами, в котором осуществляются двигательные действия человека при выполнении рабочего задания. Рабочие зоны досягаемости делятся на оптимальную, зону легкой досягаемости и зону досягаемости (максимальную зону). При конструировании оборудования необходимо обеспечивать зоны оптимальной и легкой досягаемости моторного поля рабочего места. На рис. 97, 98, 99 приведены примеры определения зон досягаемости моторного поля человека при выполнении работ сидя в вертикальной плоскости (рис. 97) и горизонтальной плоскости (рис. 98); стоя в вертикальной плоскости (рис. 99). Примеры приведены для мужчин среднего роста.

В положении сидя для установления зон досягаемости испытуемый описывает правой и левой рукой дуги, сохраняя при этом выпрямленное и фиксированное положение тела относительно спинки стула.

Зона досягаемости (зона максимальной досягаемости) – это часть моторного поля рабочего места, ограниченная дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при движении их в плечевом суставе.

Зона легкой досягаемости – часть моторного поля рабочего места, ограниченная дугами, описываемыми расслабленными руками при движении в плечевом суставе.

Оптимальная зона досягаемости – часть моторного поля рабочего места, ограниченная дугами, описываемыми предплечьями при движении в локтевых суставах с опорой.

При конструировании необходимо также обеспечивать оптимальную зону информационного поля рабочего места. Под информационным полем понимают пространство рабочего места с размещенными средствами отображения информации и другими источниками сведений, используемых человеком в процессе трудовой деятельности. Оптимальная зона - это часть информационного поля рабочего места, обеспечивающая наилучшее восприятие информации.

Оптимальное положение работающего должно быть обеспечено конструкцией производственного оборудования и организацией рабочего места. Достигается оптимальное рабочее положение регулированием высоты рабочей поверхности. Значения регулируемых параметров следует выбирать по номограмме (рис. 100) в зависимости от тяжести труда и роста работающего.

Художник-конструктор, работающий над созданием промышленного оборудования, средств транспорта, мебели, а также занимающийся определением габарита помещений, компоновкой рабочих мест, конструированием и размещением органов контроля, управления, должен учитывать проблемы, связанные с антропометрией, с двигательными возможностями человека и со строением человеческого тела.

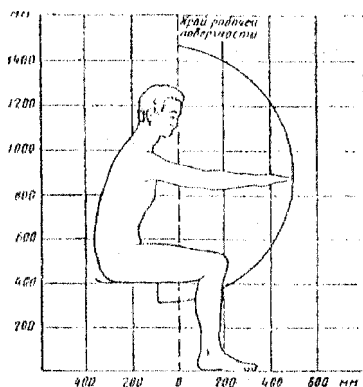


Рис. 97. Зона досягаемости моторного поля в вертикальной плоскости в положении сидя.

При проектировании промышленного оборудования нужно учитывать расход рабочей силы в процессе труда. При работе у челове-

ка активизируется деятельность зрительно-мозгового аппарата, в результате чего человек утомляется и переутомляется. Это резко снижает внимание, нарушает координацию движений. Появляются дефекты в работе, снижается производительность труда.

Поэтому наряду с размерами человеческого тела, художнику-конструктору необходимо знать анатомо-физиологические особенности человека: функциональные возможности мышц, усилия, которые способен развить человек, распределение массы человеческого тела, анатомию внутренних органов и особенности их функционирования в зависимости от позы человека.

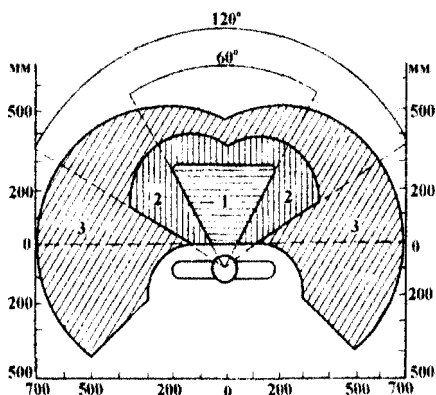


Рис. 98. Зоны для выполнения ручных операций и размещения органов управления в горизонтальной плоскости:

- 1 – зона для размещения очень часто используемых и наиболее важных органов управления (оптимальная зона моторного поля);
- 2 – зона для размещения часто используемых и наиболее важных органов управления (зона легкой досягаемости моторного поля);
- 3 – зона для размещения редко используемых органов управления (зона досягаемости).

Учет антропометрических данных, функциональных и физиологических возможностей человеческого тела позволил сформулировать следующие принципы комплекса движений человека в процессе труда:

- линейная скорость вращательных движений рук больше скорости поступательных движений;
- скорость плавных криволинейных движений рук больше скорости прямолинейных движений рук с резким изменением направления;

- точность движения рук больше при небольших (до 10 Н) нагрузках;
- точность движения рук больше при работе в положении сидя, меньше – при работе в положении стоя;
- наибольшая точность движений, совершаемая пальцами рук, достигается в горизонтальной плоскости при положении рук, согнутых в локтевом суставе на угол $50...60^{\circ}$ и в плечевом суставе – на угол $30...40^{\circ}$;
- максимальное усилие, развиваемое правой (рабочей) рукой, на 10...15% больше максимального усилия, развиваемого левой рукой;
- максимальное усилие, развиваемое стопой ноги в положении сидя, достигается, если угол между голенью и бедром составляет $95...120^{\circ}$ и т.д.

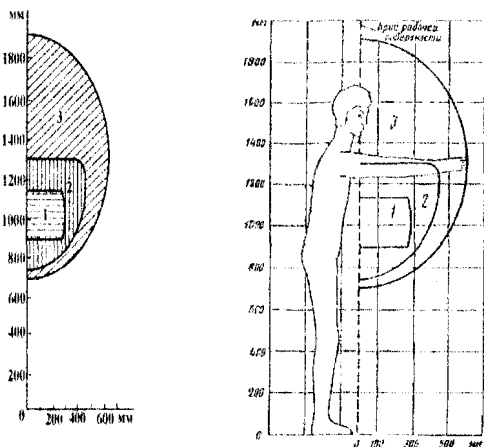


Рис. 99.. Зоны для выполнения ручных операций и размещения органов управления в вертикальной плоскости:

- 1 – зона для размещения очень часто используемых и наиболее важных органов управления (оптимальная зона моторного поля);
- 2 – зона для размещения часто используемых и наиболее важных органов управления (зона легкой досягаемости моторного поля);
- 3 – зона для размещения редко используемых органов управления (зона досягаемости)

Динамическая работа рук осуществляется более координировано в положении стоя, однако в тех случаях, когда позволяет технология,

точные движения лучше и предпочтительнее выполнять сидя. Наименее утомительными являются движения в пределах оптимальных зон.

Можно привести целый ряд характерных примеров учета антропометрических требований, относящихся к ручкам управления, клавишам приборов, форме кресла оператора и т.д. Например, кнопочные и клавишные переключатели по высоте должны находиться на уровне локтя сидящего человека при горизонтальном расположении предплечья и согнутой под углом 90° в локтевом суставе руки. Рациональный наклон панели клавиатуры равен 15° . Кнопки и клавиши на панелях управления располагают в ряд горизонтально с расстоянием между кромками кнопок не менее 5 мм, а в особых случаях вертикально, используя функционально-цветовое кодирование.

Тумблеры, применяемые в качестве выключателей и переключателей и требующие двух или трех дискретных положений, располагают на панелях горизонтальными рядами, причем расстояние между приводными элементами соседних тумблеров должно быть не менее 20 мм. В поворотных выключателях и переключателях, предназначенных для плавных или ступенчатых регулировок и переключений, расстояние между поворотными ручками должно быть не менее 20 мм при рациональном угле поворота не более 80° , причем в граничных положениях выключатели должны иметь стопорные фиксаторы.

Центры вращения маховиков или штурвалов, применяемых для вращения, поворота, перемещения суппорта или инструмента, должны располагаться на высоте 900...1050 мм от пола (при работе в положении стоя) или 230 мм от поверхности сиденья (при работе в положении сидя). Ножные педали должны быть шириной не менее 60 мм и иметь рифленую поверхность и т.д.

Учет антропометрических параметров человека является основным требованием при проектировании промышленных изделий. Однако, иногда, шутит английский дизайнер Эшфорд, мы как бы нарочно пытаемся спроектировать чашку так, чтобы пользоваться ею было удобно лишь в перевернутом виде (рис. 101)

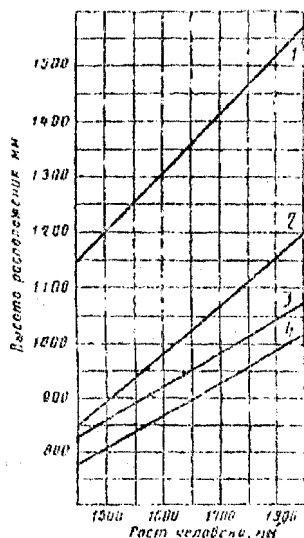


Рис. 100. Номограмма зависимости высоты расположения средств отображения информации (1) и высоты рабочей поверхности от роста человека.
(2 – легкие работы, 3 – работы средней тяжести; 4 – тяжелые работы)

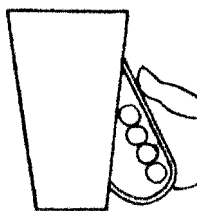


Рис.101. Чашка.

Для работающего человека совсем не безразлично, в какой зоне и как будут расположены органы управления тем или иным механизмом (рис.102) или как меняется рабочая поза оператора при обслуживании машины (рис. 103). Оптимальная поза человека в процессе трудовой деятельности обеспечивает высокую работоспособность и производительность труда. Неправильное положение тела на рабочем месте приводит к возникновению статической усталости, сни-

жению качества и скорости выполнения работы, а также снижает реакцию на опасность. Нормальной рабочей позой следует считать такую, при которой работнику не требуется наклоняться вперед больше чем на $10-15^\circ$; наклоны назад и в стороны нежелательны; основное требование к рабочей позе – прямая осанка. (рис. 102).

При выборе размеров рабочих мест учитывают то, что в среднем рост мужчин на 12 см больше чем у женщин, длина вытянутой в сторону руки больше на 7,11 см, длина вытянутой вперед руки – на 5,96 см, длина ноги – на 5,85 см, высота глаз над уровнем пола – на 11,19 см. На рабочем месте, в позе сидя, различия в размерных соотношениях у мужчин и женщин выражаются в том, что в среднем длина тела мужчин над сидением на 5,32 см больше, чем у женщин, высота глаз – на 4,87 см.

Конечно, индивидуальная антропометрия у каждого человека своя, но дизайн – это чаще всего массовое производство, поэтому женщины, имеющие рост меньше 154,24 см и больше 173,13 см, а также мужчины ростом выше 184,91 см будут испытывать неудобства при обслуживании промышленного оборудования, при использовании стандартной мебели, инструмента.

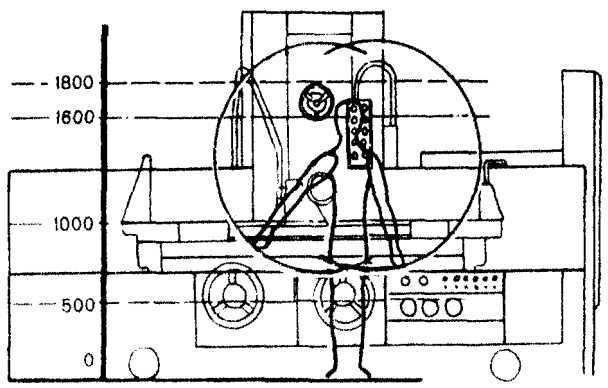


Рис. 102. Расположение органов управления.

Числовые значения антропометрического признака, соответствующие верхней или нижней границе выбранного объема работающих, называются пороговыми. Они являются основными критериями при расчете параметров рабочих мест на основе метода перцентилей.

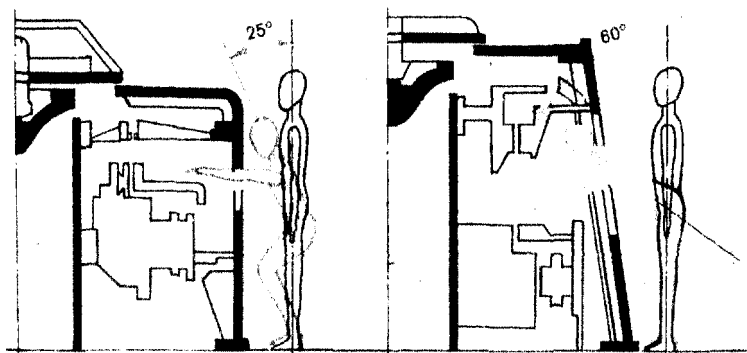


Рис. 103. Изменение рабочей позы оператора при обслуживании машины.

При расчете параметров рабочих мест и оборудования с использованием антропометрических данных необходимо учитывать, что не рекомендуется:

- рассчитывать параметры оборудования и рабочих мест на основе только средних арифметических значений антропометрических признаков;
- пользоваться антропометрическими данными 20-25-летней давности;
- пользоваться источниками (справочники, монографии и т.п.), в которых не указаны год сбора материала, пол, возраст и национальность контингента исследуемых, численность группы населения;
- использовать размеры тела, измеренные в положении стоя, при расчетах параметров рабочих мест, предназначенных для работы сидя;
- получать основные эргономические размеры путем сложения отдельных классических размеров;
- выделять основные и второстепенные антропометрические признаки (следует считать все множество антропометрических признаков одинаково необходимым, выявляя их значимость только при анализе конкретных объектов производственного оборудования).

Одной из больших задач, стоящих перед эргономистами является организация рабочего места компьютерщика. Компьютерная техника развивается сегодня особенно стремительно, с необычайной быстротой проявляются, и также быстро устаревают и отмирают

различные технические решения. По прогнозам различных экономико-социологических организаций компьютерная техника и телекоммуникации будут оставаться одной из наиболее развивающихся отраслей мировой индустрии еще, по крайней мере, в течение 10 – 15 лет. Так что уменьшения числа людей, работающих за компьютерами, ждать не приходится. Наоборот, повальная компьютеризация, уже давно охватившая бизнес-сектор, сегодня все больше захватывает массового потребителя. А потому, пока компьютерный бум не пойдет на убыль, перед эргономикой и эргономистами будут вставать все новые задачи, касающиеся организации безопасных и комфортных условий для людей, работающих за компьютерами.

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Психофизиологические требования к орудиям труда определяются возможностями и особенностями зрительного, слухового, тактильного, вкусового, обонятельного, внутримышечного, температурного и вестибулярного анализаторов человека.

Воспринимающими каналами человека являются: зрительный канал, слуховой и тактильный (кожный). Выбор канала информации зависит от вида информации. При передаче количественной информации наибольшую точность обеспечивает зрительный канал, особенно при использовании цифровых кодов, шкал, измерений положений указателей приборов. Он позволяет сравнивать и измерять одновременно информацию по нескольким признакам. Слуховой канал по точности восприятия количественной информации может конкурировать со зрительным каналом только при передаче количественной информации в виде речевых сообщений. Кожный канал при передаче количественной информации значительно уступает зрительному каналу и слуховому. С его помощью (после соответствующей тренировки) можно передать небольшую информацию только за счет использования частоты вибротактильных и электрокожных сигналов.

При передаче информации об аварийной ситуации на первое место выходит слуховой канал восприятия, так как он обладает выраженной способностью к экстренной мобилизации. Звуковой сигнал, кроме того, хорошо воспринимается независимо от места расположения его источника по отношению к оператору. Зрительный канал восприятия при передаче аварийной информации также достаточно эффективен, но источник информации должен всегда находиться в поле зрения. Особенно важное значение приобретает этот канал в

условиях интенсивного шума. Кожный канал восприятия также может быть использован при приеме аварийных сигналов, в этом случае чаще всего используется болевая чувствительность, но этот вопрос еще требует дополнительного изучения

При восприятии информации, различающейся по нескольким признакам, зрительный канал позволяет воспринимать большой объем информации, благодаря способности к поэлементному анализу большого числа отдельных составляющих сложного сигнала. Для слухового канала общий набор воспринимаемых многомерных сигналов меньше, чем для зрительного. Кожный канал в этом случае обладает еще меньшими возможностями, чем слуховой.

При передаче информации о положении объектов в пространстве наиболее полную информацию дает зрительный канал, благодаря широкой возможности оперирования пространственными зрительными образами. Кожный канал при передаче этой информации можно поставить на второе место. Он обеспечивает определение положения объекта в пространстве по двум координатам при непосредственном соприкосновении с объектом и при дистанционном определении за счет частоты вибротактильных или электрокожных сигналов и их локализации. Слуховой канал дает возможность определять изменение положения объекта в пространстве только по одной координате.

При восприятии временных интервалов наибольшую точность обеспечивает слуховой канал, наименьшую - зрительный канал.

Восприятие информации в основном осуществляется зрительным (90%), слуховым (9%) и тактильным (около 1% общего объема информации) анализаторами.

Зрительным анализатором воспринимаются форма, цвет, яркость и движение предметов. Возможность различения определенного предмета на фоне других предметов определяется его контрастностью.

Эргономические требования к средствам отображения визуальной информации устанавливают размеры и конфигурацию знаков, сигналов, углы их обзора и расстояния от наблюдателя, вид контраста изображения и окружающего фона, цвет световых изображений, яркость, частоту мельканий, скорость перемещений, условия внешней освещенности изображения. Например, освещенность на рабочем месте оператора должна быть 410 лк, частота мельканий сигнала не менее 50 Гц, ширина линии на экране 1,15...1,5 мм при расстоянии от наблюдателя соответственно 0,25...1,5 м, время представления сигнала - не менее 2 с и т.д.

Границы и основные черты зрительного поля (рис. 104) определяются анатомо-физиологическими особенностями зрительного аппарата человека. Зрительное поле человека можно разделить на три зоны: зону зрительного наблюдения ($1,5...3^{\circ}$), зону мгновенного зрения (около 18°) и зону эффективной видимости (около 30°). Угол зоны обзора соответствует углу поворота головы. Углы поворота головы на 45° и 30° в вертикальной плоскости не вызывают чрезмерного напряжения.

При проектировании зрительных маршрутов глаз необходимо учитывать общие функциональные закономерности движения глаз:

- горизонтальные движения глаз быстрее вертикальных;
- вертикальные движения глаз утомительнее горизонтальных;
- горизонтальные пропорции и размеры изделий оцениваются точнее, чем вертикальные и т.д.

При обслуживании машины у человека может возникнуть зрительное утомление, которое в большей степени обусловлено утомлением двигательного аппарата глаз, чем светоощущающего.

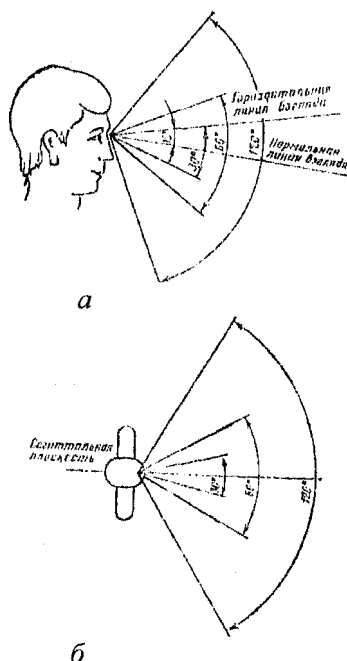


Рис. 104. Поля зрения человека: а — в вертикальной плоскости; б — в горизонтальной плоскости.

Для уменьшения этого утомления необходимо сокращать двигательные маршруты глаз в процессе работы.

Среди факторов, влияющих на восприятие изделия, его композиционного строя, объемной формы особое место занимают психофизиологические особенности зрения. Человеку свойственно поддаваться оптическим обманам – зрительным иллюзиям. Сущность их заключается в несовпадении действительного и зрительного равенства линий, фигур, пробелов между ними и т.д. Примечательно, что эти искажения видят практически все люди.

Научное исследование геометрических оптических иллюзий было начато в середине XIX в., в 1854 году. Затем на протяжении полувека появилось около 200 научных работ на эту тему, в которых делались попытки оптического и психологического объяснения многочисленных иллюзий, известных к тому времени. К началу XX в. интерес к оптическим иллюзиям значительно снизился, и эта тема вплоть до последних лет не появлялась в серьезной научной литературе.

Существует множество теорий оптических иллюзий, и почти каждый исследователь создает свою собственную теорию на этот счет. Причины оптических иллюзий исследуют как при рассмотрении физиологии зрения, так и в рамках изучения психологии зрительного восприятия. Главное, что иллюзии часто приводят к совершенно неверным количественным оценкам реальных геометрических величин. Можно ошибаться на 25% и более.

К иллюзиям зрения не относятся оптические фокусы и загадочные привидения, создаваемые при помощи зеркал, проекционных аппаратов и других технических устройств, а также интересные оптические явления, наблюдаемые в природе (миражи, северное сияние). Появление последних обусловлено оптическими свойствами земной атмосферы. Во всех этих случаях наш глаз ошибается потому, что его умышленно обманывают или при помощи технических приспособлений, или за счет особого состояния среды между глазом и объектом наблюдения.

Также не являются иллюзиями восприятия обманы зрения, возникающие у некоторых людей в сумерках и в темноте. Недостаточное освещение затрудняет работу глаз и создает искажение ощущений в результате близорукости, дальновзоркости и других дефектов зрительного аппарата, не характерных для большинства людей.

На рис.105 представлено несколько примеров оптических иллюзий. Многие иллюзии носят имя автора.

К зрительным иллюзиям приводит способность большинства людей преувеличивать длины вертикальных линий по сравнению с горизонтальными. Если предложить ряду лиц начертить вертикальную и горизонтальную линии одинаковой длины, то в большинстве случаев начерченные вертикальные линии будут короче горизонтальных (рис.105,а). Это иллюзия Вундта – Фике.

На рис. 105,б представлена иллюзия «сходимость – расходимость» известная уже более 100 лет – это иллюзия Мюллера – Лайера (Franz Muller – Lyer, 1889 г.). К концам двух равных по длине линий пририсованы стрелки, к одной – расходящиеся в разные стороны, а к другой – сходящиеся навстречу друг другу. Верхняя линия кажется короче нижней. Ошибка в действительности превышает иногда 30%. Эта иллюзия играет большую роль при наблюдениях.

Иллюзия, которой трудно не поддаться (рис.105, в), была обнаружена при исследовании твердости кристаллов. Иллюзия состоит в том, что на фигуре справа обе диагонали на самом деле имеют точно ту же длину, как и на фигуре слева. Более того, в обоих случаях диагонали пересекаются под прямым углом.

Самое большое количество зрительных иллюзий, встречающихся в практике, обусловлено тем, что мы воспринимаем фигуры и их части не отдельно, а всегда в некотором соотношении с окружающими их другими фигурами, некоторым фоном или обстановкой. Сравнивая две фигуры, одна из которых действительно меньше другой, мы ошибочно воспринимаем все части меньшей фигуры меньшими, а все части большей – большими. Это хорошо видно на рис. 105, д, где отрезок АВ кажется нам больше отрезка АС, а на самом деле они равны.

На восприятие отдельных частей фигуры влияет окружение этих частей и взаимосвязь с другими частями фигуры, т.е. особенность восприятия фигуры и фона. На рис.105,з внутренний круг слева кажется больше правого внутреннего круга.

Трудно определить, как пересекаются кольца на рис.105, е; ромб или яма изображены на рис.105, ж. Внутренние круги на рис. 105,з имеют одинаковую окраску, хотя в это трудно поверить; горизонтальные и вертикальные линии на рис.105, и не кажутся параллельными, хотя на самом деле таковыми являются. Интересна иллюзия движения (рис 105, к). Если смотреть на черную точку в середине круга и наклонять голову вперед и назад, то круги начинают двигаться.

На рис. 106 представлена иллюзия, известная еще с середины XVIII века – лестница Шредера. Трудно понять, что это? Лестница, пила или просто полоска серой бумаги, сложенная гармошкой.

На рис. 107 параллельные оси стригальных цилиндров кажутся непараллельными и изогнутыми вследствие влияния фона (спиральных ножей). Это нужно учитывать как при проектировании, так и при эксплуатации оборудования.

Почему так кажется? Авторы одних теорий видят причину в различной силе мышц, управляющих движением глазного яблока; другие считают, что дело в кривизне сетчатки; третьи говорят, что причина заключается в горизонтальном расположении пары наших глаз, и т.д. Но каковы бы не были причины, иллюзии совершенно очевидны.

При проектировании изделий следует учитывать возможные ошибки зрения и вносить в форму изделия соответствующие поправки, называемые оптическими корректировками

Древние греки, которые были знакомы только с геометрической оптикой и линейной перспективой, владели целым рядом профессиональных секретов высочайшего уровня, полученных в результате изучения оптического восприятия объекта в пространственной среде. Они знали, что сильно вытянутые прямые и вертикальные и горизонтальные зрительно «прогибаются» в середине, а устремленные вверх имеют «прогиб» в нижней части в соответствии с уровнем глаз зрителя. Поэтому прямые, имеющие легкий распор в нижней части, не только придают конструкции прочность, но и выглядят более упругими и стройными, чем установленные под углом 90° .

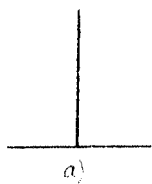
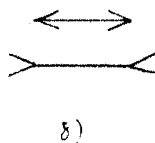
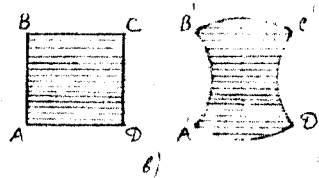
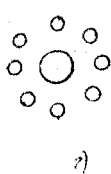
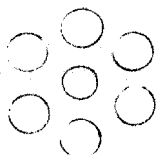
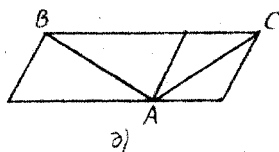
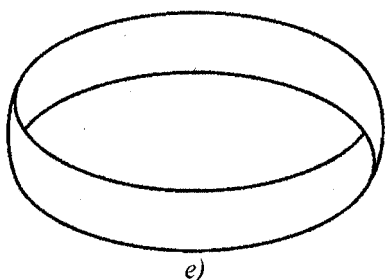
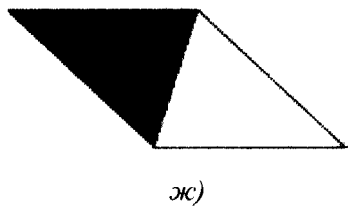
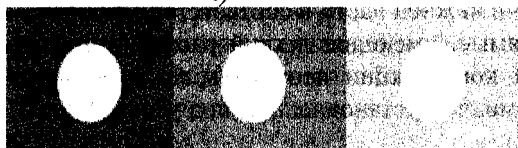
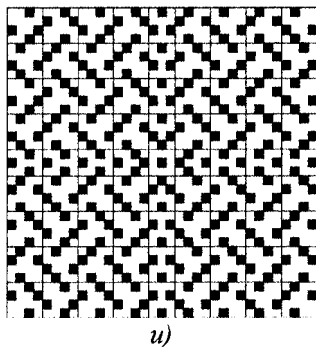
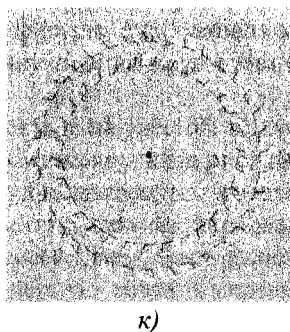


Рис. 105. Оптические иллюзии

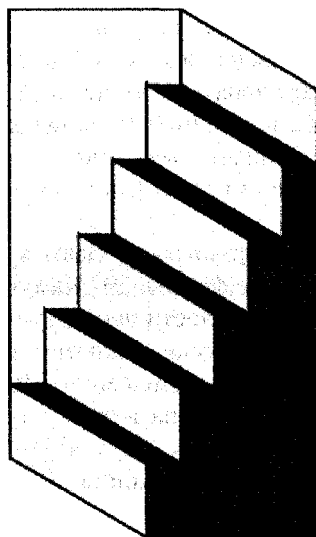


Рис. 106. Иллюзия восприятия глубины (Лестница Шредера, 1858 г.).

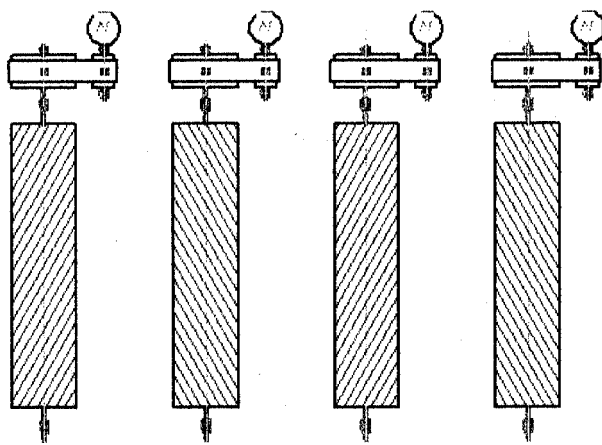


Рис. 107. Оси валов стригальных цилиндров кажутся не параллельными.

Для ликвидации эффекта визуального «провисания» горизонтальных линий им придается некоторый подъем. Такая корректировка формы может использоваться при изготовлении бытового (холодильники, стиральные и швейные машины и т.п.) и производственного оборудования. Придание вертикальным поверхностям некоторой выпуклости устраняет впечатление вогнутости и придает форме большую пластичность.

Большие плоские поверхности создают ту же иллюзию вогнутости, что и цилиндрические формы. Эту кажущуюся вогнутость можно исправить, придав поверхности некоторую выпуклость.

Учет особенностей оптических иллюзий позволяет влиять на зрительное восприятие размеров помещения. Можно отметить наиболее характерные приемы достижения в этом случае определенного эффекта:

- светлая гладкоокрашенная комната выглядит большой и просторной;
- вертикальные линии делают помещение выше;
- горизонтальные линии создают впечатление более низкого помещения;
- пестрота в отделке стен и пола вызывает ощущение беспокойства, беспорядка, уменьшения объема комнаты;
- клетчатый потолок делает помещение ниже, давит психологически;
- клетчатый узор пола придает ему статичность;
- клетчатый или линейный узор на всех поверхностях помещения действует раздражающе на зрение;
- горизонтальные, повторяющиеся линии на стенах создают впечатление движения, динамичности пространства;
- повторяющиеся вертикальные линии на стенах создают впечатление покоя, статичности пространства.

При проектировании оборудования следует учитывать также и слуховые ощущения человека, т.е. реакцию человека на звук. Слуховой анализатор состоит из уха, слухового нерва и сложной системы нервных связей и центров мозга. Ухо воспринимает определенные частоты звука благодаря резонансу волокон мембраны и усилению сигналов средним и наружным ухом. Слуховой анализатор воспринимает колебания частотой 16...20 000 Гц. Колебания частотой ниже 16 Гц называют инфразвуком, а выше 20 000 Гц – ультразвуком

Ультразвук и инфразвук оказывают влияние на организм человека, но не вызывают слухового ощущения. Звук характеризуется ин-

тенсивностью, частотой и формой звуковых колебаний, которые отражаются в слуховых ощущениях как громкость, высота и тембр.

Интенсивность звука оценивается по звуковому давлению, которое измеряется в Паскалях. Громкость тесно связана с интенсивностью звука. Уровень громкости выражается в фонах, причем фон численно равен уровню звукового давления в децибелах для чистого тона частотой 1000 Гц.

Основными количественными характеристиками слухового анализатора являются абсолютный и дифференциальный пороги. Нижний абсолютный порог соответствует интенсивности звука, обнаруживаемого человеком с вероятностью 0,5; верхний порог – интенсивность, при которой возникают болевые ощущения. Между ними расположена область восприятия речи. Абсолютные пороги зависят от частоты и интенсивности звукового сигнала. Верхний абсолютный порог составляет 120...130 дБ, область восприятия речи – 60...120 дБ. Слух часто используется при проектировании средств сигнализации для аварийной ситуации.

В соответствии со свойствами слухового анализатора в оборудовании для передачи уведомляющих сигналов необходимо использовать частоту 200...400 Гц с интенсивностью до 110 дБ, для аварийных сообщений – частоту 800...5000 Гц с интенсивностью 120 дБ. Продолжительность отдельных сигналов и интервалов между ними должна быть более 0,2 с, продолжительность интенсивных сигналов не должна превышать 10 с.

Громкость шума, производимого приборами, машинами, вентиляторами и другим оборудованием, не должна превышать санитарных норм. При возрастании уровня шума над порогом слышимости увеличивается мускульное напряжение, а следовательно, значительно повышается расход энергии. Установлено, что высокочастотный шум утомительнее низкочастотного, беспорядочно меняющиеся звуки раздражают больше, чем постоянные.

На многих предприятиях текстильной и других отраслей промышленности, где обрабатывается разнообразное сырье по различным технологиям, естественно, возникают различные запахи, в том числе неприятные, которые могут вызвать сердцебиение, головную боль, нервное напряжение.

Еще 2400 лет назад древнегреческий врач, реформатор античной медицины Гиппократ наставлял своих учеников: «Суждения делаются посредством глаз, ушей, носа, рук и других известных нам способов, т.е. взглядом, осязанием, слухом, обонянием и вкусом ...»

На стыке ряда наук возникла даже новая научная дисциплина – *ольфактроника*. Это наука о запахах.

Запах – это специфическое ощущение присутствия в воздухе летучих ароматических веществ (ЛАВ), обнаруживаемых химическими рецепторами обоняния, расположенными в носовой полости.

Первые предположения о запахах сделал М.В. Ломоносов. Общая идея его теории сводится к следующему: пахучие молекулы колеблются и посылают во все стороны особые волны; обонятельные реснички эпителия, подобно антенкам улавливают эти волны и посылают в мозг сигнал о запахе.

В настоящее время существует несколько теорий, с помощью которых пытаются объяснить механизм восприятия запахов. Некоторые ученые склонны считать, что мы ощущаем запахи благодаря тому, что наши рецепторы определяют форму молекул и передают соответствующие сигналы в мозг. В тоже время ученые Лондонского университетского колледжа опубликовали результаты исследований, в результате которых было доказано, что механизм, с помощью которого мы различаем запахи, основан на вибрации молекул. Однако, как считают и сами исследователи, чтобы доказать справедливость той или другой теории необходимо провести дополнительно ряд серьезных экспериментов.

Обоняние – это способность ощущать и воспринимать пахучие вещества, воспринимаемые как запахи. Химические вещества, распространяемые в виде пара, газа, пыли и пр. попадают в полость носа, где взаимодействуют с соответствующими рецепторами. Минимальная концентрация пахучего вещества, вызывающего обонятельное ощущение, называется абсолютным порогом чувствительности.

Некоторые пахучие вещества вызывают только обонятельные ощущения (ванилин, валериана), а другие действуют комплексно (ментол вызывает ощущение холода, хлороформ – сладости). Одновременное действие пахучих веществ может приводить к их смешению, взаимной нейтрализации, вытеснению одного запаха другим, появлению нового запаха. При значительном по времени контакте пахучих веществ со слизистой оболочкой носа происходит адаптация, приводящая к снижению чувствительности. Полная адаптация к одному запаху не исключает чувствительности к другим.

Существует несколько классификаций запахов – это классификации Крокера-Хендерсона, шведского естествоиспытателя Карла Линнея, Х.Хеннинга, Цваардемакера. Все эти классификации отличаются количеством и качеством запахов, положенных в их основу.

В настоящее время для классификации запахов чаще всего используется схема, включающая четыре основных запаха: ароматный, кислый, горелый, гнилостный.

При болезненных изменениях слизистой оболочки носа, насморке, иногда мозговых заболеваниях у человека может возникнуть снижение обоняния (гипосмия) или полная потеря обоняния (аносмия). Аносмия может быть врожденной и приобретенной.

На предприятиях, где технологические процессы связаны с выделением неприятных запахов и нет возможности снизить или исключить выделение этих запахов, для предупреждения профессиональных заболеваний необходимо подавать в помещения ароматизированный чистый воздух с регенерированными отрицательными ионами, помогающими организму лучше усваивать кислород.

При этом необходимо учитывать следующее:

- в зависимости от концентрации одно и то же вещество может эмоционально восприниматься как приятное, нейтральное или неприятное;
- значительно различающиеся по химическому составу вещества могут пахнуть почти одинаково, а близкие по химическому составу могут пахнуть совершенно по-разному;
- как правило, у женщин обоняние тоньше, чем у мужчин и позже начинает снижаться его острота;
- запах некоторых веществ может быстро вызвать адаптацию – полную потерю ощущения запаха этого вещества;
- при одновременном действии нескольких запахов, общая оценка запаха может существенно измениться.

И, конечно, прежде чем ароматизировать воздух в производственных помещениях нужно изучить вкусы людей и выяснить предпочтительные запахи большинства коллектива работающих.

Гигиенические требования предполагают создание на рабочем месте нормального микроклимата и ограничение воздействия вредных факторов внешней среды.

Эстетические требования затрагивают тончайшие психологические области и определяются эмоциональным воздействием различных объемно-пространственных комплексов, предметов, изделий на человека. Эстетическое соответствие – это наиболее сложная форма взаимодействия человека и машины. Оно возникает лишь в том случае, когда функциональное назначение изделия легко воспринимается, а элементы формы отвечают сущности изделия и не противоречат его конструктивному замыслу и логике построения.

Выполнение эстетических требований осуществляется путем согласования конструктивных особенностей оборудования с характеристиками человека и производственным интерьером. Это согласование обеспечивает единство формы и содержания машин, что исключает утомляющее психику однообразие. Единство формы и содержания промышленного оборудования достигается средствами композиции, рассмотренными выше.

Глава 7. БИОНИКА

В конце 50-х годов XX в. возникла новая наука, в основу которой были положены исследования по моделированию различных живых систем. Появление этой науки явилось следствием развития кибернетики, биофизики, биохимии, инженерной психологии, космической биологии и т.д.

Первый симпозиум по бионике, прошедший в Дайтоне (США) в сентябре 1960 г., официально закрепил рождение новой прикладной науки – *бионики*.

Бионика (от греч. *bion* – элемент, ячейка жизни) – наука об использовании знаний о конструкциях и формах, принципах и технологических процессах живой природы в технических устройствах и системах. Бионика изучает особенности строения и жизнедеятельности живых организмов для создания новых систем (приборов, механизмов) и совершенствования существующих.

В англоязычной и переводной литературе чаще встречается термин *биомиметика* (от лат. *bios* – жизнь, и *mimesis* – подражание).

Советский физиолог, академик В.В. Парин (1903-1971) охарактеризовал эту науку как целенаправленное стремление искать и находить в живой природе «образцы» для создания технических устройств. По мнению акад. П.Л. Капицы природа является лучшим инженером-конструктором, чем человек.

В настоящее время в бионике выделились три направления:

1) *биологическая бионика*, изучающая процессы, происходящие в биологических системах;

2) *теоретическая бионика*, которая строит математические модели этих процессов;

3) *техническая бионика*, которая рассматривает возможность применения моделей теоретической бионики для решения инженерных задач.

Бионика занимается в основном решением практических задач, она проникает в самые разнообразные науки, становится их незаменимым помощником, способствует их развитию и совершенствованию.

Чем глубже человек проникает в уникальные «изобретения» животного и растительного мира, тем очевиднее становится возможность и необходимость их использования в практической деятельности.

Один из основоположников бионики У. Макколлан уверяет, что бионика – самая древняя из наук. На протяжении многих веков люди, так или иначе изучали, исследовали и пытались копировать живую природу. Даже сейчас трудно назвать какое-либо самостоятельное изобретение человека. Идея применения знаний о живой природе для решения инженерных задач принадлежит Леонардо да Винчи. «Природа полна бесчисленных причин, которые никогда не были в опыте», - говорил он своим ученикам, показывая им чертежи только что изобретенного летательного аппарата с машущими крыльями – орнитоптера. На его рисунках были изображены точные копии птичьих крыльев, разобранные подробнейшим образом. Эти схемы стали первой ступенью к изобретению дельтаплана, да и авиационного крыла в целом. А идея создания летательного аппарата по принципу полета насекомых, зародившаяся в глубокой древности, продолжает оставаться на повестке дня у биоников.

В 1923 г один из основоположников художественного конструирования Татлин В.Е. (1885-1953) создал уникальную модель летательного аппарата основанного на принципе действия птичьего крыла и выполненного из дерева, шелка, алюминия, китового уса и других материалов (см. рис. 33).

Наблюдения над формами живых организмов привели его к выводу о том что —...«более эстетичные формы и есть наиболее экономичные. Работа над оформлением материала в этом направлении и есть искусство». Принцип рациональности и функциональности формы, ее соответствие свойствам материала является важной частью татлинской концепции формообразования.

Изучение природы, в частности растений, животных, позволяет увидеть непревзойденное совершенство естественных форм, возникших и отобранных в процессе эволюции. Поэтому человеку есть чему поучиться у старейшего конструктора – природы. Иногда бывает и так, что природа и человек независимо друг от друга приходят к одинаковому решению какой-либо задачи.

Так, например, в Париже к 100-й годовщине Великой французской революции была организована Всемирная выставка. На территории выставки планировалось воздвигнуть башню, которая символизировала бы и величие французской революции, и новейшие достижения техники. На конкурс поступило более 700 проектов, лучшим был признан проект французского инженера-мостовика Александра Гюстава Эйфеля (1832-1923). В конце XIX столетия башня, названная именем своего создателя, поразила весь мир ажурностью и красотой. 300-метровая башня стала своеобразным символом Па-

рижа (рис. 108) Сравнительно недавно биологи и инженеры сделали неожиданное открытие: конструкция Эйфелевой башни в точности повторяет строение берцовой кости человека (рис. 109). Совпадают даже углы между несущими поверхностями. За 40 лет до сооружения башни в 1849 году швейцарский профессор аналитик Херман фон Мейер (Hermann Von Meyer) исследовал структуру бедренной кости человека, в том месте, где она изгибается

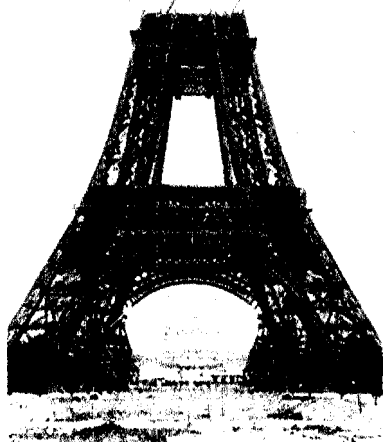


Рис. 108. Эйфелева башня.

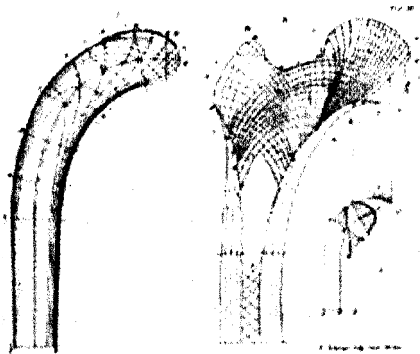


Рис. 109. Строение берцовой кости человека.

и под углом входит в сустав. Фон Мейер обнаружил, что головка кости покрыта сложной сетью миниатюрных косточек, благодаря которой нагрузка перераспределяется по кости и кость не ломается под тяжестью тела. В 1866 году швейцарский инженер Карл Кульман повел теоретическую базу под открытие фон Мейера.

Ученые установили, что скелет человека, по точности расчета и экономии материала совершенен.

Можно привести много примеров из истории техники и строительства, когда в качестве образца были использованы формы живой природы. Сравним, например, поперечные разрезы современных фабричных труб и стебля травянистого растения (пухоноса) (рис.110).

Поперечные сечения стебля пухоноса и заводской трубы имеют форму круга. Обе конструкции пустотелые внутри. В стенках пустые полости чередуются с устройством, придающим конструкции жесткость. У фабричной трубы это продольная арматура, у растения – особые тяжи из твердой ткани (склерохимные тяжи), которые придают прочность растению при воздействии на них ветровых нагрузок. Узлы стеблей – это кольца жесткости. Стебель пухоноса одевает кожица, которая защищает стебель от атмосферных и климатических явлений. Сердцевина стебля растет быстрее, чем кожица. Последняя как бы сдерживает ее рост, вследствие чего в структуре стебля создаются внутренние напряжения, придающие стеблю упругость. У фабричной трубы роль кожицы играет спиральная арматура. Если сопоставить поперечные сечения фабричной трубы и пухоноса, представленные на рисунке, то можно убедиться, что стебель растения представляет собой более сложную конструктивную систему, чем фабричная труба. Недаром ещё в 1873 г., ученый-биолог Швендерер писал: «Растение строит себя, несомненно, по тем же правилам, по которым инженер строит здание, но только техника его гораздо тоньше и совершенней».

В связи с действием силы тяжести, гравитации и ветровых нагрузок ствол дерева, как правило, расширяется книзу, что придает ему большую устойчивость. Такую же форму в результате инженерных расчетов приобретают многие наши сооружения.

По конструктивным принципам строения стебля растений и ствола дерева построена Останкинская телевизионная башня (рис.110, а), спроектированная инженером Никитиным Н.В.(1907-1973). Основание башни утолщено, вершина – остроконечная. Общая высота – 540 м 74 см

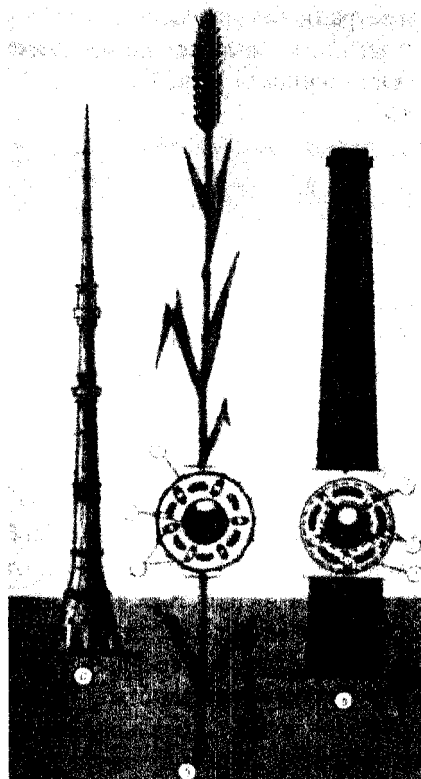


Рис. 110. Сравнительная схема конструктивной структуры стебля травянистого растения, фабричной трубы и телебашни:
 а – общий вид телебашни; б – общий вид стебля пухоноса с поперечным разрезом; в – общий вид фабричной трубы с поперечным разрезом; 1 – продольная арматура; 2 – дымоход и воздухоносные полости; 3 – спиральная арматура.

Это высочайшее сооружение в мире. Масса башни 55 тыс. тонн. При сильном ветре башня может раскачиваться как стебель пшеницы до 10 м в сторону от своего нормального вертикального положения, сохраняя при этом прочность. Башня выдерживает ветер в 15 баллов и землетрясение в 8. Следует отметить, что к своим конструкторским решениям инженеры подошли самостоятельно, не

—заглядывая” в природу, идентичность строения была замечена позже.

Отношение диаметра основания дерева, стебля растения или искусственного сооружения к высоте называется *коэффициентом стройности*. Так, Останкинская телевизионная башня имеет коэффициент стройности 1:30, здание Д. Хенкина в Чикаго 1:5, а стебель тростника – 1:200, стебель ржи – 1:500. Можно еще добавить, что стебель ржи несет нагрузку, вес которой в 1,5 раза больше веса стебля. Это значительно превышает соответствующий показатель у инженерных сооружений

Секрет сохранения растением гибкости и прочности в его строении. У стебля пшеницы междоузлие полое, а узлы заполнены тканями. Благодаря такому строению стебель гнется, но не ломается. В стеблях злаков большую роль играют его веретенообразная форма и расположенные на нем узлы, представляющие собой особо устроенные упругие шарниры-демпферы, и не случайно сильная буря вырывает с корнем деревья и лишь пригибает к земле тонкие стебли злаков.

Бионики давно исследуют конструктивные особенности принципов работы оригинальных «живых двигателей», отличающихся высокой проходимостью, маневренностью, надежностью и экономичностью. На их основе разрабатываются проекты вездеходных, прыгающих, ползающих и других универсальных средств передвижения. По принципу вакуумной присоски стали делать подъемные краны, стоящие на прижатой к земле стальной чаше, из-под которой откачивают воздух. В основе движения шагающего экскаватора лежит гидропривод, напоминающий гидропривод пауков. Чтобы не проваливаться при ходьбе, у пингвинов существует оригинальный способ передвижения – на животе, отталкиваясь крыльями и лапами от снега. Создана снегоходная машина «Пингвин», развивающая скорость по рыхлому снегу до 50 км/час.

Японские судостроители создали корабль, форма которого копирует форму кита. Это позволило на 25% повысить скорость судна при тех же водоизмещении и мощности механизмов.

Оригинальную конструкцию «подземехода» разработал русский инженер-конструктор А. Треблев, изучив при расчетах метод «работы» крота – признанного рекордсмена подземных проходов.

Изучая процесс окраски у животных, бионики заимствовали идею изменения цвета в зависимости от температуры. Ученым удалось создать особые термометрические краски, с помощью которых легко

узнать, как нагреваются во время работы различные детали машин и механизмов.

Спираль, представленная на рис. 111 - это одна из форм проявления движения, роста и развития жизни.

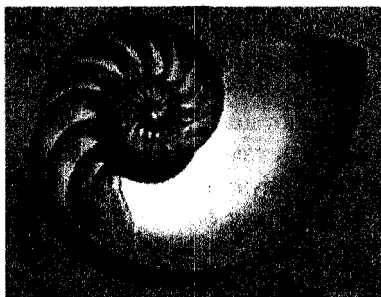


Рис. 111. Раковина в виде спирали.

Двигаясь по спирали, раскрываются лепестки некоторых цветов, разворачиваются побеги папоротника, вытягиваются стебли растений.

Спиральная форма природных конструкций приводит к устойчивости в пространстве и появлению дополнительной жесткости конструкции.

Раковины простейших одноклеточных организмов и раковины моллюсков, закрученные в одной или в разных плоскостях (турбоспирали), — это также проявление способа достижения наибольшей прочности при экономном расходовании материала. Благодаря завитой форме такие тонкостенные конструкции выдерживают большие гидравлические давления при погружении на глубину.

Паутинные нити — самые тонкие линии, которые видит человек невооруженным глазом. Паутина удивительно прочна: она крепче стальной проволоки того же диаметра и настолько эластична, что не рвется, растягиваясь на четверть своей длины. Ловчие сети пауков представляют собой большое разнообразие висячих, плетеных сооружений, поскольку каждый вид этого животного строит сеть собственной формы и конструкции. Паутина явилась прообразом конструкции моста на длинных гибких тросах, положив начало строительству подвесных мостов. Принципы построения природных конструкций из тонких натянутых нитей, а также конструкций из нитей с натянутыми между ними мембранами легли в основу вантовых конструкций. Прототипами для них послужили паутина, перепонча-

тые лапы водоплавающих птиц, плавники рыб, крылья летучих мышей.

В трикотажных переплетениях современной мужской и женской одежды распространены образные темы, повторяющие прозрачность и деликатность строения паутины.

Тончайшие вязкие нити в структурах и хаотичных рисунках, полученных на основе спущенных петель, — идеальные переплетения для вечерней одежды. Металлизированная пряжа с эффектом ржавчины и окисления позволяет создавать ощущение каркаса — структуры, существующей как бы отдельно от тела и создающей объемные скульптурные силуэты. Трикотаж, напоминающий кокон, создают из веревок и лент, как бы обвязанных или оплетенных вокруг тела.

Идеальную по прочности форму изобрела природа для тонкой (0,3 мм) яичной скорлупы. Скорлупа состоит из 7 слоев, при этом каждый слой выполняет свою определенную функцию. Слои не расслаиваются даже при самых резких изменениях температуры и влажности, представляя собой яркий пример совместимости материалов с различными физико-механическими свойствами. Повышенную прочность яичной скорлупе придает тонкая эластичная пленка, которая превращает скорлупу в конструкцию с предварительным натяжением.

Можно вспомнить и об удивительном устройстве некоторых листьев, подсказавшем архитекторам идею так называемых «складчатых конструкций». Речь идет о листьях, имеющих ребристую поверхность и веерообразную форму (рис. 112).

Подражая конструкции листа дерева, итальянский инженер и архитектор Пьер Луиджи Нерви (1891-1979) спроектировал перекрытия зала Туринской выставки. Легкая конструкция из армированного цемента толщиной всего 4 см перекрыла стометровый пролет без опор. Все перекрытие пронизано креплениями, расположенными так же, как жилки листа.

Наиболее яркими приверженцами бионического подхода к проектированию промышленных изделий являются японцы. Интересным примером может служить Японский сверхскоростной поезд-пуля Shinkansen 500 Series, в основу конструкции носовой части которого лег природный прототип — клюв птички-зимородка (рис. 113).

Использование масштабных пропорций клюва в дизайне кабины поезда позволило значительно сократить сопротивление воздушного потока и расход потребляемой мощности при движении

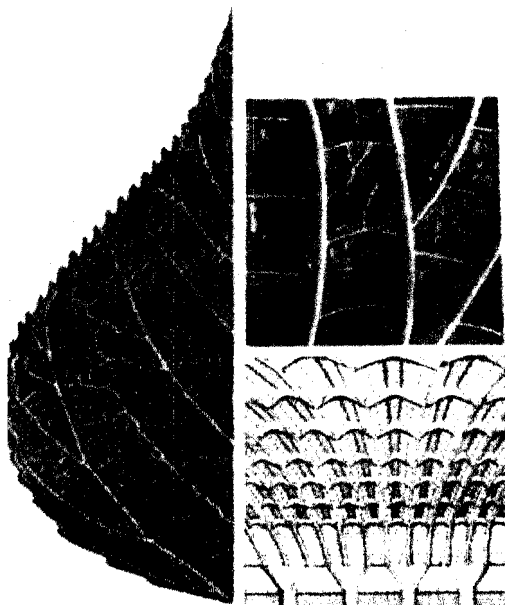


Рис. 112. Строение листа и перекрытия.

Значительный интерес представляют биологические преобразователи внешней информации живых систем, к которым относятся многие органы чувств (глаза, уши, нос, язык, кожа и т.д.). Эти биологические преобразователи дают возможность живым организмам ориентироваться в пространстве, распознавать объекты и приспосабливаться к изменяющимся внешним условиям. Способность некоторых насекомых ориентироваться по различным оттенкам голубого неба ученые использовали, например, для создания поляризованного компаса. В основу конструкции гиротрона – прибора, помогающего летательным аппаратам придерживаться заданного курса, положены жужжальца мух и комаров. Жужжальца – это органы равновесия, вторая, видоизмененная пара крыльев, находящаяся под основными крыльями. Они сохраняют при поворотах неизменное положение плоскости своих колебаний, что позволяет насекомым быстро ориентироваться в пространстве.

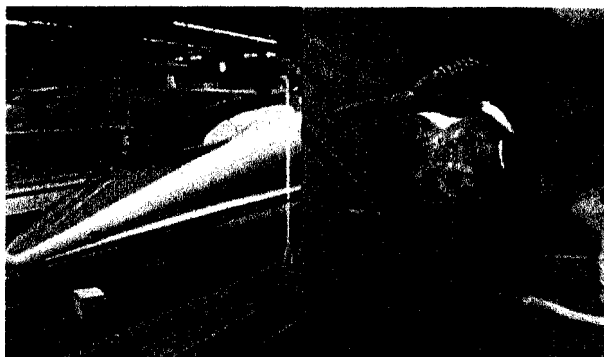


Рис. 113. Носовая часть сверхскоростного поезда и птица-зимородок.

Сейчас любой школьник знает, что летучие мыши во время полета издают ультразвуковые сигналы, которые, отражаясь от предметов, помогают им ориентироваться в пространстве. Но при излучении звукового импульса необходимо попеременно отключать принимающее устройство, включая его только для приема отраженного эха. Иначе будут фиксироваться оба сигнала и получится неразбериха. В ушах летучей мыши был обнаружен крохотный мускул, который сокращается при излучении сигнала, перекрывая слуховой канал. Послан импульс, мускул расслабился и ухо готово для восприятия эха.

Изучение органов чувств животных, рыб и насекомых дает возможность ученым совершенствовать существующие приборы и создавать новые.

Давно известно, что птицы, рыбы, насекомые очень чутко и безошибочно реагируют на изменение погоды. Низкий полет ласточек предвещает грозу. По скоплению медуз у берега рыбаки узнают, что можно отправляться на промысел, море будет спокойным. Животные «биосиноптики» от природы наделены уникальными сверхчувствительными «приборами». Задача бионики – не только найти эти механизмы, но и понять их действие и воссоздать его в электронных системах, приборах, конструкциях.

Ученым США удалось создать сверхчувствительный электронный прибор для распознавания запахов различных газов, в этом приборе использовался живой орган обоняния обыкновенной мухи. Позже подобными анализаторами были оснащены самолеты, предназначенные для поиска в океане дизельных подводных лодок. Са-

молеты брали след по рассеянному в воздухе шлейфу выхлопных газов от лодочных дизелей и шли по нему до самой точки погружения.

Сложность изучения микроструктуры человеческого мозга заставляет ученых обращать внимание на поведение более простых живых организмов, в частности насекомых, червей, медуз. Но мозг и простых организмов в процессе эволюции приспособился к решению очень сложных задач. Например, осы отличаются чрезвычайно сложным поведением при выращивании потомства. При заготовке корма для личинок (по описанию французского энтомолога Ж.Фабра) перед ними стоит задача сохранить его в свежем виде. Пищей для личинок ос служат кузнечики, гусеницы, слепни. Первым укусом жала оса парализует нервный центр насекомого, связанный с органами чувств, а затем парализует еще ряд центров, управляющих движениями, и никогда не затрагивает нервных центров, ответственных за обмен веществ, поэтому парализованное насекомое долгое время сохраняется в свежем виде.

Изучая природные организмы, ученые обнаружили, что в глубоководных морских губках содержится оптическое волокно, по свойствам очень близкое к самым современным образцам волокон, используемых в телекоммуникационных системах. Более того, по некоторым параметрам природное оптическое волокно оказывается лучше искусственного (рис. 114). Природное волокно более устойчиво к механическим воздействиям, особенно при разрыве и изгибе. Именно эти механические свойства делают уязвимыми оптические сети передачи информации – при образовании трещин или разрыве оптические волокна приходится заменять, а это очень дорогостоящая операция. Природные оптические волокна обладают чрезвычайно высокой гибкостью, они не теряют своих оптических свойств даже при завязывании в узел. Появление внутренних трещин в искусственных оптических волокнах неизбежно приводит к потере функциональных свойств материала.

Губки обитают в тропических морях, длина губок – 15-20 см. Внутренний каркас имеет сетчатую форму, образованную цилиндрическими стержнями из прозрачного диоксида кремния, а в состав наружных цилиндров входит заметное количество органики. У основания губок располагается пучок волокон длиной от 5 до 18 см, толщина – как у человеческого волоса.

Ученые пока не знают, каким образом можно воспроизвести в лаборатории подобное творение природы. Дело в том, что современное оптическое волокно получают в печах из расплавов при очень

высокой температуре (1250-1450⁰ С), а морские губки синтезируют его путем химического осаждения при температуре морской воды. Если удастся смоделировать этот процесс, он будет, помимо всего прочего, еще и экономически выгодным. В этом и заключается главное отличие человеческих инженерных сооружений от конструкций созданных природой. Природные конструкции невероятно экономически эффективны. Совершенствуясь в течение миллионов лет, живые организмы научились жить, передвигаться и размножаться с использованием минимального количества энергии.

Природные материалы, распространенные в огромном количестве, по качеству значительно лучше тех, что сделаны человеком. Так, материал оленьего рога значительно крепче самых лучших образцов керамического композита, которые удастся разработать людям.

Рыбка-кузовок (рис.115) является примером идеально продуманного природой дизайна. Сопротивление воды при движении рыбки очень низкое. Она проплывает до шести длин своего тела в секунду. Килеобразные края ее щитков играют роль стабилизаторов. Конструкторы, позаимствовав у рыбки-кузовка обтекаемую форму, создали бионическую модель машины с низким потреблением горючего(рис.116).

Важнейшей задачей, стоящей перед инженерами XXI века является создание роботов для выполнения опасных или скучных заданий. В Калифорнийском университете США был сконструирован робот-муха – достаточно маленький, быстрый и маневренный.



Рис. 114. Морские губки.

Этого робота можно использовать для поисково-спасательных операций.

Настоящая муха с помощью своих крылышек, совершающих 150 взмахов в минуту, способна зависать на месте, взмывать и снижаться со сверхъестественным проворством. Летая по прямой, она может повернуть на 90 градусов за 50 миллисекунд. Крылышками мухи управляют более 20 мускулов, некоторые из которых ответственны лишь за каждый пятый взмах.

Взмахи микромеханического летающего насекомого пока не могут сравниться со сложным U-образным движением крылышек его прототипа, мясной мухи, однако ученые уверены, что со временем роботомуха должна научиться маневрировать в полете с истинно мушиной ловкостью.

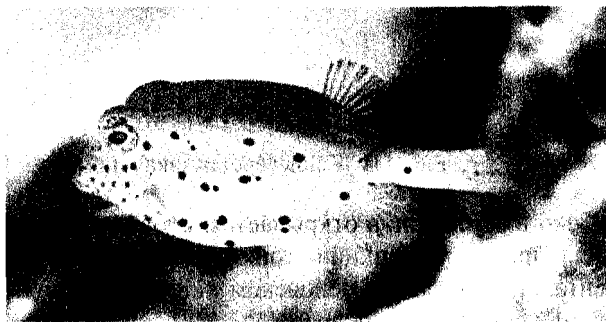


Рис.115. Рыбка — кузовок.

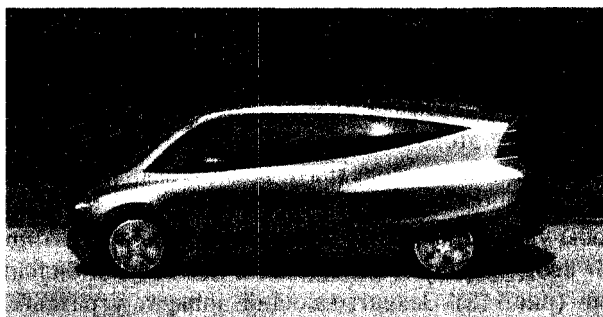


Рис. 116. Машина «Мерседес-бенц».

Клюв птицы веретенника (рис. 117) является комбинированным инструментом. До захвата пищи клюв (длинной 15 см) сжат и слу-

жит ковыряющим и ищущим инструментом. Для этого веретенник втыкает свой клюв в мягкую землю

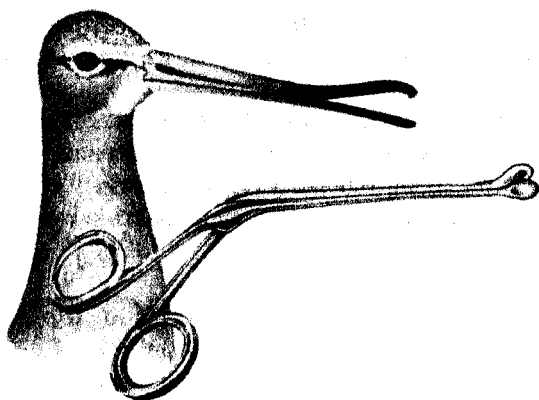


Рис. 117. Клюв веретенника и пинцет.

Глубоко в земле клюв открывается, словно две створки пинцета, выполняя при этом функцию тонко работающего хватающего инструмента. Изобретенный человеком пинцет выполняет те же функции, что и клюв веретенника

Лотос, хотя и растет в болоте, выглядит очень чистым. В 1982 году ученые Боннского университета обнаружили: лист лотоса способен к самоочищению и водоотталкиванию. Его восковые микро- и наноструктуры расположены под таким углом касания к воде, что та собирается в капли и стекает, по пути собирая грязь с листа. Это явление назвали «эффектом лотоса». Краска, изготовленная с использованием этого эффекта благодаря микровыпуклостям, способна десятилетиями сохранять водоотталкивающие свойства и не загрязняться.

Чтобы удержать добычу орлы и другие ловчие птицы цепко охватывают свою жертву и впиваются в нее своими сильными острыми когтями (рис.118). Захватывающий аппарат у разных ловчих птиц приспособлен для охоты за определенной добычей. По этому же принципу действуют разработанные человеком конструкции экскаваторов.

Бионика является стремительно развивающейся наукой во всем мире. Так, в Англии и США ученые присматриваются к изгибам

плавников кита-горбача: они хотят изменить форму крыльев самолета, чтобы улучшить его маневренность.

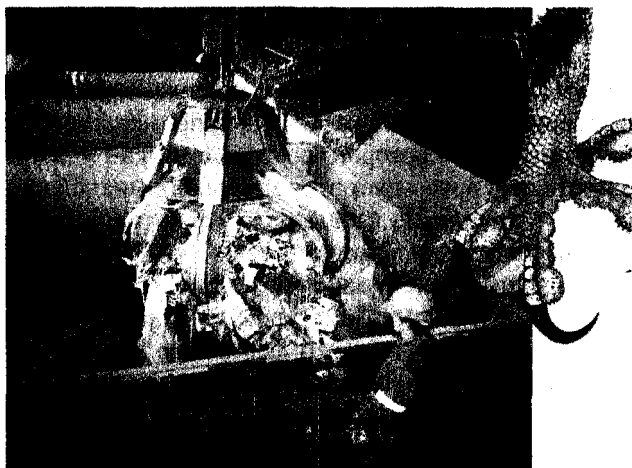


Рис. 118. Захватывающий аппарат ловчих птиц и экскаватор.

В Берлине изучают маховые перья хищных птиц, пытаясь создать крылья, меняющие форму в полете, чтобы сократить сопротивление воздуха и увеличить эффективность топлива. В Зимбабве архитекторы выясняют, как термиты регулируют температуру, влажность и вентиляцию в своих жилищах. Японские врачи делают инъекции иглами с мельчайшими зазубринами, повторяющими устройство комариного хоботка. Такой укол менее болезнен: меньше давление на нервные клетки.

Безусловными чемпионами по части изобретений являются насекомые. Светлячки производят свой неяркий свет, практически не расходуя энергии, а у обычной лампы накаливания 98% энергии уходит в тепло. Жуки-бомбардиры обладают высокоэффективной камерой сгорания, из которой выстреливают в потенциальных врагов раскаленными химикалиями. Жук *Melanophila* чувствует горящий лес даже за сотню километров, определяя испускаемое при пожаре инфракрасное излучение. Жуки из семейства чернотелок прекрасно чувствуют себя в пустынях на юго-западе Африки (одном из самых жарких и сухих мест на планете). Ученые обнаружили, что жук пьет утренний туман. Делает он это так: встает «лицом» к ветру и поднимает заднюю часть туловища, на которой расположены так называемые гидрофильные бугорки. Они поглощают туман и кон-

денсируют его в капли, которые скатываются по водоотталкивающим желобкам на спинке и попадают жуку в рот. Ученые воспроизвели этот процесс на стеклышке микроскопа, используя вместо бугорков микроскопические стеклянные шарики, а желобки, сделав из воска.

Природа умеет создавать сложные и прочные приспособления из простых материалов. Морской гребешок, например, строит раковину из карбоната кальция, из которого состоит и мягкий мел. Моллюск с помощью протеинов организует этот материал в «нанокирпичики» и строит из них ступенчатые стены, по прочности, не уступающие кевлару, из которого делают бронжилеты.

Дизайн природных конструкций тоже не идет ни в какое сравнение с попытками человека сконструировать что-либо претендующее на превосходство. Дело в том, что форма биологического объекта (например, дерева) обычно создается в результате длительного адаптивного процесса с учетом многолетнего воздействия различных факторов, как дружественных, так и агрессивных. Такая адаптивность в процессе формообразования приводит к созданию уникальной адаптивной структуры, которая в бионике называется интеллектуальной системой. Нашей промышленности пока недоступны технологии создания интеллектуальных систем, которые взаимодействуют с окружающей средой и могут приспосабливаться к ней, меняя свои свойства. В настоящее время ученые пытаются конструировать системы, которые имели хотя бы минимальную приспособляемость к окружающей среде. К сожалению пока и разработчики и наука находятся только в начале этого длинного пути, но перспективы интеллектуальных систем завораживают.

Идеальная интеллектуальная система сможет самостоятельно совершенствовать собственный дизайн и менять форму самыми разнообразными способами (добавляя недостающий материал или убирая лишний в определенных частях конструкции, изменяя химический состав отдельных узлов и т.д.). Вопрос стоит лишь в том, хватит ли у людей наблюдательности и ума, чтобы учиться у природы.

Почему же при современном уровне развития техники природа настолько опережает человека? Живые системы значительно многообразнее и сложнее технических конструкций. Биологические формы часто не могут быть рассчитаны из-за их необычайной сложности. Мы просто еще не знаем законов их формирования. Тайны структурообразования живых организмов, подробности происходящих в них жизненных процессов, устройство и принципы функционирования можно узнать лишь с помощью самой современной аппа-

ратуры, что не всегда доступно. Но работать в этом направлении необходимо. И здесь следует отметить важность рожденного в практике бионических исследований специального подхода к организации и ведению научных исследований – бионического подхода. Он возможен в любом техническом исследовании.

Бионический подход – это умение применять результаты биологических исследований для небιологических целей. Бионический подход в научных исследованиях в современных условиях лучше всего осуществляется тогда, когда над общей проблемой работают сообща биологи и инженеры. Дружная работа различных специалистов, преодоление профессиональных «перегородок», выработка понимания друг друга, создание единых методов работы – все это, как правило, помогает решать трудные задачи. Постоянные поиски сравнений интересующего объекта, явления, процесса, свойства, характеристики и т.д. с чем-то подобным в живой природе, тщательный анализ найденных аналогий и связей, границ их применимости – в этом существо бионического подхода

Необходимо только помнить то, что обращение к аналогам из природных форм допустимо и правомерно только тогда, когда оно не противоречит правдивому отображению конкретного содержания. Слишком натуралистические решения в промышленной форме, как правило, вредят раскрытию ее содержания. Эти изделия скорее носят развлекательный характер, а не служат примером оптимального решения промышленных изделий. Урны же для мусора в виде пингвина (рис. 119), устанавливаемые на улицах Москвы во время Олимпиады -80 не соответствует своему назначению, так как образ поглощающей отбросы птицы вызывает только отрицательные эмоции.

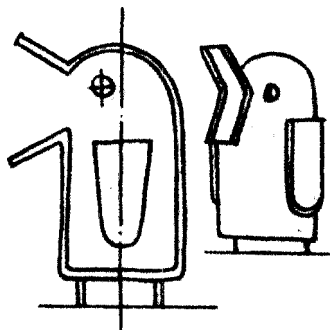


Рис. 119. Пример натуралистического решения промышленных изделий.

Природные формы могут быть использованы в технике только в том случае, если их функции совпадают. Интерес человека к исследованию природных организмов питает многие отрасли знаний и человеческой деятельности. В настоящее время среди всего многообразия направлений бионических исследований можно выделить основные из них:

- исследования принципов функционирования живых систем, которые могут быть полезны при создании технических устройств для сбора, передачи, хранения и переработки информации;
- исследования, направленные на создание миниатюрных датчиков с использованием либо принципа функционирования рецепторных органов живых организмов, либо самих этих органов в качестве чувствительных элементов;
- изучение принципов ориентации, локации и навигации у различных живых организмов для использования этих принципов в технике;
- разработка методов и средств, обеспечивающих оптимальное взаимодействие человека с управляемой им машиной.

В творческом процессе художника-конструктора бионический метод выражается в следующем:

- в аналитическом исследовании и практическом использовании законов формообразования природных форм;
- в изучении зависимости строения формы от свойств материала, от функционального назначения природных форм и их окружения.

В последнее десятилетие бионика получила значительный импульс к новому развитию. Это связано с тем, что современные технологии переходят на гига- и наноуровень, что позволяет копировать миниатюрные природные конструкции с небывалой ранее точностью. Современные технические средства и компьютерное моделирование помогают хоть немного разобраться в том, как устроен мир, и попытаться скопировать из него некоторые детали для своих нужд.

Глава 8.

ЭСТЕТИКА И СТАНДАРТ

Бытует мнение, что стандарты, обладающие техническим совершенством, делают вещи унылыми, серыми и однообразными, что стандарт – это враг красоты, стандартные изделия не могут быть красивыми. Так ли это? Может быть стандарт качественным, не будучи красивым? Остановимся немного на связи качества и красоты. В какой связи находится техническое совершенство предмета с его красотой? Возьмем пример из архитектуры. В Москве на улице Кирова стоит дом, построенный в «новом стиле» по проекту знаменитого французского архитектора Корбюзье. Из-за плохого качества работ архитектор отказался от своего авторства. Низкое качество исполнения разрушило красоту, созданную архитектором в проекте.

Здание ГУМа в Москве, построенное в конце XIX века, является подражанием древнерусской архитектуре. Строительные и отделочные работы высокого качества, все архитектурные детали выполнены с большой тщательностью, но здание не стало «мировым стандартом» качества, как собор Василия Блаженного или псковские и новгородские храмы. При постройке древних сооружений в Пскове, Новгороде и других городах зодчие не стремились придать каждому камню правильную форму, обтесать его более аккуратно, более тщательно. В результате стена получилась неровной, грубой, но необычайно выразительной. Низкое качество отделочных работ не только не мешало, а способствовало высокому качеству архитектуры. Впоследствии, в конце XIX века, многие талантливые русские зодчие неоднократно пытались строить храмы, основываясь на принципах древнерусского зодчества. Но результатом, как правило, было холодное подражание и явная подделка. И одной из причин этого было высокое качество и тщательность отделочных работ. Качество убивало красоту! Эти примеры говорят о том, что техническое качество и красота взаимосвязаны, но эти взаимоотношения сложные, причудливые. Важно понять, когда вопрос касается красоты, нет грубых и тонких материалов. Талантливый художник из грубого материала создаст произведение искусства, а плохой художник даже из нежного мрамора изготовит плохую вещь.

В технике техническое совершенство и красота связаны еще более сложной зависимостью, чем в архитектуре. Автомобиль, совершенный с точки зрения технических показателей, нельзя считать качественным, если он не красив. Телевизор, имеющий самые высо-

кие технические показатели (прекрасное изображение, звук и т.д.) не сможет занять место в ряду мировых стандартов, если он внешне некрасив. В тоже время внешняя красота предмета в первый момент может закрыть его техническое убожество. Правда, в технике легче оценить функциональные возможности изделия, качество исполнения, соответствие современному уровню.

Стандартизация должна стать категорией не только технической, но и эстетической. Мир техники должен быть связан с миром искусства.

Так что же такое стандарт?

С понятиями «*стандарт*» и «*стандартизация*» связано большое количество определений.

Стандартом называют документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процесса производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг. Стандарт может также содержать требования к терминологии, символике, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения.

Стандартизация в широком смысле слова – это установление в общегосударственном масштабе строго определенных норм качества, форм и размеров изделий, обязательных для производителей и потребителей; норм и правил, которые несут определенные эстетические начала и облегчают людям ориентирование и взаимопонимание во всех сферах деятельности.

К числу основных методов стандартизации относятся унификация и агрегатирование.

Унификация – наиболее распространенный и эффективный метод стандартизации. Он предусматривает приведение объектов к однотипности на основе установленного рационального числа их разновидностей, дает возможность снизить стоимость производства новых изделий, повысить серийность и уровень автоматизации производственных процессов. Основой унификации является систематизация – распределение предметов продукции в определенном порядке и последовательности, которые создают удобную систему использования. К основным видам унификации относят конструкторскую и технологическую унификации. К первому виду относят унификацию изделий в целом и их составных частей (деталей, узлов, комплектующих изделий и т.п.). Ко второму – унификацию нормативно-технической документации (стандартов, технических условий, инструкций, методик и др.). Наиболее глобальным примером уни-

фикации в технике является единый стандарт резьбовых соединений.

Агрегатирование – это метод создания машин, приборов и оборудования из отдельных стандартных унифицированных узлов, многократно используемых при создании различных изделий на основе геометрической и функциональной заменяемости.

Стандартами в широком смысле слова можно считать гамму звуков, алфавиты и, наконец, обычаи и традиции – своего рода «стандарты поведения». Мы же будем говорить в основном о стандартах, связанных с производственной деятельностью, с созданием оборудования.

Стандарт – это результат конкретной работы по стандартизации, принятый компетентной организацией.

Стандарт может иметь вид:

- документа, содержащего требования, подлежащие исполнению;
- основной единицы или физической константы;
- какого-либо предмета или физического состояния.

Стандарты, обладая законодательной силой, создают между потребителем и поставщиком взаимоотношения, исключаяющие возможность какого-либо преимущества одной стороны перед другой.

Элементарные стандарты создавались еще задолго до нашей эры. В Китае пять тысяч лет назад была установлена система пяти мер, единицей измерения которой служило расстояние между двумя узлами бамбукового шеста, используемого в качестве музыкального инструмента. В это же время в Древнем Египте были установлены размеры строительных элементов, применяющихся при возведении зданий и сооружений. Эти размеры были выбраны не только с учетом строительной техники, но и с соблюдением пропорций, которые обеспечивали красоту, т.е. стандарт и эстетика шли рядом.

Русский ученый Д. Хазанов считает, что применение строительного модуля в Древнем Египте было связано не только с требованиями техники строительства того времени, но и с желанием зафиксировать определенные пропорции, обеспечить соразмерность частей здания, сделать его красивым.

(Модуль – это величина, принимаемая за основу расчета размеров какого-либо предмета, машины или сооружения, а также их деталей, узлов и элементов, которые всегда кратны относительно избранного модуля).

Интересны методы стандартизации, которые применяли египтяне при конструировании катапульт. По двум важнейшим параметрам – диаметру снаряда и дальности его полета – были составлены

таблицы, позволяющие вычислять габариты элементов катапульта необходимой мощности.

При строительстве водопровода в Древнем Риме использовали стандартные трубы диаметром в 5 пальцев (96 мм).

Теоретические основы использования стандартизации (модуля) в мире античных вещей изложены в трактате римского архитектора и инженера Витрувия, написанном в I в. до н. эры. В трактате, который назывался «Десять книг об архитектуре», были рассмотрены вопросы градостроительства, инженерно-технические и художественные вопросы. Античные меры длины (фут и локоть), используемые в трактате, были связаны с размерами человеческого тела и являлись как бы его модулями. Витрувий применял принцип модульности и в теории архитектурных ордеров, и в конструкции метательного оружия – баллисты.

В средние века процесс стандартизации проявился более отчетливо, особенно в цеховом производстве, где в трудовом процессе участвовал не один человек, а несколько, и, следовательно, где необходимо заранее «договариваться» о соблюдении каких-то единых правил. Первые стандарты на ткани появились в 1298 г. В цеховых документах устанавливались нормы для верхнерейнской шерстяной ткани: длина сырой ткани – 45 локтей, ширина – 3,5 локтя.

Средневековые стандарты были малоприменимы для повсеместного использования, так как не было единой системы измерений. Старинные меры длины, которые использовались в этих стандартах (дюйм, пядь, ладонь, локоть, вершок, фут, сажень, аршин и др.), были связаны с размерами человеческого тела. Дюйм – длина сустава большого пальца (2,54 см); пядь – расстояние между концами раздвинутых большого и указательного пальцев (17,78 см); вершок – $\frac{1}{4}$ часть пяди (4,55 см); фут – длина ступни Карла Великого (30,48 см); ладонь – ширина кисти руки; локоть – размеры этой меры лежали в пределах 38 – 46 см; простая сажень – 213,36 см и т.д.

Каждое государство могло иметь свою систему мер и весов или несколько таких систем. Привычный для нас метр, равный 0,0000001 длины четверти земного меридиана, был предложен в качестве универсальной единицы длины только в 1790 году во Франции. Однако он не был принят сразу в качестве международной единицы измерения, это произошло только через 85 лет, в 1875 году, когда 17 стран, которые принимали участие в Международной метрической конвенции в Париже, согласились с применением метра. В связи с этим годом начала международной стандартизации принято считать 1875 год.

С появлением крупного промышленного производства стали усовершенствоваться методы стандартизации, появились так называемые мануфактурные стандарты. В 1719 г. появился стандарт на рецепт Беттгера по изготовлению всемирно известного мейсенского фарфора. Мейсенский фарфор – это изделия первого в Европе фарфорового завода, основанного в г. Мейсен (Германия) в 1710 году. Эти изделия отличаются пластичностью форм и изысканной росписью. В стандарте четко оговаривалось, например, какое количество глины, кремния и меди должна содержать глазурь.

Возьмем еще пример из архитектуры. Кирпичи постоянного «стандартного» размера использовались во всем мире. Контролем размеров кирпичей занимались специальные чиновники.

По данным исследования архитектора Б. Гридина, при строительстве знаменитого памятника архитектуры в Москве Покровского собора (храм Василия Блаженного) было использовано 18 типоразмеров фигурных кирпичей (рис. 120), а храма Вознесения в Коломенском (1528-1532 г) – 12.

Замечательные памятники греческой архитектуры также собраны из сравнительно небольшого числа «стандартных» деталей. Переход к серийному изготовлению продукции привел к необходимости разрабатывать научные методы и принципы стандартизации. Сначала стандартизация развивалась в пределах одного завода или одной фабрики, потом в пределах одной компании, а затем в пределах одной фирмы. Позже человечество убедилось, что необходимо иметь стандарты, учитывающие условия общественного разделения труда, национальные и даже международные интересы.

В 1842 г. в Великобритании был установлен стандарт на резьбу, предложенную английским инженером и промышленником Джозефом Витвордом (1803-1887). Она так и стала называться «резьба Витворда», имела дюймовые размеры и впоследствии была заменена в большинстве стран на резьбу метрическую.

В 1875 г. в Германии проведена унификация ширины железнодорожной колеи и сцепных устройств для вагонов. В 1869 году там же (в Германии) был впервые издан справочник, содержащий размеры стандартных профилей катаного железа.

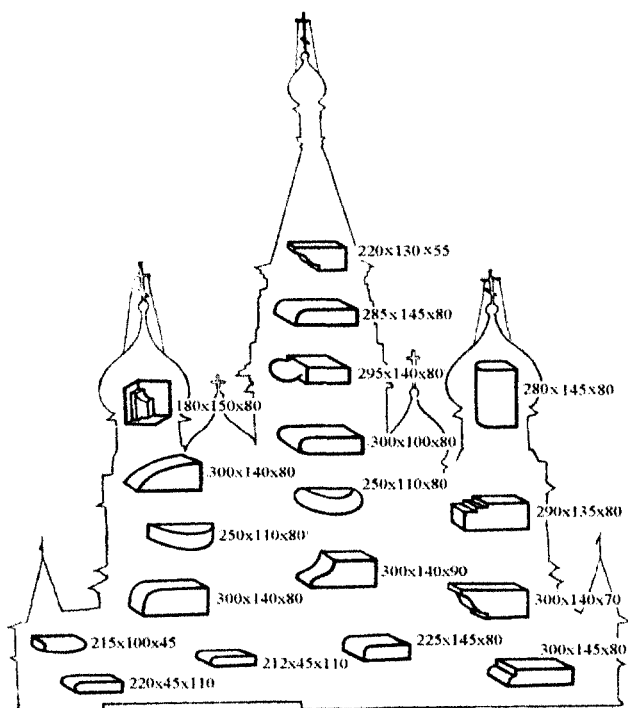


Рис. 120. Стандартные элементы фасонного кирпича в храме Василия Блаженного в Москве.

Международная метрическая конвенция была заключена в Париже в 1875 г. Здесь же было создано Международное бюро мер и весов. В 1901 г. возник комитет стандартов в Великобритании. Главной задачей этого комитета было содействие усилению экономического могущества Британской империи путем разработки и внедрения стандартов на сырье, промышленные изделия, военную технику.

После первой мировой войны стандартизация стала восприниматься как объективная экономическая необходимость, и к концу 20-х годов XX в. организации по стандартизации появились в большинстве стран Западной Европы и Америки. Так были созданы организации по стандартизации в Бельгии и Канаде (1919 г.), в Австрии (1920 г.), Италии, Японии и Венгрии (1921 г.), Австрии, Швеции и Чехословакии (1922 г.), Норвегии (1923 г.), Финляндии и Польше (1924 г.), Дании (1926 г.), Румынии (1928 г.).

В настоящее время все развитые страны имеют разветвленную сеть бюро, обществ, ассоциаций, комитетов и институтов по стандартизации.

Назвать точную дату начала истории стандартизации в России трудно.

Первые сведения о стандартизации в России относятся к середине XVI века: при Иване Грозном специальным указом были установлены постоянные размеры пушечных ядер и введены калибры для проверки этих размеров.

Неизвестная западноевропейским странам стандартизация строительных частей была применена в России при возведении города-крепости Свияжска. Зимой 1550-1551 годов стандартные детали свияжских построек были изготовлены по чертежам в районе города Углича, затем тщательно пронумерованы и сплавлены на плотах по Волге. Летом 1551 года на реке Свияге (под Казанью, за 1000 с лишним километров от Углича) произвели их сборку. За четыре недели было обработано более 20000 кубометров леса. Руководил возведением свияжских укреплений гениальный русский инженер-строитель Иван Григорьевич Выгодков.

Побывавший в России в 30-х годах немецкий путешественник Олеарий А. (1603-1671) в своем знаменитом «Описании путешествия в Московию...» (1636) так писал о сборных методах строительства и стандартизации, распространенных в России: «За Белой стеной на особом рынке стоит много домов, частью сложенных, частью разобранных. Их можно купить и задешево доставить на место и сложить..., В этой части находится лесной рынок и вышеназванный рынок домов, где можно купить дом, получить его готовоотстроенным в другой части города через два дня». Два дня – срок, которому могут позавидовать даже современные строители.

В 1761 г., почти за 25 лет до изготовления французским инженером Лебланом взаимозаменяемых замков ружей, в инструкции, данной Шуваловым Тульскому оружейному заводу, было записано, что «... на каждую оружейную вещь порознь мастерам иметь меры или лекала с заводским клеймом или печатью оружейной канцелярии, по которым каждый с пропорцией каждую вещь проверить мог...»

В собрании законов Российской империи времен Петра I был помещен ряд указов, которые свидетельствовали о том, что уже в XVII – XVIII веках предписывалось многие изделия военной техники делать по точным образцам, явившимся своего рода прототипами современных стандартов.

В начале XIX в методы стандартизации были широко применены при организации массового производства стрелкового оружия на Тульских оружейных заводах. Развитие судостроения, железнодорожного транспорта, различных отраслей машиностроения привело к появлению первых русских стандартов – это были стандарты предприятий, фирм. В царской России не было государственной стандартизации: в промышленности, где много предприятий принадлежало иностранцам, применялись три системы мер – старая русская, британская (дюймовая) и метрическая, что сильно препятствовало развитию стандартизации.

Современная система стандартизации сформировалась в советское время, просуществовала до начала 90-х годов, а затем стала видоизменяться. В связи с переходом к рынку в Российской Федерации в первую очередь изменился сам подход к организации и использованию системы стандартов. Организация работ по стандартизации стала более демократичной, проводится на добровольной основе (с участием всех заинтересованных сторон), а применение стандартов в большей части носит рекомендательный характер. Требования государственных стандартов РФ подлежат обязательному выполнению в том случае, если они связаны с безопасностью жизни и здоровья людей, их имущества, с охраной окружающей среды и т.д.

В Российской Федерации существуют следующие документы по стандартизации:

- государственные стандарты РФ (ГОСТ);
- отраслевые стандарты (ОСТ);
- технические условия (ТУ);
- стандарты предприятий и объединений, ассоциаций, концернов;
- стандарты научно-технических обществ, инженерных союзов и других общественных организаций.

Создание в России системы стандартов, соответствующей требованиям рыночной экономики, позволяет:

- значительно расширить круг заказчиков и потенциальных пользователей стандартов, существенно повысить заинтересованность и изменить мотивации их разработки, повысить внимание к проблеме снижения издержек производства;
- превратить стандарты в практический инструмент борьбы за рынок потребителя;
- стимулировать в интересах потребителей использование стандартов для усиления конкуренции между производителями за более высокие потребительские свойства товаров;

- создать необходимые условия конкурентоспособности и успешной работы на рынке и т.д.

Стандартам свойственна унификация, однако это не значит, что стандартизация приводит к безликости, уравниловке или духовному обнищанию.

Стандарты должны быть красивыми и нести эстетическую информацию. Но, будучи красивыми, они должны быть и полезными, иначе их существование становится бессмысленным. Здесь и возникает вопрос, на который философы и теоретики искусства давно пытаются дать ответ. Как связаны между собой красота и польза? «Прекрасно то, что хорошо служит данной цели. Духовное неотделимо от материального», – проповедовал древне-греческий философ Сократ (ок.470-399 г до н.э.), гуляя со своими учениками по многолюдным площадям и улицам Афин.

Снова обратимся к природе. Ведь она, как «космический завод», непрерывно поставляет изделия массового производства – людей, кур, муравьев, бабочек, березы, сосны и т.д. Не было случая, чтобы этот «завод» произвел «уникальное изделие». И что удивительно – несмотря на массовость производства, каждое изделие «космического завода» индивидуально. Это относится ко всему существующему – людям, животным, цветам и т.д. Но их индивидуальность всегда находится в пределах одного типа, в пределах одной «серии» вещей и явлений. И еще одно: творения природы красивы и поэтичны. Мы оцениваем их не только по закону целесообразности, но и по законам красоты.

В тоже время продукция природы, по Г.Б. Борисовскому, основана на трех основных «стандартах»: электроны, протоны и нейтроны. Сочетаясь друг с другом, они образуют атомы, общее число которых не превышает сотню. Двенадцать из них составляет 95,5% всей земной коры и окружающей ее атмосферы. Атомы, сочетаясь, друг с другом, образуют молекулы, число которых бесконечно.

«Массовое производство, осуществляемое природой, представляет собой глубочайшую из научных мыслей», – утверждает известный английский физик лауреат Нобелевской премии Джордж Томсон (1892-1975). Излагая принципы, лежащие в основе строения Вселенной, изменить которые не в состоянии ни одно открытие, он наряду с законом сохранения массы и энергии и другими законами указывает на «принцип массового производства». «Из стандартных элементов – нестандартное целое» – вот идея, к которой следует стремиться, считал Д. Томсон.

Один из крупных специалистов в области стандартизации Б.А. Урванцев утверждает: «Без стандартов невозможно ни производство, ни обращение, ни рациональное использование природных ресурсов, ни охрана окружающей среды». Изделия только тогда высококачественны, если при их производстве и использовании потребляется минимум энергии и материалов, если они служат на благо счастья и здоровья тех, кто ими пользуется, кто их производит, а также тех, кто от них избавляется, не причиняя ущерба окружающей среде.

Нет необходимости всю промышленную продукцию относить к сфере дизайна. К одним стандартным изделиям предъявляются только утилитарно-функциональные, а другим – ещё и эстетические требования. Если оценивать качество промышленного изделия с помощью трех составляющих

польза + удобство + красота,

то весомость каждого параметра в оценке качества будет зависеть от назначения и вида изделия (табл.8.1).

Обувь, вазы для цветов, одежду, женские шляпы и многое другое не следует стандартизировать с точки зрения установления их форм, видов, окраски и т.д. Но и такая продукция может быть стандартизована, только в другом отношении. Речь идет о стандартизации качества изделий и расхода материала.

Создание красивых стандартных изделий невозможно без научных теоретических обоснований, подобно тому, как немыслима разработка конструктивной основы и технологии промышленных изделий без знания точных наук – физики, сопротивления материалов, электротехники и т.п.

Точно так же невозможно создать красивое изделие, не зная законов красоты, точнее, не используя веками накопленный опыт создания красивых изделий.

Техническая эстетика, имея дело с формальными качествами стандартных промышленных изделий и рассматривая их в тесной связи с общественной значимостью, социально-экономическими и техническими основами формирования изделий, предъявляет определенный комплекс требований к стандартным изделиям. Эти требования можно условно разделить на следующие группы:

- *социальные*, определяющие соответствие изделий общественно необходимым потребностям, – целесообразность производства, объем, социальную ориентацию на конкретную группу потреби-

телей, обеспечение конкурентоспособности на международном рынке. Все эти требования можно объединить в одно – повышение качества промышленных изделий;

- *функциональные* – обеспечивающие успешное выполнение изделием в процессе эксплуатации своей основной функции. Успешное выполнение промышленным изделием своей основной функции зависит от технического совершенства изделия, возможности осуществлять необходимые операции, обслуживание, контроль над процессом эксплуатации. Важнейшими функциональными требованиями технической эстетики являются информативность формы и универсальность применения изделия, т.е. выполнение полезных для потребителя дополнительных функций.

Таблица 8.1.

Изделие	Весомость пользы и красоты			
	Коэффициент весомости свойств			
	Утилитарных		эстетических	
	Диапазон	Средний	Диапазон	Средний
Электролампа	0,90...0,95	0,92	0,05...0,10	0,08
Канистра	0,85...0,95	0,90	0,05...0,15	0,10
Пылесос	0,70...0,90	0,80	0,10...0,20	0,15
Холодильник	0,60...0,80	0,70	0,20...0,40	0,30
Магнитофон	0,50...0,75	0,67	0,25...0,50	0,33
Телевизор	0,50...0,70	0,65	0,30...0,50	0,35
Кресло	0,45...0,65	0,55	0,53...0,55	0,45
Зимнее пальто	0,40...0,60	0,50	0,40...0,60	0,50
Люстра	0,30...0,55	0,42	0,45...0,70	0,58
Женские туфли	0,30...0,55	0,42	0,45...0,70	0,58
Чайный сервиз	0,20...0,50	0,35	0,50...0,80	0,65
Запонки	0,10...0,25	0,17	0,75...0,90	0,83
Летний шарф	0,05...0,25	0,15	0,75...0,55	0,85
Галстук	0,05...0,15	0,10	0,85...0,95	0,90
Декоративная ваза	0...0,10	0,05	1,00...0,90	0,95

Успешное выполнение изделиями своих основных функций зависит от качества их материально-конструктивной основы, поэтому компонент функциональных требований является совершенство конструктивно-технического решения, его соответствие современному уровню научно-технического развития;

- *техноэкономические*, связанные с материалами и трудом, необходимым для изготовления изделия. Для массового производства важно, насколько рационально использованы современные материалы и конструкции, достигнута ли экономия материала благодаря применению конструктивной схемы, технологии, формы изделия и т.д. Лишь в том случае, когда эти требования выполнены, художественно-конструкторское решение будет легко осуществимо, массовый выпуск налажен в кратчайший срок и его производство окажется экономически эффективным;
- *эргономические*, предусматривающие создание оптимальных условий эксплуатации предмета человеком в производственном или бытовом процессе. Данная вещь должна не только хорошо функционировать и быть общественно полезной, но и быть удобной и безопасной для пользования. Удобство выступает по отношению к пользе в качестве своеобразного количественного показателя сокращения сил и энергии человека для получения желаемого полезного эффекта. Эргономические требования (антропометрические, физиологические, психологические, гигиенические) нашли свое отражение в ГОСТ 16035 - 70;
- *эстетические*, предполагающие соответствие формы изделий духовным потребностям общества и человека, общественным и личным эстетическим идеалам. Самым важным исходным эстетическим требованием к промышленным изделиям является соответствие содержания форме, а пользы красоте. При художественно-конструкторском анализе изделий последовательно рассматривают взаимосвязанный комплекс эстетических показателей. К таким показателям относятся:
- образная, или так называемая информативная, выразительность формы (модный облик, рисунок, цвет, современная фактура и т.д.);
- рациональная красота формы – степень выявления в форме технологии производства и удобства эксплуатации;
- целостность композиции – организация объемно-пространственной основы изделия, соразмерность его частей и деталей;
- совершенство производственного исполнения – качество обработки видимых поверхностей формы, чистота выполнения сочленений, сопряжений, скруглений.

Все большее значение приобретают красота и четкость фирменных знаков, указателей, информационных материалов.

ПРИЕМЫ ГАРМОНИЗАЦИИ СТАНДАРТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Остановимся на некоторых приемах гармонизации стандартных изделий, которыми пользуются дизайнеры. Одним из методов унификации и модульной координации, а, следовательно, и гармонизации комплекса предметов является метод числовых рядов. Ряды чисел с давних времен применяли для гармонизации различных предметов, объектов архитектуры, музыкальных произведений. Так, в I в до н. э. конструкции знаменитого римского акведука были использованы колеса, градация диаметров которых была подчинена законам геометрической прогрессии.

Числовые ряды, построенные по закону геометрической прогрессии, известны теперь под названием рядов предпочтительных чисел R . Использование рядов предпочтительных чисел, основанных на геометрической прогрессии, связано с именем инженера французской авиации Шарля Ренарда. Их иногда называют рядами Ренарда. Шарль Ренард впервые применил эти ряды для стандартизации диаметров тросов аэростатов. Работой Ренарда, опубликованной в 1886 г., вновь заинтересовались лишь спустя 40 лет.

Предпочтительные числа, будучи включены в действующие стандарты, все больше учитываются при проектировании промышленных изделий.

Ряд предпочтительных чисел R (табл. 8.2) – это последовательные числа, изменяющиеся в геометрической прогрессии. Каждый последующий член данного ряда представляет собой произведение предыдущего члена на постоянный коэффициент q , называемый знаменателем: $a_{n+1} = a_n q$.

В перекрестных десятичных рядах предпочтительных чисел R_5 , R_{10} , R_{20} , R_{40} , R_{80} знаменателем служит корень из десяти, соответствующей степени:

$$\text{для } R_5 - \sqrt[5]{10} = 10^{0,5} = 1,6; \text{ для } R_{10} - \sqrt[10]{10} = 10^{0,1} = 1,26;$$

$$\text{для } R_{20} - \sqrt[20]{10} = 10^{0,05} = 1,12; \text{ для } R_{40} - \sqrt[40]{10} = 10^{0,025} = 1,06;$$

$$\text{для } R_{80} - 1,03.$$

Таблица 8.2

Основные ряды предпочтительных чисел

Основные ряды				Номер предпо- чти- тель- ного числа	Мантисса логарифма	Расчет- ные числа	Разность между числами основного ряда и рас- четными величина- ми, %
R_5	R_{10}	R_{20}	R_{40}				
1,00	1,00	1,00	1,00	0	000	1,0000	0
			1,06	1	025	1,0593	+0,07
			1,12	2	050	1,1220	—0,18
			1,18	3	075	1,1885	—0,71
		1,25	1,25	4	100	1,2589	—0,71
			1,32	5	125	1,3335	—0,01
			1,40	6	150	1,4125	—0,88
1,60	1,60	1,60	1,50	7	175	1,4962	+0,25
			1,60	8	100	1,5849	+0,95
			1,70	9	225	1,6788	+1,26
		1,80	1,80	10	250	1,7783	+1,22
			1,90	11	255	1,8836	+0,87
			2,00	12	300	1,9953	+0,24
		2,50	2,50	2,00	2,12	13	325
2,24	14				350	2,2387	+0,06
2,36	15				375	2,3714	—0,48
2,50	2,50			16	400	2,5119	—0,47
	2,65			17	425	2,6607	—0,40
	2,80			18	450	2,8184	—0,65
	3,00			19	475	2,9854	4-0,49
4,00	4,00	3,15	3,15	20	500	3,1623	—0,39
			3,35	21	525	3,3497	+0,01
			3,55	22	550	3,5481	+0,05
		4,00	3,75	23	575	3,7584	—0,22
			4,00	24	600	3,9811	+0,47
			4,25	25	625	4,2170	+0,78
			4,50	26	650	4,4668	+0,74
	4,75	27	675	4,7315	+0,39		

4,00	5,00	5,00	5,00	28	700	5,0119	—0,24
			4,30	29	725	5,3088	—0,17
		5,60	5,60	30	750	5,6234	—0,42
			6,00	31	775	5,9566	+0,73
6,30	6,30	6,30	6,30	32	800	6,3096	—0,15
			6,70	33	825	6,6834	+0,25
		7,10	7,10	34	850	7,0795	+0,29
			7,50	35	875	7,4989	+0,01
	8,00	8,00	8,00	36	900	7,9433	+0,71
			8,50	37	925	8,4140	+1,02
		9,00	9,00	38	950	8,9125	+0,98
			5,50.	39	975	9,4406	+0,63
10,00	10,00	10,00	10,00	40	000	10,0000	0

Значения членов рядов рассчитываются с использованием этих знаменателей. Значения знаменателей рядов предпочтительных чисел и самих чисел округлены по сравнению с точными значениями геометрических прогрессий.

Ряды $R_5 \dots R_{40}$ называются основными, ряд R_{80} — дополнительным. Наиболее предпочтительным является ряд R_5 , за ним следует ряд R_{10} и т.д. Дополнительный ряд R_{80} можно применять только в технически и экономически обоснованных случаях. Степени числа 10 в знаменателях основных рядов предпочтительных чисел образуют ряд геометрической прогрессии вида $1/5, 1/10, 1/20, 1/40$. Этот ряд имеет знаменатель $1/2$. На основе такой закономерности получаются инвариантные гармонические ряды, особенностью которых является наличие всех членов предыдущего ряда во всех последующих рядах, т.е., например, члены ряда R_5 присутствуют в рядах $R_{10}, R_{20}, R_{40}, R_{80}$. Закономерна взаимосвязь чисел внутри каждого ряда. Так, в ряду R_{10} происходит удвоение чисел через каждые три числа, в ряду R_{20} — через каждые шесть, в ряду R_{40} — через каждые 12. Некоторые члены рассмотренных рядов представляют собой округленные значения золотого сечения. Порядок применения предпочтительных чисел, включая образование производных рядов, устанавливает стандарт ГОСТ 8032-84.

Предпочтительные числа используются главным образом при проектировании технологического оборудования. На основе ряда предпочтительных чисел строятся ряды транспортных машин, станков, приборов. На основе геометрических рядов созданы всевозмож-

ные модульные системы. Применение рядов предпочтительных чисел создает предпосылки для обеспечения взаимозаменяемости деталей и узлов, для унификации и агрегатирования конструкций машин и приборов.

Поиски новых модульных систем гармонизации велись и ведутся постоянно. Так, интересна гармонизированная модульная система так называемых итальянских рядов, в качестве базисных членов которых приняты простые числа 2, 3, 5 и их возможные производные 6, 10, 15. На основе этих чисел построены геометрические прогрессии с общим знаменателем $q=2$. На рис. 121 последовательное удвоение исходных чисел идет в радиальном направлении.

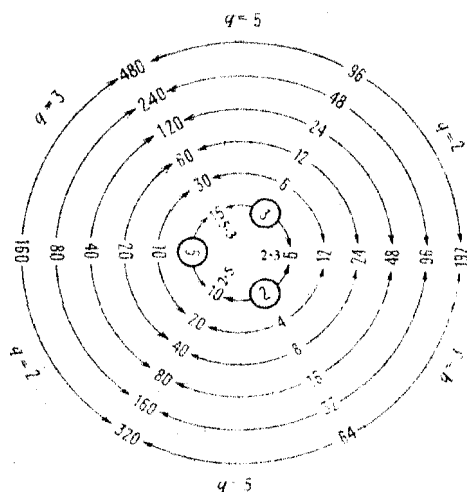


Рис. 121. Итальянская модульная система.

Заслуживает внимания и модульная система, ряды геометрической прогрессии которой являются результатом увеличения по боковым сторонам треугольника первых простых чисел. Удвоением базисных членов по левой стороне треугольника получают ряды: 1-2-4-8..., 5-10-20-40..., 3-6-12-24... и т.д. Утроение членов по правой стороне треугольника дает ряды: 1-3-9-27..., 5-15-45-135..., 2-6-18-54..., 10-30-90-270... и т.д. (рис. 122).

					1					
					2	5	3			
				4	10	6	15	9		
		8	20	12	30	18	45	27		
	16	40	24	60	36	90	54	135	81	
32	80	48	120	72	180	108	270	162	405	243

Рис. 122. Схема построения рядов чисел по треугольнику.

Во многих европейских странах применяется в настоящее время стандарт, предложенный доктором Портсманом. Он использовал свойство прямоугольника со сторонами 1 и $\sqrt{2}$ сохранять первоначальные пропорции при делении пополам и разработал гамму стандартизованных размеров бумаги, конвертов, книг, папок, плакатов и других подобных изделий.

Сначала им был выбран исходный формат площадью 1 м^2 со сторонами $841 \times 1189 \text{ мм}$, а затем стандартизованы его доли: $1/2 \text{ м}^2 = 594 \times 841 \text{ мм}$, $1/4 \text{ м}^2 = 420 \times 594 \text{ мм}$, $1/8 \text{ м}^2 = 297 \times 420 \text{ мм}$, $1/16 \text{ м}^2 = 210 \times 297 \text{ мм}$, $1/32 \text{ м}^2 = 148 \times 210 \text{ мм}$, $1/64 \text{ м}^2 = 105 \times 148 \text{ мм}$.

Так был получен основной ряд форматов RA и дополнительные ряды RB (среднеарифметические членов RA), а также RC и RD (среднегеометрические членов RA и RB). Эти форматы и были стандартизованы (рис. 123).

Стандартные размеры бумаги могут служить основой для определения размеров чертежных и письменных столов, шкафов для хранения документов, книжных шкафов и т.д. Столы и шкафы в свою очередь определяют размеры помещений. Таким образом, возникает целостная система гармонизированных элементов интерьера, подчиненная единому модульному принципу.

Подобные работы, основанные на стандартизации не отдельных изделий промышленности, а унифицированных систем, заслуживают изучения и внедрения в практику. Такой метод стандартизации позволяет существенно повысить качество объектов дизайна, устра-

нить дублирование изделий одного и того назначения и сократить число типоразмеров.

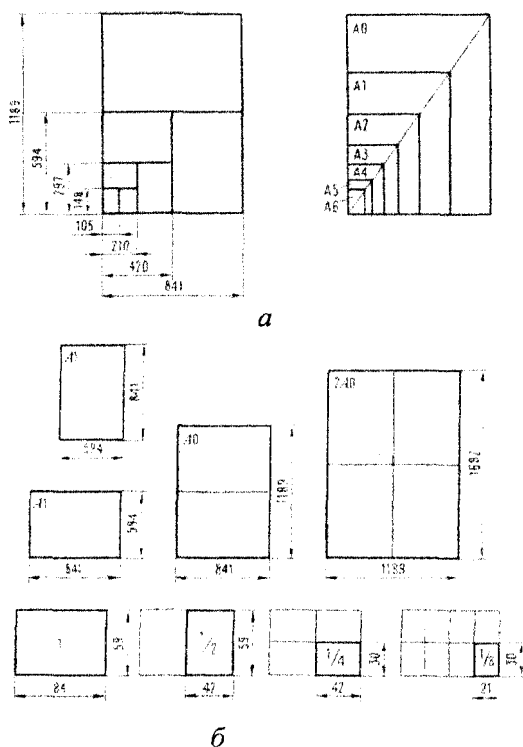


Рис. 123. Построение основного формата бумаги (а) и стандартных форматов плакатов (б).

Процесс создания новых и усовершенствования существующих рядов чисел и модульных систем, в основу которых были бы заложены технические и эстетические качества, - чрезвычайно сложный, требующий больших усилий, таланта, знаний и изобретательства.

Примером неудачного использования унифицированных элементов для изготовления мебели для производственных помещений может служить мебель, представленная на рис. 124. Эта мебель нашла применение в середине XX века. У такой мебели только одно преимущество - она не дорогая и может быть имеет большой срок службы. А вот сидеть на таких стульях и креслах и работать за такими столами неудобно и неуютно, поэтому широкого распространения такая мебель не получила.

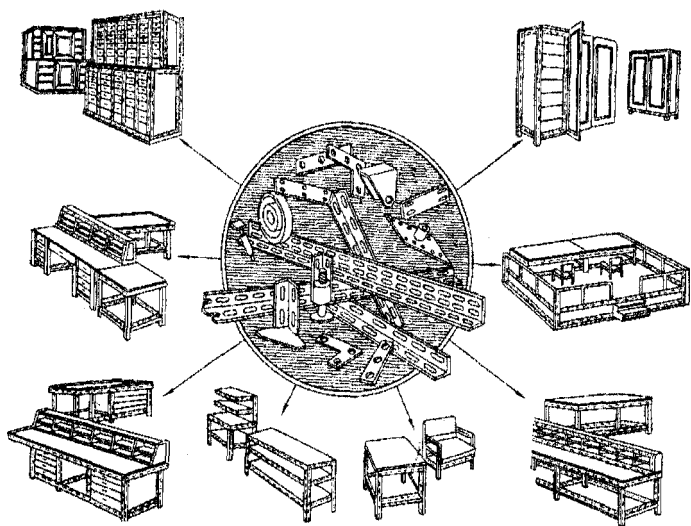
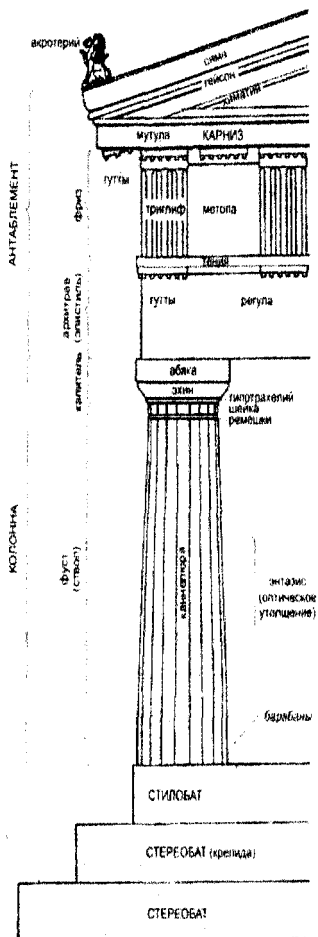


Рис. 124. Мебель из унифицированных элементов.

В качестве примера создания модульной системы, соответствующей эстетическим нормам, может служить классическая ордерная система в архитектуре, изобретенная древними греками и усовершенствованная в эпоху Возрождения.

Классический ордер – это те самые колонны, пилястры и портики, которые можно увидеть в Москве, Петербурге, Париже, Вашингтоне, в Древнем Риме и, прежде всего в Древних Афинах (рис. 125). Это система строго определенных архитектурных форм, весьма последовательная и рациональная. Элементы ордера (колонны, капитель, база, карниз и т.д.) строго типизированы и подчинены единой системы. В эту систему заложено не только функциональное, но и эстетическое начало. Существует три основных ордера – дорический, ионический и коринфский (не считая двух дополнительных – тосканского и сложного). Дорический – наиболее мужественный, простой и лаконичный. Древние греки сравнивали его с мощным телом атлета. Ионический ордер – нежный, изысканный и сложный. Его сравнивают с прекрасным телом женщины, а завитки капители – с ее волосами. Коринфский – еще более сложный, еще более изысканный и богатый.

Дорический ордер



Ионический ордер

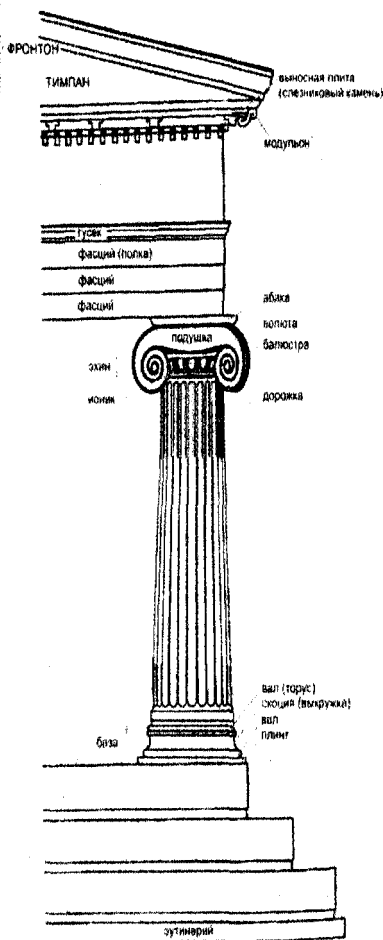


Рис.125. «Унифицированная» ордерная система (дорический и ионический ордер).

Капитель этого ордера похожа на корзину цветов. Соотношения между элементами ордера обусловлены модулем. Модуль – это величина, принимаемая за основу расчета размеров какого-либо предмета, машины или сооружения, а также их деталей, узлов и элементов, которые всегда кратны относительно модуля. У греков модуль – это средний диаметр колонны; в дальнейшем модулем стали считать нижний радиус колонны.

Размеры колонны и остальных частей ордера имеют постоянные соотношения, приравненные к модулю. Модульная система, основанная на строго определенных архитектурных формах, имеет рациональный и последовательный характер. В ней заложено эстетическое начало, все типизировано, унифицировано и взаимно увязано между собой. Ордер получил развитие почти во всех странах мира. Значение классического ордера заключается в том, что он вселяет веру в возможность создания красивых стандартов. Система таких стандартов обеспечит создание гармоничных изделий, удовлетворяющих высоким функциональным и эстетическим требованиям.

Глава 9.

ПРОЕКТНАЯ ГРАФИКА

В художественном проектировании сложились и постоянно развиваются своя техника исполнения, средства и приемы работы.

Проектная графика впервые появилась в архитектуре. В глубокой древности архитекторы пользовались двухмерными изображениями, правда, дошедшие до нас рисунки и барельефы египтян, представляют собой не проекты, а изображения уже существующих построек и предметов. Не было еще самого понятия проекта вещи в нашем понимании этого слова.

Первые изображения проектируемых изделий появились только в эпоху Возрождения.

Целый ряд рисунков (большой частью перспективных), эскизные наброски машин и приспособлений оставил после себя Леонардо да Винчи. Это были не изображения уже существующих изделий, а их проекты (рис. 126).

Особый интерес представляют работы великого мастера немецкого Возрождения Альбрехта Дюрера (1471-1528). Он был универсальным проектировщиком: сохранились его эскизы костюмов для придворных, рисунки фонтанов, кубков, мебели, карет.

Все, дошедшие до нас, работы Дюрера можно разделить на две группы. К первой относятся рабочие зарисовки (наброски, кроки), которые нужны были автору для производства, т.е. для передачи исполнителю. Вторая группа сохранившейся графики отличалась большей завершенностью и наглядностью. Эта группа предназначалась, очевидно, для показа заказчику. Проекты обеих групп имели законченный характер, были доступны для понимания, легки для восприятия.

Все проектные рисунки того времени предназначались для уникальных изделий. Массовая ремесленная продукция изготавливалась по традиционным образцам.

В России проектная графика допетровской эпохи следовала иконописной традиции (рис. 127). Предметы изображались независимо от того, проецировались ли они один на другой или нет, и располагались один над другим.

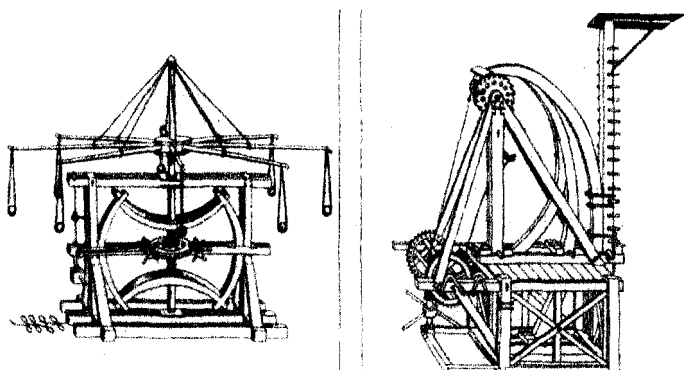


Рис.126. Чертежи Леонардо да Винчи.



Рис.127. Иконописное изображение архитектуры.

Проектная графика послепетровской поры тесно связана с культурной жизнью России. Кроме изображения архитектурных объектов появились проекты фонтанов, ваз, триумфальных арок, планировки садов и парков и т.п. Как отмечают специалисты, во всех чертежах того времени неизменно присутствовало художественное

начало. Для большинства чертежей характерна законченность композиции, их украшают изысканные надписи. Почти во всех чертежах изображение дано на фоне пейзажа, рядов стилизованных деревьев, домов, тщательно выписанного рельефа местности. Техника исполнения была традиционной. Это, как правило, рисунок или чертеж пером, тонированный тушью. Контрастные многоцветные изображения выполнялись гуашью, рисунки для последующего изготовления барельефов – сангиной.

Развитие промышленности потребовало обеспечения производства графической документацией. Однако машиностроительные чертежи начала XVIII в. представляли собой, как правило, рисунки, выполненные без соблюдения масштаба, дающие представление о внешнем облике основного оборудования. В 40-х годах XVIII в. на чертежах появились две или три проекции изображаемого предмета, получившие название «профилей сбоку» или «профилей спереди и сзади». Вместе с планом эти профили создавали достаточно точное представление обо всей конструкции, хотя непосредственной связи между планом и профилем еще не было. Вертикальные разрезы, или, как их тогда называли, «прорезы», показывающие внутреннюю часть конструкции, появились в 70-х годах XVIII в., а детализовка – только в конце этого столетия. Чертежи и рисунки, являющиеся частью проектной документации, выполнялись тушью или красками и свидетельствовали об умении их исполнителей рисовать. Сохранившиеся графические материалы того времени имеют большую ценность, так как являются первичной формой «промышленного» жанра в искусстве.

Проектная графика послепетровской эпохи несомненно имела художественное начало. Это можно объяснить тем, что черчение и рисование были введены в программу в качестве предметов, изучаемых в заводских (арифметических и словесных) школах ещё в 1721 г., на Урале. Родоначалником этих школ был русский историк В.Н. Татищев (1686-1750) – яркий деятель петровской эпохи. Наряду с заводскими школами В.Н. Татищев создал специальные «знаменовальные» (рисовальные) школы. В инструкциях о порядке преподавания в этих школах отдельным пунктом были выделены архитектура и рисование.

В конце XVIII в. заводские школы уже не могли удовлетворять потребностям промышленности в специалистах, и в 1774 г. в Санкт-Петербурге открылось Горное училище, в котором обучение рисованию также было обязательным.

В 1831 г. в Санкт-Петербурге был открыт Практический Технологический институт, в котором рисование преподавали четыре художника. Два из них имели звание академика живописи. Занятия проходили в хорошо оборудованных больших классах по 2 ч. ежедневно в течение всех четырех лет обучения. Институт готовил не только будущих механиков-машиностроителей, но и специалистов для текстильной промышленности, поэтому программа их художественного воспитания была дифференцирована. В создаваемых затем институтах обучение рисованию было также обязательным. Сохранившиеся эскизы выпускников говорят о том, что целью уроков была не только подготовка рисовальщиков, способных изобразить какую-либо машину, но и развитие художественно-графической культуры. Учащихся приобщали к различным жанрам живописи и рисунка, прививали им навыки работы в различной технике. В первых высших учебных заведениях будущих машиностроителей учили строить объемно-пространственные структуры, поэтому программа этих заведений начиналась с рисования небольших предметов и заканчивалась изображением гипсовых статуй.

Во всех открытых позднее российских институтах сохранялась такая же картина: в конце XIX в. в России будущих машиностроителей учили не только черчению, но и рисованию и архитектуре. Техника выполнения машиностроительных чертежей свидетельствовала о высокой художественной культуре того времени в технической сфере – как в гражданской, так и военной. Высокий художественный и исполнительский уровень проектной графики в области инженерии и техники стал в России живой традицией и перешагнул рубеж XIX в.

Особенно плодотворным в области проектной графики был период классицизма. Проектные листы этого времени не только передавали архитектурное окружение проектируемого объекта, но раскрывали эмоциональное содержание проектов.

С середины XIX в. произошло резкое разграничение архитектурного и инженерного проектирования. Особенностью проектной графики стали жесткость и геометричность контуров, скрупулёзная проработка формы.

Период конструктивизма внес совершенно новые тенденции, как в проектирование, так и в способ передачи проектной мысли. Распространенной стала аксонометрия, дающая объективную информацию о внешней форме предмета.

В современном художественном проектировании применяются два специальных проектных языка, связанные с творческим поиском

наилучшего решения проектной задачи. Это язык проектной графики и язык объемного проектирования – макетирования и моделирования. В процессе разработки проекта графические и макетные работы тесно переплетаются. Проектная мысль, как правило, вызревает, прежде всего, в эскизах, набросках, после чего появляется возможность перевести ее в объемно-пластическую форму.

Язык современной проектной графики многообразен. Технология исполнения чертежей на различных стадиях проектирования практически одна и та же. Графический язык проектов зависит от того, является ли графика средством поиска, эскизирования или выражает законченную проектную идею. В первом случае графика выступает как средство творческого поиска, во втором – как итог этого поиска. В первом случае графика рассчитана на восприятие самим автором, проектировщиком, во втором – и автором и потребителем. Каждому этапу проектирования соответствует свой графический язык. Изображение на первой стадии проектирования может быть произвольным. Первичное эскизирование – это изображение в самых общих чертах художественно-пластического образа проектируемого объекта. Эскиз должен быть наглядным и нести необходимую информацию. Некоторая недосказанность эскизов вполне закономерна. В процессе продвижения проекта к его окончательному решению характер эскизов меняется и становится более точным. При отборе оптимального варианта чертеж выполняется в масштабе. Эта промежуточная стадия предшествует переходу к чистовому проекту – чертежу. Чистовой чертеж – это уже проектная документация, в которой определены размеры, внутренняя компоновка, цветовое решение и фактурная характеристика. Ортогональные и аксонометрические проекции передают информацию о внешнем виде предмета. Чтобы показать внутреннее строение, конструкцию, компоновку элементов, их взаимосвязь и соотношения с внешней формой, делаются горизонтальные и вертикальные разрезы. Таким образом, чистовой проект сочетает в себе наглядно-изобразительный материал с условными схемами и дополняется текстовой информацией.

При работе над завершенным проектом, необходимо выполнять ряд формальных требований:

- чистовой проект выполняется на бумаге, наклеенной на картон или натянутой на подрамник, для того, чтобы бумага после работы на ней водными красками не деформировалась и сохраняла гладкую поверхность;
- все чертежи должны иметь определенный масштаб в соответствии с общепринятой шкалой масштабов.

К завершенному проекту предъявляется и целый ряд эстетических требований:

- высокий графический уровень;
- целостность всех составляющих его элементов (ортогональных проекций, перспективы, разрезов, шрифта);
- колористическое совершенство.

Существует несколько видов завершенного чертежа-проекта: линейный, линейно-тональный, светотеневой (тональный), многоцветный (полихромный). Применение того или иного вида графики зависит от характера проекта и общего композиционного замысла.

Линейный чертеж (рис.128) – внешне самый простой, лаконичный, без отвлекающих эффектов, не претендующий на создание иллюзии при передаче объема и пространства. Для такого чертежа важна лишь техническая и геометрическая информация. Информативность такого чертежа можно увеличить варьированием толщины линий, нанесением легкой штриховки и т.д.

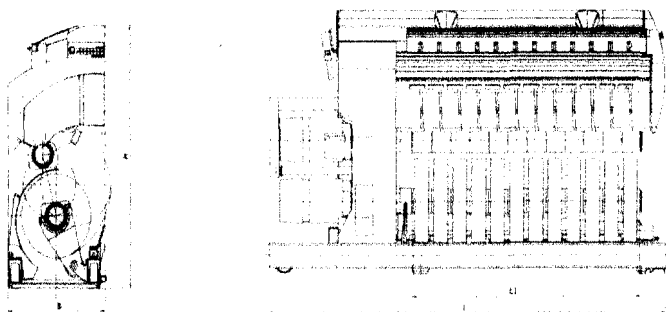


Рис. 128. Линейный чертеж.

Линейно-тональный чертеж сочетает линейное изображение с тоном. Такой чертеж часто выполняется при работе над объектом, включающим пространственную среду. На рис. 129 представлен линейно-тональный чертеж без включения пространственной среды.

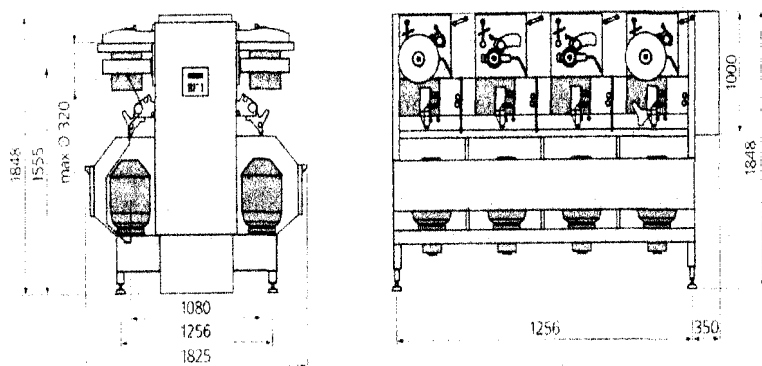


Рис. 129. Линейно-тональный чертеж.

Светотеневой или тональный чертеж (рис. 130) – монохромное изображение. Одноцветное (светотеневое) изображение выполняется черно-белой отмывкой. Такое изображение наглядно передает объемную форму предмета, его основные пространственные особенности. Для черно-белой отмывки чаще всего применяется черная тушь. Жидкая тушь разбавляется до любой консистенции для получения нужных градаций серого тона.

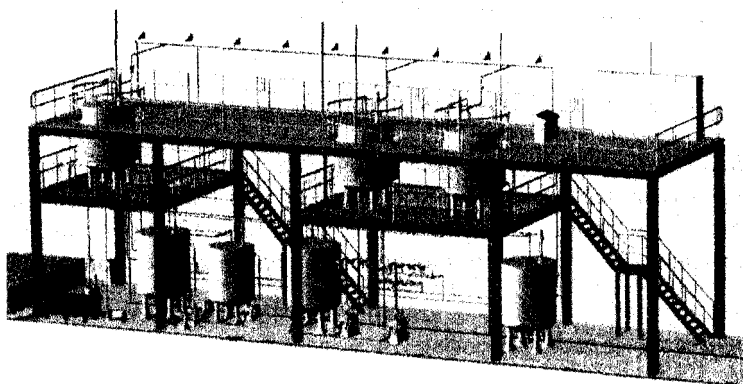


Рис. 130. Светотеневой чертеж.

Можно также использовать акварель какого-либо одного цвета, предварительно разведенную в воде до нужной консистенции. *Многоцветный (полихромный)* чертеж – это основная форма художественно-конструкторского проекта.

При выполнении проекта в цвете художник-конструктор может использовать несколько способов. Наиболее распространенный из них – выполнение проекта кистью акварельными красками.

Второй способ – нанесение краски губкой. В этом случае на готовый карандашный рисунок, выполненный на планшете, резиновым клеем наклеивается калька. Спустя пять-десять минут вырезается та часть рисунка, которую нужно закрасить. На чистую бумагу губкой или аэрографом наносится колер, разведенный до нужной густоты. Получается ровная бархатистая поверхность. Этим способом можно достичь убедительной передачи фактуры материала, игры света и цвета, а также объема. Проект можно выполнять и комбинированным способом. Сначала акварельной кистью, а потом в нужных местах – губкой.

Существует два принципиально разных способа моделирования формы (рис. 131). Самый распространенный способ передачи объема – с помощью теней, основанный на использовании теории теней. Сущность этой теории заключается в том, что собственная тень объекта и тени соседних предметов создают иллюзию объема.

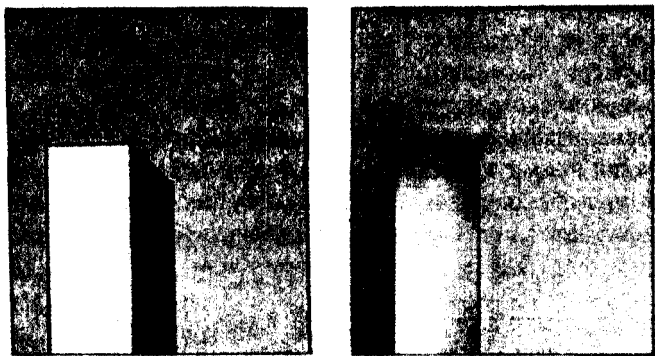


Рис. 131. Моделирование формы при направленном и рассеянном свете.

Второй способ передачи объема – с помощью рассеянного света. В этом случае условное подчеркивание плоскостей по углам не создает иллюзии объема, а скорее информирует о её существовании.

Полихромный чертеж предназначен для передачи не только объема, но и реального цвета предмета, его фактуры и материала. Полихромный чертеж выполняется акварелью, гуашью или темперой. Акварель используется как прозрачный лессировочный² материал, а гуашь и темпера – как кроющие материалы, образующие на бумаге непрозрачный слой.

Выполнение проекта в цвете – это, пожалуй, самая волнующая часть всего творческого процесса. Надо учитывать, что личного отношения проектировщика к цвету недостаточно, особенно если условия труда требуют научно обоснованных рекомендаций, например в медицине, космонавтике.

В связи с изменением общепринятых изобразительных приемов быстро меняется технология изготовления чертежей и макетов. В качестве нового узаконенного вида проектной графики широкое распространение получили аппликации, используются шаблоны и самое главное – компьютерная графика, которая прочно вошла в повседневную жизнь. Все виды проектных чертежей могут быть выполнены на персональном компьютере с использованием специальных программ. Компьютер облегчает и ускоряет процесс проектирования. Дизайнер на экране дисплея может смоделировать реалистическое изображение проектируемого изделия из множества элементов заготовок, увидеть, как оно будет выглядеть в разном исполнении, варьировать цветовые решения, совершенствовать форму. Компьютер может использоваться на всех этапах художественного проектирования. В художественном проектировании чаще всего используется двумерная компьютерная графика, которую можно разделить на векторную и растровую.

Векторная графика представляет изображение в виде набора геометрических примитивов, в качестве которых чаще всего выбирают точки, прямые, окружности, прямоугольники. Изображение в векторном формате дает простор для редактирования. Изображение

² Лессировка – классический прием живописной техники, основанный на прозрачности некоторых красок, благодаря которой возможно их глубокое просвечивание. Это качество красок обеспечивает наибольшую интенсивность цвета. К прозрачным краскам относятся такие как ультрамарин, карминно-красная, сочнозеленая и др. Прозрачные краски наносятся в несколько тонких слоев, что создает эффект свечения красок. Рабочий процесс лессировочной техники требует много времени и терпения.

может без потерь масштабироваться, поворачиваться, деформироваться.

В растровом виде можно представить любое изображение, однако этот вид графики требует большого объема памяти, необходимого для работы с изображениями. Среди наиболее удобных для подготовки эскизов компьютерных программ можно выделить редакторы CorelDraw и AdobePhotoshop.

Редактор векторной графики CorelDraw - одно из самых распространенных программных средств современного художника-конструктора. С его помощью можно создавать схемы, чертежи, иллюстрации, товарные знаки, логотипы и многое другое. Графический редактор CorelDraw представляет собой интегрированный объектно-ориентированный пакет программ для работы с векторной графикой. Термин «интегрированный пакет» означает, что входящие в него программы могут обмениваться данными или последовательно выполнять различные действия над одними и теми же данными, что обеспечивает многофункциональность пакета. Термин «объектно-ориентированный» означает, что в процессе создания и изменения изображений все операции пользователь производит с объектами, представляющими собой иерархическую структуру и составляющими целостное изображение. При этом каждому стандартному классу объектов присущи уникальная совокупность управляющих параметров и перечень стандартных операций.

AdobePhotoshop – редактор растровой графики предназначен для создания изображений, используемых в электронных презентациях, при подготовке плакатов и т.д.

Векторная и растровая графики являются современными способами разработки и подачи дизайнерской идеи. Использование компьютерных систем проектирования позволяет получать виртуальные образы промышленных изделий в относительно короткое время с полной имитацией цветового решения и пространственного изображения элементов и функциональных узлов, получая трехмерное изображение предмета.

Представляет интерес новый метод отображения пространства, предложенный доктором искусствоведения, профессором В.Н. Гамаюновым и названный им - *проективография*.

Проективография – наукоемкий инструмент для достижения целей гармонизации в формотворчестве, а, следовательно, в работе дизайнера, архитектора, инженера.

При существующем уже более двух веков классическом методе отображения пространства на плоскости любой объект мысленно

помещают внутрь куба (кубической решетки) и смотрят на него сквозь каждую грань. Если развернуть куб, все шесть видов объекта окажутся на одном листе. Но единственным телом, которое дает на гранях кубической решетки свое истинное (без искажений) изображение является параллелепипед. Задача сильно усложняется, если в кубическую решетку поместить хотя бы простенькую трехгранную пирамиду. Найти проекции этой пирамиды на плоскости куба можно только с помощью начертательной геометрии. Используя кубическую решетку, трудно решать сложные пластические задачи по формообразованию. Автор проективографии считает, что создатели таких шедевров как готические соборы или купола храма Василия Блаженного, не зная способа отображения пространства с помощью кубической решетки, были вольны изобретать свои способы построения.

Суть нового метода проектирования, конечно, в сильно упрощенном виде, такова. Вместо кубической решетки В.Н. Гамаюнов предложил использовать связку плоскостей. Располагая их точно по граням исследуемого тела, получают отпечатки этих граней на плоскости. Затем набор плоскостей «сваливают» по определенным правилам в одну кучу. В результате на одной плоскости получают все виды в натуральную величину. Возможность увеличения числа плоскостей системы, считает проф. Гамаюнов, позволяет моделировать тончайшие нюансы при переходе от грани к грани. Произвольно выбирая плоскости системы и пересекая их друг с другом, можно приступить к произвольному процессу формообразования, подчиняясь только практическим намерениям.

На рис.132 представлен пример решения элементарной задачи геометрии на очень простых конфигурациях проективографических полей. На рисунке изображена трехгранная пирамида с основанием ABC. Задача состояла в определении натуральных величин боковых граней пирамиды и в построении сечения пирамиды секущей плоскостью 9. Через стороны основания этой пирамиды проходят плоскости 11,7,13, определяющие боковые грани пирамиды.

Определенные натуральные величины боковых граней этой пирамиды показаны на чертеже соответствующими боковыми ребрами, идущими к указательной вершине, которая изображается вместе со своими гранями точками S_1 , S_2 и S_3 . Здесь же на этом чертеже построено сечение пирамиды секущей плоскостью 9. Натуральная величина искомого сечения показана на чертеже заливкой

С целью реализации построения проективографических чертежей ручным способом автором приводятся эпюры, которые достаточно

просты в построении. Они не требуют привлечения общей методики, которая остается практически доступной (с точки зрения точности) только для компьютера. На рис. 133 представлены результаты конструирования многогранника «летающая сигарета», с использованием трехоктаэдрической эпюры.

Как отмечает автор основное достоинство этого нового метода заключается в том, что он позволяет последовательно выполнять операции над элементами проективнографической плоскости, которые приводят к столь разнообразным пространственным решениям, что по существу выполняют роль средств гармонизации при создании композиций.

Найдет ли этот метод применение при проектировании промышленных изделий, покажет время. Первым архитектором, освоившим проективнографию, был москвич Владимир Сомов. Под его руководством создана целая серия конкурсных проектов в России и за рубежом. Это, например, комплекс зданий университета в Калабрии, Сирийская национальная библиотека в Дамаске, северная арка въезда в Париж, оперный театр на площади Бастилии.

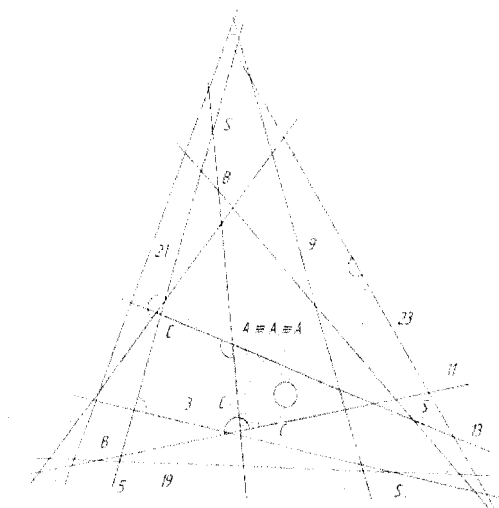


Рис. 132. Определение натуральных величин боковых граней трехгранной пирамиды.

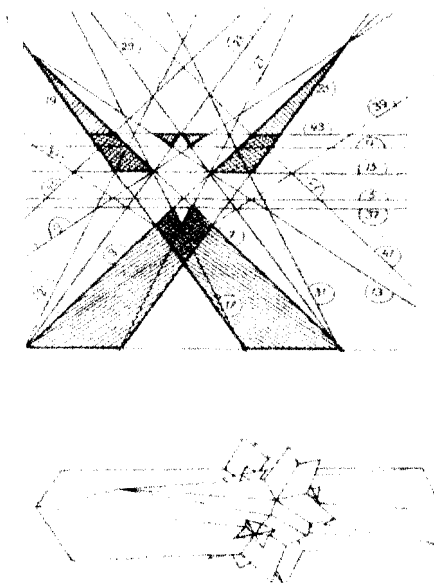


Рис.133. Построение эюр многогранника «летающая сигара».

ШРИФТОВАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Шрифт – от немецкого слова “*Schrift*”, что означает письмо и выражает графическую форму определенной системы письма. Шрифт – основа графического дизайна.

Шрифт – это совокупность букв, цифр и знаков определенного рисунка (стиля) и размера, служащая техническим средством воспроизведения речи.

Шрифты, применяемые в художественном конструировании, отличаются

от шрифтов, принятых в техническом черчении. Образцы этих шрифтов очень разнообразны и большей частью заимствованы из полиграфии и архитектуры, традиции которых относятся ещё к эпохе Возрождения.

Почти все европейские шрифты, а также шрифты народов некоторых других континентов построены на определенных графических основах. На основе славянского алфавита построены шрифты всех

народов Российской Федерации, на основе латинского алфавита - шрифты почти всех народов Западной Европы, Америки, Австралии и некоторых народов Азии и Африки. На основе арабского алфавита построены шрифты арабских стран, а также Ирана и Афганистана. Кроме того, во многих государствах применяют шрифты, построенные на национальной графической основе (Греция, Индия, Израиль).

Все латинские и славяно-русские прямые шрифты можно разбить на две группы:

- антиквенную, в которой основой для построения букв является прямоугольник;
- медиевальную, в которой основой для построения является квадрат.

Шрифт – это одно из самых уязвимых мест дизайна. Именно в этой специфической области предъявляются самые высокие требования к квалификации тех, кто создает новые шрифты, и к разборчивости, вкусу тех, кто их применяет. Дизайнеру необходимо знать шрифты с художественной и технической стороны, что позволит ему критически разобраться во всей массе существующих шрифтов, а при их начертании даст возможность избежать ошибок.

Каждой эпохе и стилю соответствует свой шрифт. Самые старые и одновременно самые современные шрифты – это классическая антиква (ренессансная антиква). Эти шрифты были разработаны по рисункам эпохи Возрождения, которые в свою очередь брали за основу рукописные шрифты IX-XIII веков. Это строгий, изящный, легко читаемый шрифт, призванный вытеснить господствующую тогда готику. Основными графическими особенностями классической антиквы является наличие засечек и малая контрастность – подражание буквам, написанным пером. Эти шрифты наиболее подходят для строгого официального текста.

В XVIII веке появилась переходная антиква (антиква барокко), когда формы букв стали строже, прямолинейнее, увеличился контраст между толщиной вертикальных и горизонтальных штрихов (Times, Baskerville и др.). Засечки стали тоньше и острее.

В конце XVIII появился новый тип шрифтов новая антиква (антиква классицизма), которая господствовала на протяжении всего XIX века. Для штрихов новой антиквы (Bodoni) характерны высокий контраст между толщиной вертикальных и горизонтальных штрихов и тонкие длинные засечки.

В 1845 году был разработан первый из шрифтов типа Кларендон (Bookman), в котором от новой антиквы были взяты общие пропор-

ции и принципы построения букв, но уменьшена контрастность и угловатость. Эти шрифты смотрятся строго, но современно.

В конце 20-х годов XX века в Германии разрабатываются принципиально новые, упрощенные рубленые шрифты (Helvetica, Futura), не имеющие засечек и контраста. Но, как отмечали специалисты, новым рубленым шрифтам не хватало мягкости, человечности и гуманизма.

Сейчас основные шрифты с засечками – это возрожденные шрифты прошлых эпох. В 30-е годы XX века был воссоздан по образцам английских типографов XVIII века шрифт Times Roman.

Не избежали общего стремления к смягчению и гуманизации и рубленые шрифты. На смену шрифту Futura пришел шрифт Helvetica, созданный в 1957 г. В 1976 г. был создан шрифт Frutiger, более легкий для чтения. Некоторые из упомянутых шрифтов приведены на рис. 134.

A a B b V v Г г - Arial

A a B b V v Г г - Times New Roman

A a B b V v Г г - Courier

A a B b V v Г г - Bascerville

A a B b V v Г г - Golbic

A a B b V v Г г - Verdana

A a B b V v Г г - Compact

A a B b V v Г г - Bodoni

A a B b Г г Д д - Georgia

Рис. 134. Примеры шрифтов.

Гибридом традиционных форм рубленых шрифтов засечками стал, созданный в 1984 году шрифт Meta с некоторыми чертами шрифтов с засечками

В книге «Эстетика искусства шрифта» известный немецкий художник Альберт Капр пишет: «Искусство шрифта – это в первую очередь искусство пропорции. Напряженность и гармония, симметрия и асимметрия, ритм формы и контрформы, единство индивидуального и всеобщего – при работе над шрифтом приходится учитывать множество противоположностей».

Художественный вкус и творческий опыт подскажут дизайнеру, какой шрифт следует выбрать для той или иной надписи, какой шрифт можно использовать без изменений, а какой нет. Во всех случаях шрифт должен легко читаться, быть красивым, соответствовать содержанию, а не противоречить ему. Текст, располагаемый на чертежах, имеет большое смысловое и эстетическое значение. Основной заголовок выполняется относительно крупными буквами и располагается обычно по верхнему, реже – по нижнему краю листа.

Выбор шрифта является сложной задачей. Одно из достоинств хорошего шрифта – это удобочитаемость, которая служит не только общей оценкой пригодности его формы, но и показателем красоты. На удобочитаемость влияют следующие факторы:

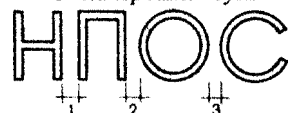
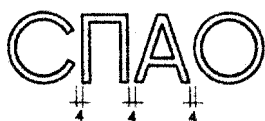
- форма шрифтовых знаков (рисунок или тип шрифта, размер, пропорциональность, насыщенность, цвет);
- шрифтовая композиция (длина строки, пробел вокруг строки, интервал между строками, ритм строки, композиция текста и др.);
- четкость шрифта (отношение цвета шрифта к цвету фона, фактура, качество выполнения);
- ясность шрифта (узнаваемость знаков, оправданная простота форм).

Перечисленные факторы выполнения основного требования – удобочитаемости – являются общими и составляют основу профессиональной грамотности в области искусства шрифта.

Непременным требованием является стилевое единство всего листа. Выбранный шрифт должен быть созвучен чертежу, а буквы одного и того же принятого шрифта должны иметь примерно равную тоновую нагрузку.

Необходимо учитывать явление иррадиации, при котором белое поле «съедает» черный контур (рис. 135).

Зависимость ширины пробелов
от начертания букв



Учет оптических иллюзий



Рис. 135. Высота букв в строке и интервалы между буквами.

Это приводит к тому, что некоторые округлые (О, С, Э) и остро-конечные (А) буквы зрительно кажутся несколько ниже, чем в действительности, поэтому их надо рисовать немного выше остальных букв в ряду. Все буквы в зависимости от написания делят на четыре группы: открытые слева – Д, З, У, Ч, Я; открытые справа – Г, Р., Б, С, Ъ; открытые справа и слева – Т, А; полуторные по ширине – Ж, М, Ф., Ш, Щ, Ю. Эти буквы следует размещать так, чтобы поля между ними было зрительно одинаковыми и чтобы слово не распалось на отдельные части.

Все сказанное относится к основным надписям. Написание же отдельных букв во второстепенных текстах (подрисуночных, подписях, аннотациях и т.д.) не имеет большого значения, хотя их размещение и компоновка на листе также важны.

Глава 10. ПРОМЫШЛЕННАЯ ГРАФИКА

Промышленная графика – это все виды визуальной информации на промышленных предприятиях и в транспорте, в городском хозяйстве, торговле, медицине, спорте и во многих других сферах человеческой деятельности.

К промышленной графике на предприятиях в первую очередь относится цеховая информация, которая делится на технологическую, информацию о безопасности труда, административную, коммуникационную, общественно-массовую.

Заслуживает внимания такая разновидность промышленной графики, как *условные знаки*, которые образно и быстро, используя различные символы, передают визуальную информацию. Условные знаки делят на дорожные (предупреждающие и указывающие), производственные, грузомаркировочные, фирменные и др.

Производственные условные знаки предупреждают о необходимости соблюдения техники безопасности и обязывают выполнять определенные функции, например «курить запрещено», «работать в защитных очках» и т.д. (рис.136).



Рис. 136. Условные знаки.

Форма, размеры этих знаков, их цвет определяются национальными или международными стандартами.

В общественных местах с интенсивным движением большого количества людей (вокзалы, гостиницы, торговые центры, зрелищные комплексы) часто используются *пиктограммы* (от лат. *pictus* – рисовать) – стилизованные и легко узнаваемые графические изображения, содержащие самую разнообразную визуальную информацию, выраженную лаконично и образно. Пиктограмма усиливает характерные черты изображаемого предмета. За пиктограммой не закрепляется какая либо конкретная единица языка: пиктограмма может быть «прочтена» как слово, синоним этого слова, словосочетание, предложение с различными вариациями смысла, нескольких предложений.

Пиктограммы использовались в ранних системах письменности. Они являются знаком пиктографии (рисуночное письмо), древнейшие образцы которой относятся к эпохе палеолита.

На рис. 137 представлено схематическое изображение мужчин и женщин, найденное в пещерах Испании и Южной Франции.

Мы встречаемся с пиктограммами везде – это значки, обозначающие больницу (красный крест), въезд на стоянку (буква Р) и т.д.

На рис. 138 показаны пиктограммы: «справочное бюро», «комната матери и ребенка», «багажная», «носильщик». Пиктограммы из национального парка в Америке представлены на рис.139.

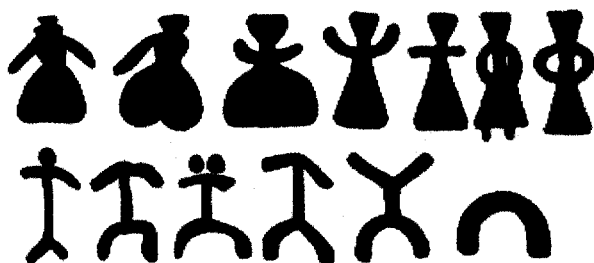


Рис. 137. Схематические изображения мужчины и женщины (пещеры Испании и Южной Франции).

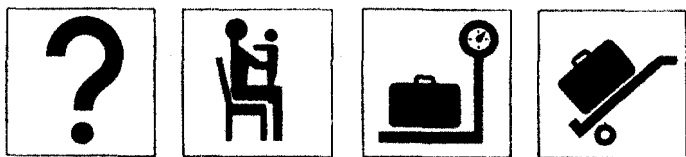


Рис.138. Пиктограммы.



Рис. 139. Пиктограммы из национального парка (США).

Пиктограммы являются одними из характерных атрибутов Олимпийских игр. Пиктограммы играют огромную роль в определении олимпийских видов спорта. Они широко используются в инструкциях по проведению Олимпийских игр, в рекламе, в телевизионных трансляциях, в сувенирах. На рис. 140 представлены пиктограммы Олимпийских игр в Пекине, а на рис. 141 – в Лондоне.

При разработке пиктограмм Олимпиад используются национальные традиции и современные методы промышленной графики. Так,

пиктограммы, разработанные для Олимпийских Игр в Пекине в 2008 году, соединяют в себе традиции древнего Китая с присущими ему изделиями из кости и бронзы с нанесенными на них надписями и простоту современной графики, тем самым делая их узнаваемыми, запоминаемыми и легкими в использовании.

Применение резкого контраста черного и белого, присущего традиционному Китайскому искусству выполнения рисунка при помощи копирования притиранием, помогает пиктограммам более четко и точно передать движения спортсменов, способствует более изящному восприятию этих движений.



Рис. 140. Пиктограммы Олимпийских Игр в Пекине (2008 г.).

Существует большая группа знаков, которые указывают на принадлежность фирме, объединению, предприятию. Это фирменные знаки, к которым относятся эмблемы, фабрично-заводские, товарные и торговые знаки (марки).

Эмблемы условно изображают отрасли производства или виды человеческой деятельности, например, «гражданская авиация», «связь», «научное общество» и др. Фабрично-заводские знаки (марки) наносятся на продукцию, документацию, а также изображаются в интерьерах зданий.



Рис. 141. Пиктограммы Олимпийских игр в Лондоне (2012 г).

ФИРМЕННЫЙ СТИЛЬ

В начале XX века в США появилось понятие *фирменного стиля*, когда количество компаний, работающих в одной области, критически возросло, и стала проблема их узнаваемости. Понятие фирменный стиль было введено теоретиками рекламы. За рубежом используются и другие термины – «координация дизайна», «проектирование внешнего облика предприятия» и др.

Фирменный стиль (англ. *corporate identity*) – это набор визуальных и словесных констант, обеспечивающих единство восприятия товаров, услуг, информации исходящих от фирм к потребителю. Основными целями фирменного стиля является указание связи изделия с фирмой и выделение товаров фирмы из общей массы аналогичных товаров, выпускаемых конкурентами.

Основными элементами фирменного стиля можно считать:

- Товарный знак.
- Логотип
- Фирменный блок
- Фирменный лозунг
- Фирменные цвета
- Фирменные шрифты
- Другие фирменные константы.

Товарный знак (англ. *Trademark*) - обозначение (словесное, изобразительное, комбинированное или иное), служащее для индивидуализации товаров юридических лиц или индивидуальных предпринимателей. Законом признается исключительное право на товарный знак, удостоверяемое свидетельством на товарный знак. Правообладатель товарного знака имеет право его использовать, им распоряжаться и запрещать его использование другими лицами. Товарный знак является главным звеном, организующим центром всего фирменного стиля. От успешной разработки товарного знака во многом зависит эффективность фирменного стиля в целом.

Товарные знаки, указывающие на производителя товаров, существовали в древнем мире. Так 3000 лет назад индийские ремесленники ставили свои подписи на художественных творениях, которые отправлялись в Иран. Немного позднее в употреблении находилось уже около тысячи римских гончарных клейм, включая фабричное клеймо FORTIS, которое стало настолько знаменитым, что его копировали и подделывали. В средневековье, в условиях процветающей торговли, использование товарных знаков сильно возросло. Отличи-

тельные знаки (личные клейма) ставили на свои изделия (оружие, кухонную утварь, ювелирные изделия, кожу и др.) мастеровые и ремесленники. Однако по мере использования товарных знаков все чаще стали появляться случаи их использования на дешевых подделках. Потребовались юридические меры, чтобы защитить изделия признанных мастеров. В Англии такие меры защиты были выработаны еще в середине XIX столетия. Это был знаменитый запрет на ведение дел под чужим именем.

В России в 1830 году был принят закон, содержащий правила и способы клеймения товаров. Закон устанавливал уголовную ответственность за нарушение прав на товарный знак, в том числе за подделку товара или клейма.

Товарным знаком признается условное обозначение, своего рода символ, который помещается на выпускаемой продукции, ее упаковке или сопроводительной документации, и заменяет часто длинное и сложное название изготовителя товара (рис.137).

Товарные знаки отличаются от некоторых других сходных с ними объектов промышленной собственности. Так, наиболее близко к товарным знакам стоят такие условные обозначения как фирменное наименование, производственная марка, торговая марка. Однако, в отличие от товарных знаков, эти условные обозначения не подлежат государственной регистрации.

Товарные знаки не следует путать со знаками обслуживания. Знаком обслуживания признается обозначение, способное отличить услуги одних юридических или физических лиц от однородных услуг других юридических или физических лиц. Товарные знаки рекламируют товары определенных производителей, а знаки обслуживания предназначены для различения однородных услуг, оказываемых разными лицами.

Термин «*торговая марка*» на бытовом уровне используется как синоним понятия «товарный знак», однако правовой охране он не подлежит. Российской правовой системе известны только понятия «товарный знак» и «знак обслуживания». Маркетинговое понятие «*бренд*» на практике также иногда используется в качестве синонима «товарный знак» или «знак обслуживания», что является совершенно неверным.

В настоящее время можно выделить пять основных типов товарных знаков:

- а) *словесный* товарный знак, характеризующийся лучшей запоминаемостью («Apple» для компьютеров, Deutsche Bank для банка);
- б) *изобразительный*, представляющий собой оригинальный рисунок,

эмблему фирмы; в) *объемный знак* - знак в трехмерном измерении; г) *звуковой* товарный знак, характерный для радиостанций и телекомпаний; д) *комбинированные* товарные знаки, представляющие собой различные сочетания приведенных выше типов. В последнее время встречаются новые виды товарных знаков. Это, например, товарный знак в виде голограммы. В некоторых странах существуют обонятельные знаки, когда определенный запах может быть защищен в качестве товарного знака.

На рис. 142 представлены некоторые часто встречающиеся товарные знаки.

Характеристики товарного знака должны не только способствовать выполнению его основных функций, но и легко запоминаться и осуществлять функции рекламы. Словесные обозначения должны быть краткими и благозвучными. Изобразительные – не должны быть перегружены большим количеством трудно запоминаемых элементов.



Рис. 142. Товарные знаки.

Товарные знаки являются обозначениями, позволяющими отличить товары и услуги одних предприятий от однородных товаров и услуг других предприятий

Разработка товарных знаков базируется на традициях геральдики. Эти знаки должны быть лаконичны и выразительны в художественном отношении, их не следует перегружать изобразительными средствами, кроме того, в них не должны повторяться элементы существующих зарегистрированных знаков. Товарные знаки обязывают поддерживать добрые традиции определенной отрасли производства или отдельного предприятия.

Логотип (фирменная шрифтовая надпись) - оригинальное начертание или сокращенное наименование фирмы, товарной группы, производимой данной фирмой или одного конкретного товара, выпускаемого ею. Как правило, логотип состоит из четырех-семи букв.

На рис.143 представлены логотипы русской Википедии, Российской партии пенсионеров, компании, предприятия, телевизионного канала.

Большинство товарных знаков регистрируются в форме логотипов.

Товарный знак и логотип выполняют самые разнообразные функции. Наиболее важными из них являются следующие:

- отличительная (позволяют отличать одно предприятие от другого);
- гарантийная (в общественном восприятии изделие со знаком считается выше по качеству, чем изделие, лишенное знака);
- эстетическая (красивый, визуально привлекательный знак повышает эстетическую ценность товара);
- рекламная (создают образ фирмы).

К товарному знаку предъявляются очень жесткие требования, к которым относятся:

- простота;
- индивидуальность;
- привлекательный внешний вид;
- охраноспособность

Простота предполагает отсутствие в знаке большого количества переплетающихся, сложных линий, мелких подробных деталей и т.п. Обеспечение индивидуальности товарному знаку является очень трудной задачей, учитывая великое множество существующих знаков.



Википедия
Свободная энциклопедия



**РОССИЙСКАЯ
ПАРТИЯ
ПЕНСИОНЕРОВ**

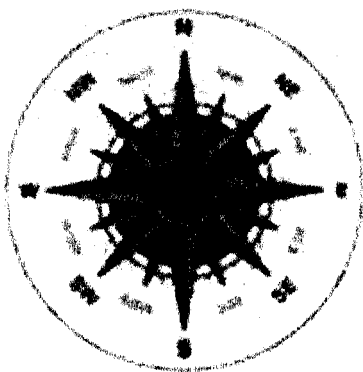


Рис. 143. Логотипы.

Фирменный блок представляет собой традиционное, часто употребляемое сочетание нескольких элементов фирменного стиля. Чаще всего - это изобразительный товарный знак (товарная эмблема) и логотип. Он может содержать также полное официальное название фирмы, ее почтовые и банковские реквизиты. Иногда фирменный блок включает фирменный лозунг.

Фирменный лозунг (слоган) – это часто используемый оригинальный девиз фирмы. Часто фирменный лозунг содержит основные принципы деятельности фирмы. Создать фирменный лозунг не так то и просто. Он должен удовлетворять многим требованиям. Фирменный лозунг должен хорошо вписываться в фирменный стиль, учитывать особенности клиентуры фирмы, быть кратким, оригинальным, исключать двоякое толкование и т.д.

Фирменный цвет – это один из важнейших элементов фирменного стиля. Правильно выбранный цвет делает элементы фирменного стиля более привлекательными, запоминающимися. Так в авиации чаще всего используется серебристый цвет, в растениеводстве – зеленый.

К промышленной графике относится и оформление упаковки готовой продукции, которое играет большую роль в повышении утилитарного и эстетического качества изделия. Упаковка оберегает изделие от повреждения и облегчает его транспортировку.

Важным видом визуальной информации является промышленная реклама. Реклама включает в себя издание проспектов и информацию об эффективности и сфере использования изделий промышленного производства. Современная реклама делится на торговую рекламу и выставочную и обладает многочисленными средствами и формами осуществления визуальной информации. Специалисты рекламы готовят типографские издания, объявления, плакаты, афиши, а также используют радио, телевидение, интернет и т.п.

Реклама способствует развитию всей материальной среды, окружающей человека, знакомит его с достижениями техники, новейшими орудиями труда, предметами быта, отдыха и всячески способствует их широкому использованию.

Глава 11.

СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Общий процесс проектирования промышленных изделий представляет собой совокупность конструкторских, дизайнерских и эргономических работ, причем и конструктора, и художники, и эргономисты включаются в работу, начиная с первой стадии проектирования.

Процесс художественного конструирования промышленных изделий и технических систем чрезвычайно сложен. Нет готовых рекомендаций, которые позволили бы сделать определенное промышленное изделие совершенным как в техническом, так и в художественном отношении.

Приступая к проектированию промышленных изделий, специалисты должны помнить, что основной закономерностью художественного конструирования является единство художественно-выразительной формы и практического назначения, а также построение вещей в строгом соответствии со свойствами и возможностями материала и технологией производства.

Ученые МВХПУ им. Строганова выделяют три основных принципа, которые могут быть положены в основу художественного конструирования промышленных изделий:

- комплексное, одновременное решение утилитарно-функциональных, конструктивно-технологических, эргономических и эстетических вопросов;
- учет окружающей среды и конкретных условий работы изделий;
- единство формы и содержания.

Определяющими, подчиняющими все остальное, являются утилитарно-функциональные вопросы. Промышленное изделие, изготовленное человеком, имеет определенное назначение и должно выполнять определенную функцию. Но даже если вещь хорошо функционирует, необходимо знать, удобно ли пользоваться этой вещью, и безопасна ли она для потребления. Всякое изделие неудобное в эксплуатации и не отвечающее утилитарно-функциональным требованиям, является плохим. Плох стул, на котором неудобно сидеть, плох инструмент, которым неудобно работать. Плох станок, при обслуживании которого начинает болеть спина и т.д.

Ни одно промышленное изделие нельзя рассматривать изолированно от окружающей среды и конкретных условий работы.

Методика художественного конструирования предусматривает определенную последовательность операций (стадий), выработанную в результате длительного опыта и имеющую теоретическое обоснование. Значение и удельный вес каждой стадии зависят от особенностей проектируемого объекта, сложности его конструкции, близости к прототипу, связи с окружающей средой.

Существует два варианта проектирования. Первый вариант – аналогичное изделие уже существует, то есть речь идет о каком либо усовершенствовании или модернизации существующей модели. Дело в том, что старение внешней формы промышленного изделия идет быстрее, чем техническое старение, поэтому этот вариант проектирования встречается довольно часто. Изделие, положенное в данном случае в основу работы, называется прототипом.

Второй вариант – создание принципиально нового технического изделия. В машиностроении такие задачи являются повседневными. Любое изменение технологии изготовления, появление новых необычных задач, новых операций или неизвестных ранее технических принципов вызывают необходимость создания ранее не существующих устройств.

Важную роль в процессе проектирования играет календарный план (последовательность выполнения), который составляется из расчета общего времени, отведенного для выполнения проекта, с учетом особенностей каждого этапа.

В результате длительного опыта проектирования промышленных изделий выработана определенная последовательность работы. Весь процесс проектирования делится в этом случае на ряд стадий, начиная с подготовительной и кончая выполнением опытного образца. Последовательность выполнения этапов и их значение во многом зависит от вида изделия: для проектирования некоторых из них важна начальная стадия (например, игрушки, посуда); при создании сложных устройств иногда большее внимание уделяется конечной стадии.

Первая подготовительная (предпроектная) стадия начинается с изучения задания на проектирование, подробного ознакомления с темой проекта, определения цели разработки, технических принципов и условий эксплуатации и заключается в сборе и анализе материала по теме проекта. На этом этапе выявляются требования технической эстетики к объекту проектирования, проводятся функциональные, эргономические и экономические исследования. Результаты функционального анализа систематизируются, и у проектировщика складывается объективная оценка изделия, становятся ясными

задачи функционального усовершенствования вещи и пути исключения, выявленных в процессе анализа недостатков. На подготовительной стадии необходимо выполнить эргономический анализ задач инженерного проектирования, определить действительную роль человека в управлении, обслуживании и ремонте разрабатываемой системы, а также установить возможное воздействие на человека условий функционирования оборудования. Здесь же в первом приближении происходит распределение функций в системе «человек-машина».

Оценка эстетических качеств изделия строится на определенных методических основах. В каждом промышленном изделии, прежде всего рассматривается внешняя форма и ей дается оценка по известным категориям композиции (объемно-пространственной структуре, тектонике, пропорциям, масштабности и др.). Категории композиции являются основой анализа формы. Роль каждого из средств композиции зависит от характера предмета и поэтому имеет разное значение в суммарной оценке эстетических качеств. Например, для игрушек тектоника малосущественна, зато очень важны пластика и цветовая гамма, в композиции же металлорежущих станков первостепенным может быть тектоническое решение задачи.

Кроме оценки внешней формы изделия необходимо учитывать, как предмет вписывается в среду, как сочетается с окружающими его предметами, с интерьером цеха и т.д.

Предварительный анализ дает необходимую основу для последующей работы. Чем этот анализ полнее, тем полнее картина требований к проектируемому изделию. Материалы предварительного анализа вносятся в аннотацию к проекту или в пояснительную записку.

Вторая стадия проектирования – стадия художественно-конструкторского предложения (художественно-конструкторский поиск). На этой стадии осуществляется разработка принципиальной схемы технического решения изделия с учетом дизайнерских и эргономических требований. Результаты работы начинают воплощаться в графике или макете. В начале работы эскизы и макеты обычно не делаются в каком-либо определенном масштабе, они лишь намечают ту или иную объемно-пространственную структуру или конструкцию предмета. Роль этой стадии очень важна для таких объектов, как машины со сложным взаимодействием отдельных составляющих узлов, которые по-разному могут соединяться в пространстве, и часто имеют множество различных объемно-

пространственных вариантов. На этой же стадии начинает готовиться текст пояснительной записки к проекту.

Как правило, в основу самых первых эскизов должны быть положены некоторые компоновочные параметры, что приводит к необходимости придерживаться какого-либо определенного масштаба. Например, при проектировании приемных механизмов машин для производства химических волокон размеры выходной паковки бывают заданы, поэтому остальные узлы механизма должны находиться в определенном соответствии с размерами паковки.

После того как будут намечены исходные пути, начинается эскизирование в определенном масштабе, причем сопоставляются различные варианты и выбирается оптимальное решение. Вся проектная работа должна сочетать в себе рациональные и эстетические начала, т.е. все дизайнерские предложения должны быть воплощены только в рациональных, основанных на функциональной логике формах. Все противоречия между эмоциональными устремлениями автора и реальностью должны быть сняты.

Большинство промышленных изделий имеет некоторое внутренне наполнение (узлы, блоки, находящиеся во взаимной связи), подчиненное определенной схеме. Поэтому проектирование ведется в двух направлениях: изнутри, когда варьируются схемы внутреннего устройства, и снаружи, когда моделируется внешняя форма изделия, формируется его объемно-пространственная структура. Эти два направления взаимосвязаны. Разрабатывая оптимальную внутреннюю компоновку, проектировщик создает одновременно и основу для его объема. Соответственно, работая над внешней формой, проектировщик должен знать, как это повлияет на внутреннюю компоновку.

На стадии художественно-конструкторского предложения решается, прежде всего, объемно-пространственная структура изделия. Она намечается еще на начальной стадии проектирования, а на второй стадии находит свое окончательное решение. Обозначаются и такие важные характеристики, как статичность и динамичность композиции, определяется соразмерность частей. Масштабность же изделий, особенно таких, как технологические машины и поточные линии, выявляется ещё не полностью, можно говорить лишь о том, что заложены основы масштабности. Цветовое решение предмета намечается обязательно, но еще достаточно условно.

На стадии художественно-конструкторского предложения обычно выполняются: ортогональные чертежи, разрезы (если объект имеет внутреннее устройство); элементарные функциональные схемы,

связывающие смежные объекты, объединенные одним процессом; аксонометрия или перспектива (при проектировании интерьера); макет. Весь подготовленный материал сопровождается пояснительными записками или аннотациями.

Эргономические исследования проводятся на поисковых и функциональных макетах, дается предварительная оценка реализации эргономических требований.

Предложение, выработанное в ходе проектирования, анализируется и обсуждается инженером-конструктором, художником-конструктором, технологом, экономистом, эргономистом. Таким образом, помимо принципиального образного решения анализу подвергаются другие характеристики проекта: эксплуатационные, конструктивные, технологические, эргономические и экономические. После одобрения художественно-техническим советом художественно-конструкторское предложение становится основой для дальнейшей разработки и ложится в основу художественно-конструкторского проекта.

Третья стадия – это стадия художественно-конструкторского проекта. На этой стадии проект исполняется в объеме, предусмотренном в задании. Разрабатывается техническое решение изделия с учетом дизайнерского проекта и эргономического проектного решения. Окончательно уточняются все размеры со всеми подробностями, т.е. соразмерность частей и целого находит свое окончательное воплощение. Уточняются пропорции и закономерности ритмического построения (особенно там, где можно корректировать размеры, не нанося ущерба функциональности и эргономике). Уточнение пропорций прямо связано с тектонической выразительностью предмета, которое полнее раскрывается с переходом от масштаба эскиза к более крупному масштабу и со зрительным выявлением материала или сочетания материалов, из которых предполагается выполнить изделие. Уточняются сечения, появляются такие важные детали, как ребра жесткости, профили опор, которые усиливают несущие возможности конструкции.

Изделие на стадии художественно-конструкторского проекта подвергается определенной пластической проработке: цвет, как и характер поверхности (гладкая, шероховатая, фактурная), конкретизируется. При разработке художественно-конструкторского проекта любого изделия выбор фактуры поверхности столь же важная задача, как и выбор материала. Один и тот же материал может выглядеть по-разному при различной обработке его поверхности. Фактура (это внешнее строение поверхности формы) имеет большое значение в

восприятию формы. Она создает зрительный образ изделия и выступает одним из основных источников осязательной информации. Используя в изделии ту или иную фактуру поверхности, проектировщик должен учитывать те конкретные условия, при которых она будет восприниматься. Это и удаленность от наблюдателя, и характер освещения и др. В восприятии формы изделия важное значение имеет также и текстура (наблюдаемые на поверхности внешние признаки структуры материала, из которого предмет изготовлен). Наиболее полно текстура выявляется на гладкой, хорошо отшлифованной или полированной поверхности. Например, дерево, мрамор, гранит и др. тщательно полируют с целью выявления текстуры.

Определяются окончательные требования к человеку, технической системе, рабочему месту и среде, оценивается степень реализации эргономических требований.

Особую важность на данной стадии имеет координация функционально-эргономических, конструктивно-технологических и эстетических аспектов. Работа по анализу и уточнению проектного предложения ведется в тесном и постоянном контакте с инженером-конструктором и технологом. Задача завершающей стадии – языком проектной графики достаточно подробно изложить содержание проекта и выявить его функциональную и образную специфику.

Помимо основных ортогональных проекций выполняются конструктивные чертежи и функционально-эргономические схемы, позволяющие обосновать и объяснить те или иные особенности проектного предложения, раскрыть его смысл. Важной частью работы являются компоновка планшетов и графическая техника, а также выбор материала макета. Составляется аннотация или пояснительная записка, которая содержит следующую информацию: материалы предпроектного исследования, функционально-эксплуатационные особенности, конструктивные и технологические особенности, данные по экономическим показателям принятого решения, аргументированное обоснование принятого композиционно-образного решения с показом роли в общем решении основных средств композиции, включая пластическую и цветовую характеристику.

Четвертая стадия – это стадия реализации художественно-конструкторской разработки. Это стадия рабочего проектирования. Материалы, полученные на этой стадии, идут в производство для изготовления изделия в натуре. Инженеры-конструкторы выполняют рабочие чертежи, разрабатывают техническую документацию, участвуют в изготовлении опытного образца, проводят испытания, оформляют итоговую документацию. Эргономисты дают оценку

опытному образцу в соответствии с разработанной ими программой и методикой оценки, разрабатывают требования к инструкциям по эксплуатации и обслуживанию изделия. Художник-конструктор на этой стадии принимает активное участие в комплексной работе технологов, инженеров-конструкторов, специалистов эксплуатационников, но его функции несколько ограничены. Прежде всего, художник-конструктор ведет авторский надзор за разработкой всех деталей, с тем, чтобы заложенная на предыдущих этапах проектная мысль не была искажена, чтобы она была выражена и реализована наилучшим образом. Его задача – с исчерпывающей полнотой довести до исполнителей все тонкости и нюансы формы. Это касается не только внешнего вида изделий, но и его внутренней структуры. В поле зрения художника на этой стадии проектирования должно быть все, что реально воспринимается органами зрения. Если формы проектируемого изделия имеют прямолинейные очертания, то чертежи, выполненные даже в уменьшенном масштабе по отношению к натуре, дают достаточно информации для понимания авторской мысли. Если же изделие имеет криволинейные очертания, то здесь требуется особенно активное участие художника-конструктора. На этой же стадии предусматривается изготовление макета.

Следующий этап в продвижении изделия от проекта к выпуску серии – изготовление опытного образца, на котором окончательно проверяются вопросы эстетического и технического характера. Роль художника при этом в большинстве случаев ограничена. Он занимается в основном вопросами отделки. Здесь важно, какой именно материал применен, какими получаются швы, как подогнаны панели и т.д.

После того как изделие начинает функционировать, опытный образец проходит наладку. Только процесс опытной эксплуатации может дать окончательную и всестороннюю оценку качества изделия, так как в процессе пробной эксплуатации проявляются иногда самые неожиданные функциональные и эргономические недочеты. В результате опытной эксплуатации иногда возникает необходимость изменения технологии изготовления или замены материала по различным практическим, а иногда и эстетическим соображениям.

В заключении, отмечая относительную стабильность основных принципов и стадий самого процесса проектирования, следует констатировать быструю смену технологии изготовления чертежей и макетов в связи с изменением общепринятых приемов и изобразительных средств.

За последнее время, например, большое распространение получили аппликации в качестве нового вида проектной графики, использование шаблонов при нанесении на чертежи шрифтовой информации и многое другое.

Вместо общепринятых в недавнем прошлом белых, бело-серых и бело-черных макетов все чаще встречаются образцы с ярко окрашенными плоскостями, металлизированными поверхностями и т.д.

Все это в связи с всевозрастающим требованием к дизайнерской деятельности позволяет рассматривать проектирование во всем его многообразии не как нечто неизменяемое, а как быстро развивающийся и обновляющийся процесс. В настоящее время каждый из приведенных этапов проектирования наряду с традиционной формой представления может быть выполнен с применением компьютерных программ.

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ПРОЕКТНЫХ ЗАДАЧ

Рассмотренные этапы проектирования, оставаясь по существу едиными, имеют некоторые особенности в зависимости от типа проектной задачи:

1) *проектирование простейших предметов и механических устройств (бытовые предметы, несложные механические устройства)*. Чаще всего это открытые емкости различного назначения.

Несмотря на кажущуюся простоту таких предметов при проектировании необходимо решить несколько задач:

- установить зависимость формы от функционального назначения предмета;
- найти взаимосвязь внешней формы изделия с технологическими свойствами материалов, из которых оно будет изготавливаться и с его конструктивной основой;
- определить целесообразность и гармоничность внешней формы предмета;
- найти присущую данному изделию масштабность.

В этом случае в проектную задачу входит установление зависимости формы от функционального назначения предмета, поиски присущей данному изделию масштабности. При проектировании даже несложных предметов необходимо решать эргономические задачи, такие, например, как удобство обращения с телефонной трубкой, с осветительной аппаратурой. От несложных предметов требуется большая информативность - сама форма предмета, его строение должны пояснять способ действия. Внешняя форма пред-

мета должна раскрывать функциональную сущность устройства, говорить о его содержании и назначении. Детали предмета (ручки, выключатели и др.) должны быть органически связаны с предметом в целом, принадлежать всей композиции.

2) *проектирование приборов и механизмов со сложной пластической формой и объемно-пространственной структурой (оптические и электронные приборы, электропилы, погрузки, газонокосилки и т.д.).*

Назначение таких изделий выходит за границы бытовой среды. В этом случае необходимо изучить рабочий процесс, в условиях которого будет использоваться данное изделие (прибор, механизм, устройство). Сложность функционального устройства влияет в этом случае и на сложность композиционной задачи. Так, приборы, основанные на оптике или электронике, чаще всего, невелики и их можно назвать настольными. Они могут переноситься с одного места на другое и поэтому должны иметь форму удобную для переноски. Форма в этом случае чаще всего не раскрывает внутреннего устройства: оно бывает полностью скрыто и информативность прибора обеспечивается за счет вынесенных деталей – окуляров, объективов, шкал, тумблеров, кнопок. Эти детали служат для раскодирования скрытого от зрителя внутреннего содержания.

Проектирование передвижных ручных механизмов, относящихся к рассматриваемой группе, требует большого внимания к органам управления. Органы управления и ручки должны быть соизмеримы со всей машиной и связаны друг с другом так, чтобы можно было ими пользоваться, не выпуская машину из рук. Ручные механизмы редко бывают компактными, однако необходимо проектировать их так, чтобы рабочие органы находились в зоне досягаемости работающего.

К этой группе приборов и механизм относятся и самоходные машины и механизмы. Эти машины больше по величине и по количеству составных частей, чем машины, передвигающиеся усилиями рук. Но главное их отличие состоит в том, значительно меняется сама система «человек-машина». В ручных механизмах человек всегда находится рядом с машиной, в самоходных машинах формируется рабочая зона оператора с приборами, органами управления, рабочим местом.

Специфической задачей для этой группы машин является достижение масштабности. Небольшие размеры самого объекта проектирования сочетаются в этом случае с наличием несколько разнохарактерных составных частей (кабина водителя, рабочего органа,

двигателя и передаточного механизма). Значительное число функциональных и конструктивных требований усложняет поиски композиции всей относительно сложной пространственной структуры, меняющейся к тому же в процессе работы. Большое внимание необходимо уделять компоновке рабочего места. Сидя в кресле, оператор или машинист работает руками, а иногда и ногами, манипулируя педалями. Для всех этих операций требуется оптимизация моторного поля, с тем чтобы снизить затраты физической и нервно-психической энергии человека.

3) *проектирование крупногабаритного промышленного или лабораторного оборудования.*

Промышленное и лабораторное оборудование может иметь самое разнообразное объемно-пространственное строение. Даже такие традиционные типы машин, как фрезерные станки, например, строятся как по горизонтали, так и по вертикали.

Целая группа карусельных станков и автоматов имеет круговую схему с вертикальной осью.

В пределах цеха машины связаны между собой определенным производственным процессом, поэтому при их проектировании учитывается связь между смежным оборудованием, продумывается подача сырья или полуфабрикатов, перегрузка изделий.

Система «человек- машина становится в этом случае очень сложной». Оператор может находиться в каком-либо определенном, отведенном ему месте или, наблюдая за работой переходить с места на место. Ситуации могут быть столь различным, что с трудом поддаются классификации и требуют каждый раз специального осмысления.

Предмет промышленного оборудования может состоять из нескольких блоков, соединенных между собой с помощью электрических, пневматических или гидравлических систем. Каждый из этих блоков может быть столь значительным, что представляет собой законченное целое и поиск композиционной связи между ними является в этом случае одной из важнейших задач проектирования.

В проектную задачу входит размещение в пространстве всех составляющих блоков, соотнесение их объемов между собой, согласование их внешней формы.

4) *проектирование средств транспорта.*

Специфические особенности проектной задачи в этом случае состоят в том, что нужно найти связь наружных и внутренних форм, уяснить особенности их масштаба и формообразования, применения материалов и т.д.

Существуют три, совершенно отличные один от другого вида транспорта: наземный, водный и воздушный. Каждый из них, в свою очередь также подразделяется на виды, существенно отличающиеся один от другого. Наземный транспорт – это автобусы, трамваи, троллейбусы, вагоны метро, железной дороги и монорельсовой дороги. Водный транспорт – это пароходы и теплоходы, суда на подводных крыльях и т. д. Воздушный транспорт – это вертолеты, самолеты, планеры, дирижабли. Характеристики каждого из этих видов транспорта настолько различны и в тоже время существенны, что требуют обстоятельного ознакомления с каждым из них.

Общее и важное (хотя и в разной степени) требование к проекту средства транспорта – создание формы, отвечающей требованиям аэродинамики. Это в первую очередь относится к самолетам и в меньшей степени к вагонам трамвая и другим нескоростным объектам.

МАКЕТИРОВАНИЕ

Макетирование – метод и процесс объемного проектирования изделий, их частей и деталей. Макетирование дает художнику-конструктору наглядную информацию о создаваемых объектах и позволяет сделать заключение о соответствии процесса проектирования условиям проектной задачи. По сравнению с чертежным проектированием макетирование значительно сокращает процесс создания нового изделия – сокращается срок разработки и повышается качество изделия.

Макетирование с давних времен имело широкое применение. Известны макеты архитектурных сооружений, относящихся к периоду Возрождения, барокко и классицизма. Русские зодчие XVIII-XIX вв. Растрелли В.В.(1700-1771), Баженов В.И. (1738-1799), Тома де Томон (1760-1813), Монферан А.А. (1786-1858) широко применяли макетирование.

На макете проверялись основные пропорции, масштаб деталей, возможные зрительные искажения. Нередко макеты делались разъемными. В этом случае по ним можно было судить не только о внешнем виде сооружения, но и об его интерьере.

Макет – объемное материальное изображение объекта, позволяющее оценить особенности проектируемого изделия (объемно-пространственную структуру, фактуру поверхности, размеры, пропорции, функционирование и т.д.). Макеты различают по степени приближения к реальному изделию, по масштабу, по используемым

материалам и т.д. Макет, наиболее полно имитирующий внешний вид промышленного изделия и некоторые его функциональные качества, в инженерной и художественно-конструкторской практике иногда называют *моделью*.

Макет обеспечивает эффективное внедрение разработок, так как позволяет рабочим и специалистам изучить будущий объект производства в процессе проектирования, задолго до того, как будет готов опытный образец.

Роль макета на разных этапах проектирования неодинакова и в соответствии с этим определяется технология его изготовления и выбирается материал. На первой стадии от макета требуется передача общей формы или (при сложном строении прототипа) сочетания его частей. Для удобства исследования в некоторых случаях желательно, чтобы он был составным и мог разбираться.

В начале проектирования макет, в основном, предназначен для самих проектировщиков, поэтому он не обязательно должен обладать внешней привлекательностью, но составляющие его внутренние блоки должны иметь возможность перемещаться, менять свое взаиморасположение, сочетаться по-разному.

При проектировании простых предметов поверхность макетов должна быть податливой для того, чтобы можно было придавать ей ту или иную форму в поисках наилучшего решения. Нужно, чтобы проектировщик имел возможность срезать часть материала или, напротив, нарастить, наклеить или подклеить его на поверхность макета. Так как макет на эскизной стадии должен быть в какой-то мере условным, то не следует использовать те материалы, из которых данное изделие будет выполняться в натуре.

При проектировании предметов со сложным объемно-пространственным строением материал должен помогать вести поиски вариантов. Необходимо предусмотреть возможность сочленять и отделять детали, менять объемно-пространственное строение. Структура некоторых объектов требует изготовления динамических моделей, так как отдельные их элементы должны проверяться лишь при перемещении одного по отношению к другому. Все варианты макетов следует сохранять до конца работы. Их сравнение необходимо в процессе поиска оптимального решения.

Выделяют два вида макетов – черновые и чистовые. В зависимости от выполняемых функций макеты могут быть поисковыми или демонстрационными.

Черновые макеты являются рабочими или поисковыми. Их обычно изготавливают из мягких материалов (пластилин, пенопласт и

др.) без тщательной отделки, отсюда и название – черновые. Эти макеты предназначены для совместной работы художника-конструктора и специалистов, участвующих в создании изделия. Поисковые макеты обладают различной степенью законченности и допускают возможность разнообразных переделок, как в деталях, так и в целом. Они являются самыми простыми по технологии изготовления и применяемым материалам.

После поискового макета переходят к чистовому макету, который изготавливают из более прочного материала (гипс, оргстекло, стеклопластики, полистирол, дерево и т.д.).

Чистовой демонстрационный макет - итог работы над проектом. Он должен дать более полное представление об объекте проектирования. Внешняя форма предмета должна быть окончательно уточнена вне зависимости от величины и значимости изделия. По чистовым макетам специалисты оценивают результаты проектирования с производственной, экономической и потребительской точек зрения. Чистовые макеты, как правило, не подлежат переделке и хранятся как эталоны. На рис. 144 представлен чистовой демонстрационный макет дозирующего насоса.

В ряде случаев макет следует выполнять обязательно в натуральную величину. Это касается в первую очередь всевозможных ручных инструментов – медицинских, промышленных, бытовых.

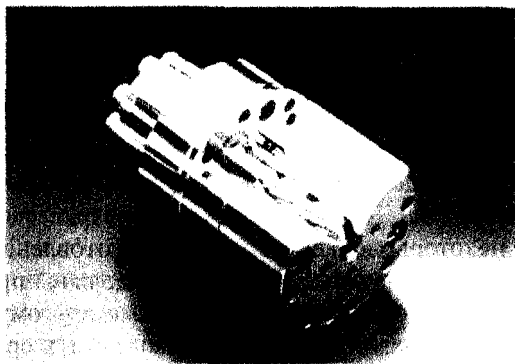


Рис. 144. Макет дозирующего насоса.

Выбор того или иного масштаба макета определяется рядом причин, но должно соблюдаться соответствие между особенностями каждого этапа проектирования и избираемым масштабом. Поэтому

сначала принимается мелкий масштаб, а уже по мере работы над проектом, по мере завершения компоновки изделия переходят на более крупный масштаб. Масштаб «чистового» макета выбирается в зависимости от реальной величины предмета и практических возможностей его выполнения. Можно придерживаться следующих условных рекомендаций выбора масштаба макета в зависимости от объема изделия:

Таблица 11.1

Масштаб макета	
Объем изделия, м ³	Масштаб макета
1...3	1:1
3...9	1:3
9...36	1:5
36...150	1:10, 1:20

Для них определяющими являются эргономические характеристики. Здесь самое важное – удобство пользования ими при различных ситуациях, поэтому поиски формы для таких изделий лучше всего проверять на макетах, выполненных в натуральную величину. При проектировании инструментов делают «мастер-макеты» или «мастер-модели», где точно воспроизводится распределение веса изделия и расположение его центра тяжести. Естественно, что окончательный макет этих изделий выполняется в масштабе 1:1 (так же как и таких небольших предметов, как посуда, осветительные бытовые приборы, мелкое кухонное оборудование). Большое значение имеет серийность проектируемого изделия. Такие значительные по величине объекты, как легковые автомобили, например, чаще всего макетируются в натуральную величину. На макете в этом случае отрабатываются эргономика и отделка изделия, что позволяет достичь исчерпывающего представления о внешнем виде изделия.

Компьютерная графика с успехом может заменить трудоемкий процесс ручного создания макета. Применение виртуального компьютерного макетирования значительно сокращает время, затрачиваемое на художественное проектирование объекта, и в ряде случаев позволяет отказаться от подготовки реальных физических макетов. Виртуальное макетирование дает дизайнеру возможность создать на экране трехмерное подобие проектируемого объекта, которое можно рассматривать с разных сторон, уточнять конструкцию, вносить изменения, моделировать использование в электронном прототипе самых разных материалов – от бумаги и картона до металла и керамики.

Для изготовления макетов используется бумага, пластилин, пенопласт, дерево, полистирол, оргстекло и другие материалы.

Бумага и картон очень часто применяются при макетировании. Бумажные и картонные макеты дешевы, легки и достаточно прочны. Применение синтетических клеев, которые обладают замечательной прочностью и очень быстро схватываются, облегчило моделирование криволинейных поверхностей из бумаги. Недостатком бумажных моделей является то, что при последующей работе в бумажные модели трудно вносить какие либо коррективы. Трудно также с помощью бумаги передать двойную кривизну поверхности, бумажная модель чаще всего строится на сочетаниях прямоугольных и цилиндрических фигур. Но, с другой стороны, бумага удобна при проектировании сложных, состоящих из нескольких блоков изделий. Из бумаги можно легко смоделировать различные варианты конструкции для последующего сравнения и определения оптимального решения. На рис. 145 представлены макеты из бумаги спортивного комплекса и жилого дома.

При применении бумаги на стадии чистового моделирования необходимо внешнюю форму предмета определить заранее, т.е. предварительно спроектировать ее во всех мельчайших подробностях с тщательно сделанными развертками и разрезами, учитывая трудности при внесении коррективов.

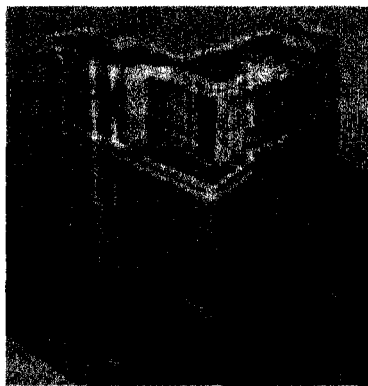
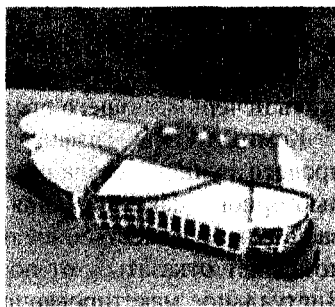


Рис. 145. Макеты из бумаги.

Из бумаги можно моделировать не только основу изделия, но и различные его детали: колеса, шкивы, рычаги, рукоятки и т.д. Для

того, чтобы их толщина была правдоподобной, бумагу склеивают в несколько слоев. Часто бумагу склеивают для того, чтобы весь макет был прочнее и меньше деформировался. Для этого склеивают предварительно два-три слоя бумаги и ненадолго кладут под пресс. Если бумагу размочить, то ей можно придать пластическую форму, выдвигая на ней небольшие рельефы.

Наряду с бумагой в макетировании широко применяется картон всех сортов (листовой и рулонный, рыхлый и плотный, толстый и тонкий). Разница в изготовлении бумажных и картонных макетов незначительна, картон труднее изогнуть из-за его толщины и ломкости, поэтому линию сгиба надрезают с противоположной стороны.

Недостатком бумажных и картонных макетов является то, что они недолговечны, а под влиянием влаги разбухают, коробятся и деформируются.

Пластлин является наиболее часто применяемым материалом на начальной стадии проектирования. Он пластичен, легко принимает и фиксирует нужную форму, выпускается разных цветов и разной твердости. В черновых макетах удобнее применять мягкий пластилин, ему легче придать нужную форму. При уточнении формы можно пользоваться твердым (восковым) пластилином. Для работы с пластилином необходимо иметь приспособление для его нагревания и набор несложных инструментов (скрепки, стеки, долото, нож). Для экономии материала середину макета можно заполнить деревом, пенопластом. Размеры этого заполнения зависят от величины неизменяемой части изделия. После того, как найдена внутренняя структура изделия, на болванку накладывается пластилиновая оболочка. Она прорабатывается и получает пластическое завершение. На рис. 146 представлена модель микроавтобуса из пластилина с внутренней болванкой.

При работе над пространственными структурами и тонкими деталями применяют армирование из проволоки или металлического прутка. В ряде случаев, когда проектируемый объект в действительности не имеет основания или имеет сложную структуру, макет можно подвешивать с помощью крюка, прикрепленного к деревянному бруску, закрепленному над столом. В этом случае макет будет доступен и сбоку, и сверху и снизу.

Дерево применяется чаще всего для чистовых макетов, так как оно трудно обрабатывается и для поисковой работы малоприспособно. Дереву можно придать любую форму и сохранить его естественную структуру. Когда макет имитирует изделие, а поверхность должна соответствовать какому либо определенному материалу, дерево

подвергают тщательной обработке (шпаклевка, окрашивание, металлизация и т.д.).



Рис. 146. Модель микроавтобуса из пластилина.

На рис. 147 представлены макеты из дерева (машина, строительный комплекс). Деревянные макеты могут сохраняться долго, но они боятся сырости: при повышенной влажности или перепаде температур они коробятся и трескаются.

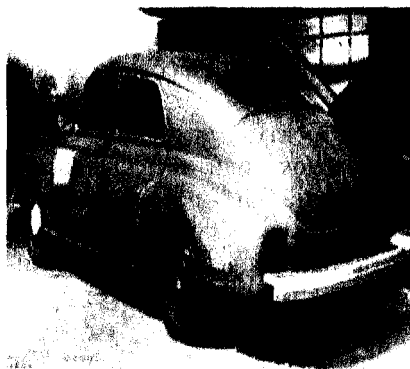
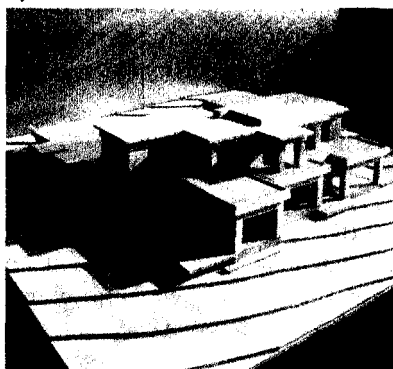


Рис. 147. Макеты из дерева.

Легким и удобным для макетирования материалом является *пенопласт*. Он идет на изготовление как поисковых, так и чистовых макетов. Все сорта пенопласта хорошо режутся, строгаются и склеиваются с другими материалами. Строение пенопласта напоминает структуру застывшей пены. Легкий пенопласт чаще всего применяют в качестве заполнителя, в качестве основного материала он может служить только в случае макетирования мягких игрушек или надувных изделий. Более прочные и жесткие сорта пенопласта могут служить для моделирования изделий самой различной формы. Их часто применяют для изготовления чистовых макетов со сложными поверхностями (дорожные машины, медицинское оборудование). Для макетов из пенопласта удаление лишнего материала или наращивание недостающего является несложной задачей. Даже твердые сорта пенопласта легко режутся ножом. Составные части макета можно скреплять с помощью различных клеев.

В настоящее время в практику макетирования прочно вошли полимерные материалы (*полистирол, оргстекло, целлулоид* и т. д.). Они обладают большой прочностью, ровной поверхностью, со временем не подвергаются деформации и легко склеиваются. Несмотря на некоторое внешнее сходство, все названные материалы обладают своими, присущими только им качествами.

Полистирол выпускается белого цвета и различных оттенков голубого, зеленого и оранжевого. Толстые листы легко режутся пилой и лобзиком, тонкие можно разрезать ножницами. Полистирол хорошо гнется и штампуются, сгибается в горячей воде, склеивается различными клеями. Широкое применение полистирола объясняется его невысокой стоимостью, простотой переработки и огромным ассортиментом различных марок. На рис. 148 приведены примеры макетов медицинского оборудования из полистирола.

Органическое стекло (*оргстекло*) - это термопластичный прозрачный пластик, продаваемый под торговыми марками *плексиглас, химакрил, перспекс, акрипласт* и др. Это более прочный, чем полистирол, но более дорогой материал для макетов. Прочность оргстекла выше, чем полистирола, но пластические свойства хуже: оргстекло нельзя разрезать ножницами – оно ломается; формируется оно тоже плохо. Оргстекло хорошо поддается механической обработке – фрезеруется, сверлится, обрабатывается, полируется и хорошо склеивается. Готовый макет из оргстекла можно окрасить и металлизировать.

Целлулоид отличается прочностью и вязкостью, его можно резать ножницами. Выпускается в виде прозрачных или окрашенных в разные цвета пластин. Он эластичен и гибок, хорошо склеивается с

помощью ацетона и клеев. Недостатком целлулоида является его горючесть.

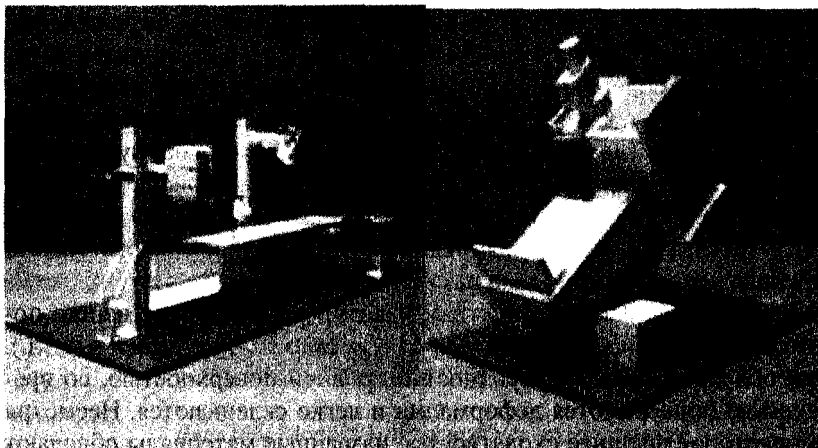


Рис. 148. Макеты из полистирола.

Для выполнения чистовых моделей часто применяется *гипс*. Чистойой макет делается по готовой, найденной в процессе проектирования модели: с нее снимают черновую или кусковую форму, затем эту форму смазывают и заливают гипсом. После схватывания форму удаляют и полученная модель, в точности повторяющая оригинал, готова.

В некоторых случаях прибегают к сочетаниям различных материалов, учитывая их внешние качества и механические свойства. На рис. 149 представлен демонстрационный макет учебного астрономического комплекса, выполненный из различных материалов.

Составляя макет из различных материалов, проектировщик всегда рискует вызвать ощущение дробности. Только при удачном сочетании материалов макет приобретает дополнительную информативность, а иногда и новые эстетические качества. В каждом отдельном случае сочетание материалов решается по-своему. Здесь имеет значение не только демонстрация свойств материала и его рациональное использование, но и возможность выразить в макете суть авторского композиционного замысла.

Для придания изделию тех или иных внешних характеристик — цвета, фактуры — часто используют разного рода отделочные материалы (покрытия).

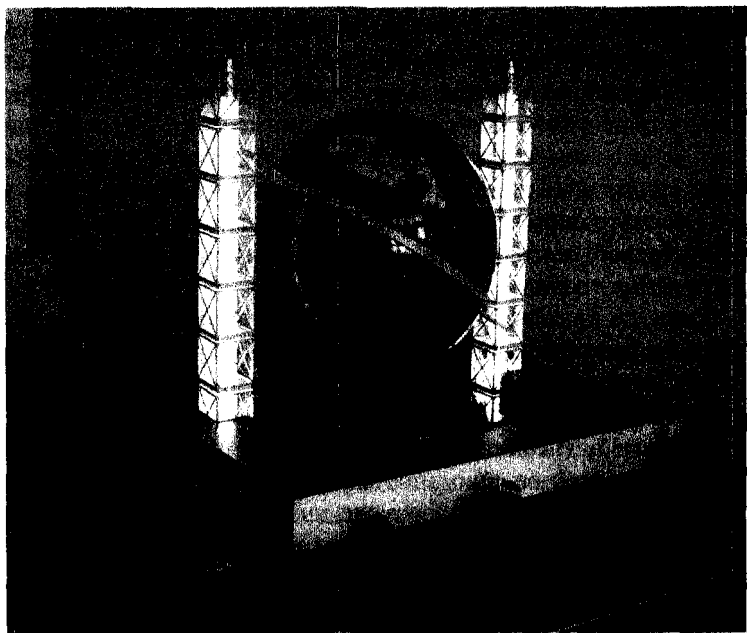


Рис. 149. Макет учебного астрономического комплекса.

Когда требуется имитация того или иного материала, чаще всего передают его основные внешние признаки. Для передачи металла, например, можно пользоваться методом гальванопластики, т.е. нанесения на поверхность изделия тонкого слоя металла, что требует специального промышленного оборудования. Самый простой и распространенный способ имитации металла — нанесение на поверхность металлического порошка. Для этого основа макета покрывается лаком и только после этого наносится порошок.

Для имитации материалов макета в последнее время часто используются самые разнообразные самоклеящиеся пленки, которыми можно покрыть любую поверхность. Примером таких пленок можно назвать мягкую, эластичную самоклеящуюся пленку *Оракал*, которая выпускается в широкой цветовой гамме. Толщина пленки без клеевого слоя составляет всего 80 мкм

Глава 12.

НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ДИЗАЙНЕ

В наши дни промышленный дизайн переживает непростой период. Постоянное усложнение современной жизни, насыщение ее новыми технологиями способствует возникновению невиданных ранее, но объективно необходимых дизайнерских форм и течений. К ним можно отнести экологический дизайн, футуродизайн, веб-дизайн и т.д. Эти виды дизайна еще только формируются, и мы будем рассматривать их пока как частные дополнения к комплексной дизайнерской деятельности, которая реализует при проектировании достижения предшествующих поколений.

Развитие дизайна в первую очередь связано с появлением новых объектов дизайна, применением новых методик проектирования, а также с возникновением новых видов дизайнерской деятельности.

К первому (объектному) направлению можно отнести экологический дизайн (экодизайн). *Экодизайн* – это направление в дизайне, уделяющее главное внимание защите окружающей среды на всем протяжении жизненного цикла изделия, а также решает проблему благотворного влияния на человека проектируемой и создаваемой окружающей среды. Учитываются все стороны разработки, создания, использования и утилизации изделия. Экодизайн наряду с обычными требованиями технической эстетики к промышленным изделиям (польза, удобство, красота), уделяет особое внимание:

- потреблению ресурсов при проектировании, изготовлении, использовании и утилизации;
- происхождению материалов (учитывается множество аспектов, начиная с защиты окружающей среды производителем или поставщиком и заканчивая соблюдением прав работников на предприятиях);
- безопасности при использовании изделия, отсутствия вреда здоровью, сведение к минимуму шума и вибрации, вредных выбросов, излучения и т.п.;
- простоте и безопасности утилизации, возможности повторного использования материалов с минимальным экологическим ущербом.

Разработаны особые методики и стандарты, позволяющие проводить комплексный анализ всех упомянутых аспектов. Так, например, существует международная некоммерческая организация *Лесной*

попечительский совет (Forest Stewardship council, FSC) в форме Ассоциации членов, которая состоит из представителей экологических и социальных организаций, продавцов лесоматериалов, лесничих, коренных малочисленных народов, лесных корпораций, сертификационных организаций из многих стран мира, в том числе и из России. Лесной попечительский совет продвигает экологически ответственное, социально выгодное и экономически жизнеспособное управление лесами в мире. Экологически ответственное лесопроизводство гарантирует, что заготовка древесины и недревесных продуктов леса не приведет к снижению разнообразности пород леса, не уменьшит их продуктивность и экологические функции леса.

Основными услугами Лесного попечительского совета являются: разработка стандартов и процедур сертификации для контролируемой древесины; аккредитация органов по сертификации; управление товарным знаком (логотипом FSC), а также продвижение логотипа на наиболее выгодные и перспективные рынки.

Уникальной особенностью Лесного попечительского совета является система взвешенного принятия решения. Взвешенное означает, что ни один стандарт или документ не может быть принят без поддержки большинством голосов экологической, социальной и экономической палат. В настоящее время существует два вида сертификатов FSC. Во-первых – это сертификаты ответственного управления лесами. В этом случае качество ведения лесного хозяйства и лесопользования проверяется на соответствие международно признанным принципам и критериям ответственного лесопроизводства. Во-вторых – это сертификация системы отслеживания источника происхождения продукции. Она отслеживает путь лесной продукции от делянки через многочисленные переделы и транспортные узлы до потребителя. Сертификат FSC говорит о том, что продукция поступила из леса, в котором ведется экологически и социально сбалансированное ответственное лесное хозяйство.

Учет экологических факторов осуществляется при разработке различных предметно-технических элементов среды. В последнее время этому уделяется все больше и больше внимания. Сегодня целью разумного проектирования элементов предметно-пространственной среды должна стать совершенная взаимосвязь человека и продуктов его труда с природным окружением.

Проектирование объектов с экологически замкнутой средой жизнеобитания необходимо для функционирования в экстремальных условиях (в космосе, океане и т.д.) с целью компенсации недостающих элементов и факторов оптимизации. Казалось бы, например,

внешний вид космической техники, функционирование которой протекает во враждебной человеку внешней среде, не рассчитан на зрительное восприятие. Но хотя ее внешность определяется почти исключительно требованиями технической целесообразности, она, как правило, служит прообразом современных, художественно выстроенных форм, и не может решаться без участия дизайнера.

Участие дизайнеров в проектировании экологически сбалансированных локальных сред обязательно при создании природных заповедников и заказников. Столь же важна роль дизайна в разработке экологических программ по рациональному освоению среды с целью сохранения её природного баланса.

Экологический дизайн имеет большие перспективы в связи со стремительным ростом и распространением техники.

К объектному направлению можно отнести и *футуродизайн*, который является разновидностью промышленного дизайна и был известен ранее как утопический дизайн. Футуродизайн – (от англ. *future design* – «будущий дизайн», «дизайн будущего») пытается представить среду обитания ближайшего будущего на основе современных представлений об аэродинамике, материалах, техники и технологии. В рамках футурдизайна проектирование изделий предназначено не для немедленного внедрения, а намечает перспективные идеи и направления в дизайне, призванные дать образы решений для продуктов, технологии и в целом среды обитания, ожидаемых в будущем.

Одним из критериев, по которому может оцениваться эффективность решений в футуродизайне до их воплощения может являться критерий прироста «качества жизни». Результатом футуродизайна является прогностип. Основной формат разработок в футуродизайне – венчурные проекты³.

Подход футуродизайна основан на футурологическом моделировании и прогнозировании эволюции технологий, социальных и культурных изменений в обществе будущего. Отдаленность футуродизайна от коммерческой выгоды рассматривается как важная его особенность. Эта особенность может способствовать переводу внимания промышленного дизайна, в целом, с экономических, производ-

³ Венчур (англ. *venture* – рискованное предприятие) – инвестиционная компания, работающая исключительно с инновационными предприятиями и проектами. Венчурные проекты – высокорискованные проекты, в основу которых положены результаты научных достижений, еще не используемых на практике.

ственных и эксплуатационных аспектов на социальные, культурные и экологические аспекты и общественное процветание в целом.

Ко второму (методическому) направлению можно отнести применение в дизайне компьютерной техники (*компьютерный дизайн*), имеющей достаточно широкое применение в различных отраслях производства, а также при стилизации форм некоторых промышленных изделий. Применение компьютерной техники и компьютерной технологии позволяет значительно ускорить проектные работы благодаря автоматизированному решению таких задач, как сбор проектной информации, оформление графических материалов, выпуск специализированных чертежей и проектной документации, разработка нормативно-технических документов, выполнение экономических и технико-конструктивных расчетов и т.д.

Более совершенное методическое и программное обеспечение создает возможность решения задач творческого характера, причем на уровне не только композиционного, но и образного моделирования. Сюда относится управление разнообразными процессами синтеза новых форм. Это и построение обобщенных условных и детализированных изображений в различных проекциях, и построение аксонометрий и перспектив с разных точек изображения, и осуществление пространственных поворотов и преобразований, а также другие сложные перспективные инверсии и трансформации в любых мыслимых пространственных системах. Применение метода программной мультипликации изображений дает возможность проследить динамику изменения цвета вплоть до создания и использования широчайшей колористической гаммы. Подобная же работа со шрифтами позволяет модифицировать их в любых графических, пластических и пространственных системах. Реальным является построение сложнейших моделей таких объектов, которые не поддаются изображению традиционными способами или требуют в обычных условиях больших затрат времени, сил и средств.

Компьютерный дизайн стремительно развивается – из прикладного и обслуживающего он все больше превращается в самостоятельный вид дизайнерской деятельности.

Здесь следует отметить, что при всей перспективности использования компьютерных методов при проектировании необходимо иметь в виду их инструментальный, рабочий характер. Замечено парадоксальное ограничивающее воздействие факторов универсальности и «всеохватности», присущих компьютерной методике: как раз благодаря возможности повсеместного, полного и одинакового учета всех условий и параметров проектирования во всех программах воз-

никает реальная угроза повторяемости, унификации, однообразия результатов. Необходима разработка действительного оригинального языка дизайна, который может обеспечить реальную полноценность программ; нужны учет и закладка в программы человеческих (социальных и культурных) параметров, которые характеризуются большой степенью неопределенности. Современные же компьютерные программы ставят лобовые предельно рациональные, строго научно обоснованные цели, которые, вступая в противоречие с гибкими ориентациями идей, могут просто не реализоваться. Поэтому все больше внимания следует уделять культурному подходу, гораздо более широкому и гибкому, чем подход, обеспечиваемый лишь научно-технически ориентированными программами.

Третье направление можно представить дизайном, опирающимся на глубокое изучение биологических закономерностей, – *биодизайном*. В настоящее время чаще всего используются только внешние биоподобные формы. Главная причина этого в том, что природа чрезвычайно, чрезмерно сложна с инженерной точки зрения. На протяжении тысяч поколений природа ставит миллиарды экспериментов, создавая даже примитивные организмы, единственная задача которых – продержаться достаточно долго, чтобы произвести на свет следующее поколение. Обстоятельное изучение биологических закономерностей позволит инженерам и дизайнерам проектировать биоподобные технические структуры, конструкции и функции. Осуществляемые в настоящее время чисто поисковые и моделирующие разработки свидетельствуют о значительных возможностях бионического дизайна.

Сейчас трудно сказать, будут ли продукты биодизайна представлять собой технику, построенную по прямому «образу и подобию» живого, или возникнут совершенно небывалые и непредвиденные феномены, промежуточные между органическим и неорганическим миром. Очевидна только их функциональная эффективность и необычная красота, которая близка к гармонии природных структур.

К третьему направлению можно отнести и такую разновидность дизайна как *веб-дизайн*, в задачу которого входит проектирование пользовательских веб-интерфейсов для сайтов или веб-приложений. Веб-дизайнеры проектируют логическую структуру веб-страниц, продумывают наиболее удобные решения подачи информации, а также занимаются художественным оформлением веб-проекта.

Веб-дизайн является видом графического дизайна, обеспечивающим высокие потребительские свойства и эстетические качества объектам информационной среды интернета. Следует отметить, что

этапы проектирования веб-сайтов зависят от многих факторов, таких как объем сайта, функциональность, задачи, которые должны быть решены при пользовании.

Следует отметить еще одно направление – *арт-дизайн*, который можно понимать как искусство проектирования, основанное на знании всех законов гармонии, известных искусству, а также естественных основ организации природы и цивилизации. Арт-дизайн применим практически в любой области человеческой деятельности, связанной с процессом созидания. Это может быть проектирование таких объектов, которые не имеют прямого функционального назначения, но, будучи созданными по всем законам формообразования, колористики и гармонии, эти объекты будут отвечать высоким требованиям, предъявляемым к произведениям искусства (скульптура, памятники, архитектурные детали, сувениры и т.д.).

У арт-дизайна в России есть своя специфика. Это средство выражения творческой личности. Любой авторский проект, не предназначенный для тиражирования, есть арт-дизайн. На профессиональном уровне термином арт-дизайн называют:

- декоративно-оформительское искусство (декорирование интерьеров, создание авторских, выставочных и декоративных предметов интерьера, художественные акции);
- флористический дизайн (составление букетов, цветочное убранство интерьеров);
- проектирование ювелирных изделий, сувениры, подарки;
- декоративный текстиль (батик, гобелен, текстильные украшения интерьера).

Рассмотренные примеры показывают, что все виды дизайна участвуют в формировании целостной эстетической среды, поэтому специалисты говорят о появлении нового типа проектной деятельности – *дизайн среды*. Дизайн среды должен объединить в единую функциональную целостность достижения дизайнеров различных специальностей, проектирующих оборудование, предметное оснащение, систему декоративно-графических решений и, в том числе, пространственную ситуацию. Именно среда, в конечном счете, является ареной работ по синтезу искусств. Поэтому дизайн среды имеет все права на роль завершающего звена общей системы работ по художественному проектированию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адамчук В.В. Эргономика. /Учеб. пособие для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 254с.
2. Алдонин Г.М. Синергетика в техническом проектировании / Учебн. пособие. – Красноярск, КГТУ, 1998. – 248с.
3. Алдонин Г.М., Аринкин И.Р. Радиоконструктору о дизайне. /Учеб. пособие. – Красноярск, КрПИ, 1991. – 116с.
4. Антонов О. Конструирование самолетов и красота. – Техническая эстетика. – 1968. №3 С. 72-76.
5. Артамонов И.Д. Иллюзия зрения. – М.: Наука, 1969. – 233 с.
6. Балакишин О.Б. Неожиданное о золотом сечении. Гармония асимметричных подобий в приподе. – М.: Комкнига, 2005. – 110с.
7. Белянин В. С., Романова Е. Золотая пропорция. Новый взгляд. /Наука и жизнь. 2003, №6. – С. 63-68.
8. Блохин В.В. Интерьер промышленных зданий. – М.: Стройиздат, 1989. – 271с.
9. Боднар О.Я. Золотое сечение в природе и искусстве. / Техническая эстетика. 1992, № 1. – С. 10 – 14.
10. Борисовский Г.Б. Эстетика и стандарт. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 192с.
11. Бриткин А.С., Видонов С.С. Выдающийся машиностроитель XVIII века А.К. Нартов. – М., Машгиз, 1950. – 184с.
12. Васин С.А. и др. Промышленный дизайн. /Учеб. для вузов. – М.: Машиностроение-1, 2004. – 692с.
13. Васютинский Н.А. Золотая пропорция. – М.: Молодая гвардия, 1990. – 242с.
14. Вейль Г. Симметрия. – М.: Наука, 1975. – 191с.
15. Вигнер Е. Этюды о симметрии. – М.: Мир, 1971. – 318с.
16. Волкотруб И.Т. Основы художественного конструирования. – Киев, Выща шк. 1988. – 191с.
17. Волков А.П. Цвет в интерьере промышленных зданий. – Киев: Будівельник, 1966. – 36с.
18. Воробьев Н.Н. Числа Фибоначчи. – М.: Наука, 1961. – 144с.
19. Воробьева Г.Ю. Цвет в интерьере, искусстве и дизайне. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2003. – 276с.
20. Воронов Н.В. Дизайн: русская версия. – Тюмень: Институт дизайна, 2005. – 224с.
21. Воронов Н.В. Российский дизайн. Очерки истории отечественного дизайна. Т.1, Т.2. – М.: Наука, 2001, 424 с., 392с.

22. *Воронов Н.В.* Суть дизайна. Пятьдесят шесть тезисов русской версии понимания дизайна. – М.: ГрантЪ, 2002. – 24с.
23. *Гамаюнов В.Н.* Арт-дизайн изящных абстракций. – М.: МГОПУ, НОУ, 1998. – 185 с.
24. *Гете И.В.* Избранные сочинения по естествознанию. – М.: АН СССР, 1957. – С.300-340.
25. *Гизе М.Э.* Очерки истории художественного конструирования в России XVIII – начала XX века. – Л.: 1978, – 280с.
26. *Глинкин В.А.* Промышленная эстетика на машиностроительных предприятиях. – Л.: Машиностроение, 1983. – 230с.
27. *Годунов Б.Н.* Льняная нить длиной в десятилетия. – Кострома, 1995. – 259с.
28. *Гольдштейн А.Ф.* Франк Ллойд Райт. – М.: Стройиздат, 1973. – 136с.
29. *Громов Ф.А.* Эргономика /Учеб. пособие. – Л.: ЛФЭИ, 1989. – 314с.
30. *Депенчук М.П.* Симметрия и асимметрия в живой природе. – Киев: Наукова думка, 1963. – 176с.
31. *Дерибере М.* Цвет в деятельности человека. – М.: Стройиздат, 1964. – 183с.
32. *Демидов В.* Как мы видим то, что видим. – М.: Знание, 1987. – 208с.
33. *Дизайн.* / Сборник трудов Института по вопросам дизайна. – М.: 1995, вып.3.
34. *Дизайн и проектная наука.* Теоретический курс. – М: МЭГУ, 1997. – 158с.
35. *Ерошкин В.Ф.* Промышленная графика /Учебное пособие для вузов. – Омск: ОГИС, 1998. – 264с.
36. *Зинченко В.П., Мунипов В.М.* Основы эргономики /Учеб. пособие для университетов по специальности «Психология». М., 1979.
37. *Иванова В.Я.* Основы эстетики потребительских товаров. – М.: Дашков и К, 2008. – 115с.
38. *Истрин В.А.* Возникновение и развитие письма. М.: ЛИБРОКОМ, 2010. – 616с.
39. *Иттен И.* Искусство формы / Пер. с нем. Л. Монаховой. – М., 2001. – 136с
40. *Казаринова В.И.* Красота, вкус, экономика. – М.: Экономика, 1985.– 240 с.
41. *Калиничева М.М., Жердев Е.В., Новиков А.И.* Научная школа эргодизайна. – М.: ВНИИТЭ, 2009. – 366с.

42. *Калмыкова Н.В., Максимова И.А.* – Макетирование в учебном проектировании/ Учебн. пособие. – М.: Архитектура-С, 2004. – 96с.
43. *Квасов А.С.* Основы художественного проектирования промышленных изделий. – М.: Гардарики, 2006 – 95с.
44. *Клар Г.* Тест Люшера. Психология цвета. – М.: Питер, 1998. – 63с.
45. *Коротеева Л.И., Яскин А.П.* – Основы художественного конструирования. Учеб. пособие, М., МГТУ, 2005. – 112с.
46. *Кондратов А.М.* Книга о букве. – М.: Советская Россия, 1975. – 224с.
47. *Коробко В.И.* Золотая пропорция: Некоторые философские аспекты гармонии. – М.: Орел, 2006. – 204с.
48. *Корякин-Черняк С.Л.* Краткий справочник домашнего электрика. – СПб.: Наука и техника, 2006. – 272 с.
49. *Кочегаров Б.Е.* Промышленный дизайн. – Владивосток.: ДВТГУ, 2007 – 320с.
50. *Крайзмер Л.П., Сочивко В.П.* Бионика. М.:Энергия, 1968. – 115с.
51. *Крюков Г.В.* Основные принципы и закономерности художественного конструирования. – М.: МВХПУ, 1964. – 38с.
52. *Лаврентьев А.Н.* История дизайна /Учебн. пособие. – М.: Гардарики, 2006. – 304с.
53. *Лазарев Е.Н.* Дизайн машин. – Л.: 1988. – 256с.
54. *Ле Корбюзье Ш.Э.* Модульор. М.: Стройиздат, 1976. – 77с.
55. *Малышев А.П.* Веретено. – М.: Машиностроение, 1950. – 233с.
56. *Мартынов Ф.Т.* Основные законы и принципы эстетического формообразования и их проявление в архитектуре и дизайне. /Учеб. пособие. – Екб, Уральский архитектурно-художественный институт, 1992. – 107с.
57. Методика художественного конструирования. – М.: ВНИИТЭ, 1983. – 334с.
58. *Минаси М.* Графический интерфейс пользователя. Секреты проектирования. – М.: Мир, 1996. – 160с.
59. *Миндлин М.Б.* Анфас и профиль. – М.: Возвращение, 1999. – 169с.
60. *Минервин Г.Б. и др.* Дизайн архитектурной среды /Учеб. для вузов. М., Архитектура-С, 2005 – 503с.
61. *Минервин Г.Б. и др.* – Дизайн. Иллюстрированный словарь-справочник. М.: Архитектура-С, 2004 – 288с.

62. Михайлов С.М. История дизайна. / Учеб. для вузов – 2-е изд. М.: Союз дизайнеров России, 2004. – Т1 – 280 с., Т2 – 396 с.
63. Михайлов С.М., Михайлова А.С. История дизайна. Краткий курс. / Учеб. для вузов. – М.: Союз дизайнеров России, 2004 – 289с.
64. Моргунов Е.Б. Человеческие факторы в компьютерных системах / Учеб. пособие. – М.: Тривола, 1994. – 268с.
65. Мунипов В.М. Эргономика и художественное конструирование. М.: Знание, 1966. – 30с.
66. Мунипов В.М., Зинченко В.П. Эргономика. – М.: Логос, 2001. – 356с.
67. Наумов В.П. Основы художественного конструирования в техническом творчестве / Учебн. пособие. – Магнитогорск: МГПИ, 1998. – 76с.
68. Нестеренко О.И. Краткая энциклопедия дизайна. – М.: Молодая Гвардия, 1994. – 331с.
69. Нюберг Н.Д. Измерение цвета и цветовые стандарты. – Гос.изд. Стандартизация и рационализация, 193. – 104с..
70. О товарных знаках, знаках обслуживания и наименования мест происхождения товаров. Закон РФ от 23.09.1992, №3520-1 (ред. 11.12.2002 с изм. от 24.12.2002)
71. Отт А. Курс промышленного дизайна. – М.: Художественно-педагогическое издание, 2005. – 157с.
72. Петухов С.В. Биомеханика, бионика и симметрия. М.: Наука, 1981. – 240с.
73. Покатаев В.П. Конструирование оборудования интерьера. / Учебное пособие. – Ростов-на-Дону, Феникс, 2003. – 352с.
74. Померанцева Н.А. Эстетические основы искусства Древнего Египта. – М.: Искусство, 1985. – 255с.
75. Пономарева Е.С. Цвет в интерьере. – М.: Высшая школа, 1984. – 167с.
76. Промышленный дизайн. Учеб. для вузов / С.А. Васин и др. М.: Машиностроение 1, 2004. – 692с.
77. Прудовская О.Ю. Информационные технологии в дизайне. / Учебн. пособие. – Омск: Омск. госуд. Институт сервиса, 2006. – 190с.
78. Пузанов В.И., Петров Г.П. Макеты в художественном конструировании. – М.: Машиностроение, 1984. – 128с.
79. Радзюкевич А.В. Красивая сказка о «золотом сечении». Академия Тринитаризма, М., Эл №77-6567, публ.12981, 17.02.2006.
80. Раздорожный А.А. Охрана труда и производственная безопасность. – М.: Экзамен, 2005. – 512с.

81. *Райли Н.* Элементы дизайна. Развитие дизайна и элементов стиля от Ренессанса до Постмодернизма. / Пер. с англ. – М.: ООО «Магма», 2004. – 544с.

82. Руководство по рациональному цветовому оформлению /Е.Б.Рабкин, Е.Г. Соколова, Ю.В. Фрид и др. – М.:Транспорт, 1984. – 142с.

83. *Рунге В.Ф., Манусевич Ю.Л.* Эргономика в дизайне среды. / Учебн. пособие. – М.: Архитектура –С, 2005. – 327с.

84. *Рой С. и др.* Цвет в промышленности. – М.: Логос, 2002. – 579с.

85. *Розенсон И.* Основы теории дизайна. – СПб.: Питер, 2006. – 224с.

86. *Рыбаков Б.А.* Ремесло Древней Руси. – М-Л.: АН СССР, 1948. – 792с.

87. *Сидоров А.И.* Основные принципы проектирования и конструирования машин. – М.: МАКИЗ, 1929. – 426с.

88. *Сергеев А.П., Куценко С.В.* Основы компьютерной графики. Самоучитель. – М.: Диалектика, 2006. – 544с.

89. *Сомов Ю.С.* Композиция в технике. – М.: Машиностроение, 1987. – 288с.

90. *Сомов Ю.С.* Художественное конструирование промышленных изделий. – М.: Машиностроение, 1967. – 175с.

91. *Степанов Н.Н.* Цвет в интерьере. – Киев, Высшая школа, 1987. – 96с.

92. *Столяренко Л.Д., Столяренко В.Е.* Психология и педагогика для технических вузов. – Р-на-Д, Феникс, 2004. – 511с.

93. *Столяров Я.В.* Несколько слов о красоте в технике. /Речь, читанная на торжественном акте по случаю 25-летия Харьковского технологического института Императора Александра Ш. – Харьков: Типография М. Зильберберг и С-вья, 1910. – 16с.

94. *Страхов П.С.* Эстетические задачи техники. М.: 1906.

95. *Томсон Д.* Предвидимое будущее. М.: Изд-во иностр. лит., 1958. – 37с.

96. *Туэмлоу Э.* Графический дизайн. Фирменный стиль, новейшие технологии и креативные идеи. – М.: АСТ, 2007. – 256с.

97. Указания по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий (СН 181-70). М.: Стройиздат, 1972. – 79с.

98. *Ульрих К.* Промышленный дизайн. – М.: СПб, Вершина, 2007. – 447с.

99. *Усатая Т.В.* Основы художественного конструирования и промышленной графики. – Магнитогорск, МГТУ им. Г.И. Носова, 2002. – 193с.

100. *Устин В.Б.* Композиция в дизайне. Методические основы композитционно-художественного формообразования в дизайнерском творчестве / Учебн. пособие. – М.: АСТ, Астрель, 2007. – 239с.

101. *Хан-Магомедов С.О.* ВХУТЕМАС. – М.: Ладья, 2000. – 488с.

102. *Холмянский Л.М., Щипанов А.С.* Дизайн. – М.: Просвещение, 1985. – 240с.

103. *Холмянский Л.М.* Макетирование и графика в художественном конструировании. – М.: МАРХИ, 1978. – 23с.

104. Художественное конструирование. Проектирование и моделирование промышленных изделий. /Учеб. для студентов художественно-промышл. Вузов. / Под ред. З.Н.Быкова, Г.Б. Минервина. – М.: Высш. школа, 1986. – 239с.

105. *Цветков В.Д.* Сердце, золотое сечение и симметрия. – Пушкино, ПНЦРАН, 1997. – 170с.

106. *Цейтлин Е.А.* Очерки истории текстильной техники. – М–Л.: Легкая промышленность, 1940. – 460 с.

107. *Цыганкова Э.Г.* У истоков дизайна (машины и стили). – М.: Наука, 1977. – 112с.

108. *Шевелев И.Ш., Марутаев М.А., Шмелев И.П.* – Золотое сечение. – М.: Стройиздат, 1990. – 343с.

109. *Шимко В.Т.* Основы дизайна и средовое проектирование / Учеб.пособие – М.: Архитектура –С, 2004. – 160с.

110. *Шнара П.Е., Шнара И.П.* Техническая эстетика и основы художественного конструирования. – Киев, Высшая школа, 1989. – 247с.

111. *Шубников А.В., Копчик В.А.* Симметрия в науке и искусстве. – М.: Наука, 1972. – 339с.

112. *Шульц Д., Шульц С.* Психология и работа. – СПб.: Питер, 2003. – 562с.

113. Эргономика. Под ред. А.А. Крылова, Г.В. Суходольского. – Л., ЛГУ, 1988. – 182с.

114. Эргономика /Учеб. пособие для студентов вузов/ Отв. ред. В.В. Адамчук. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 253с.

115. *Эшфорд Ф.К.* Дизайн и промышленность. – М.: ВНИИТЭ, 1966. – 175с.

116. *Юстова Е.Н.* Цветовые измерения. – СПб.: СПбУ, 2000. – 397с.

По вопросам приобретения книг обращайтесь:
Отдел продаж «ИНФРА-М» (оптовая продажа):
127214, Москва, ул. Полярная, д. 31В, стр. 1
Тел. (495) 280-33-86 (доб. 218, 222)
E-mail: bookware@infra-m.ru

•
Отдел «Книга–почтой»:
тел. (495) 280-33-86 (доб. 222)

ФЗ	Издание не подлежит маркировке
№ 436-ФЗ	в соответствии с п. 1 ч. 4 ст. 11

Учебное издание

**Коротеева Лариса Ивановна,
Яскин Анатолий Петрович**

ОСНОВЫ ХУДОЖЕСТВЕННОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ

УЧЕБНИК

ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М»
127214, Москва, ул. Полярная, д. 31В, стр. 1
Тел.: (495) 280-15-96, 280-33-86. Факс: (495) 280-36-29
E-mail: books@infra-m.ru <http://www.infra-m.ru>

Подписано в печать 13.11.2019.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Гарнитура Petersburg.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 19,0.
ПППТ20. Заказ № 12087
ТК 154500-1073642-250511

Отпечатано в типографии ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М»
127214, Москва, ул. Полярная, д. 31В, стр. 1
Тел.: (495) 280-15-96, 280-33-86. Факс: (495) 280-36-29