

---

ТВОРЧЕСКАЯ  
ТРИБУНА  
АРХИТЕКТОРА

---

Г. Г. Азгальдов

# ЧИСЛЕННАЯ МЕРА И ПРОБЛЕМЫ КРАСОТЫ В АРХИТЕКТУРЕ

<http://www.qualimetry.ru>



МОСКВА · СТРОЙИЗДАТ · 1978

---

Печатается по решению секции градостроительства и архитектуры редакционного совета Стройиздата.

Азгальдов Г. Г. Численная мера и проблемы красоты в архитектуре. М., Стройиздат, 1978. 92 с. (Творческая трибуна архитектора).

В книге сделана попытка дать анализ и обоснование принципиальной возможности количественной оценки эстетичности архитектурных объектов. Излагаются некоторые квадиметрические методики, которые, по мнению автора, могут найти применение в будущем.

Книга предназначена для архитекторов и искусствоведов.

Рис. 59, список лит.: 304 назв.

А 30202 - 546 34-78  
047 (01) - 78

© Стройиздат, 1978

Гарри Гайкович Азгальдов

#### ЧИСЛЕННАЯ МЕРА И ПРОБЛЕМЫ КРАСОТЫ В АРХИТЕКТУРЕ

Научный редактор В. И. Рабинович

Редакция литературы по градостроительству и архитектуре

Зав. редакцией Т. Н. Федорова

Редактор Н. И. Гинзбург

Мл. редактор В. В. Цапина

Художник Н. А. Фролов

Оформление обложки художника А. А. Бекназарова

Технический редактор И. В. Тимофеева

Корректор Г. С. Масолова

ИБ №746

---

Подписано к печати 21/11-78 г. Т-11273

Формат 84x90 1/16 Бумага офсетная

Печ. л. 5,5 Усл.печ. л. 7,70 (9,43 уч.-изд. л.)

Тираж 3000 экз. Изд. № А1Х-6164 Заказ 413.

Цена 65 коп.

---

Стройиздат  
103006, Москва, Каляевская, 23а

Тульская типография Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли  
г. Тула, пр. Ленина, 109

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Книга кандидата технических наук Г.Г.Азгальдова, в которой нашли отражение творческие дискуссии среди теоретиков и практиков советского зодчества, рассказывает о возможностях приложения численной меры к элементам архитектурной композиции. Профессиональное знание автором проблем "численной меры", научных методик квалиметрии позволяет рекомендовать данную работу читателю.

В исходных позициях квалиметрии нет ничего дискуссионного для советских исследователей, стоящих на базе материалистической диалектики, и нет оснований сомневаться в плодотворности количественных измерений предметов и процессов, ибо это прямо вытекает из всеобщего закона перехода количественных изменений в качественные.

Читателю будет интересно и полезно ознакомиться с широким обобщением и систематизацией советских и зарубежных данных о попытках приложения тех или иных количественных методов измерения разных элементов архитектурной композиции ("элементов красоты" — так их называет автор) к фактуре поверхности, метру и ритму, нюансу и контрасту, симметрии, асимметрии, пропорциональности и масштабности и т.д.

Г.Г. Азгальдов пытается охарактеризовать почти все элементы архитектурной композиции по единой квалиметрической методике, причем систему и последовательность характеристики этих элементов строит по-своему. В ряде случаев (в отношении архитектурной тектоники, пропорций и др.) автор оговаривает свое несогласие с общепринятой в теории архитектурной композиции точкой зрения на место и значимость тех или иных ее элементов.

Проанализированы в книге и некоторые современные методы квалиметрической оценки красоты композиционных решений.

Однако при нынешнем развитии научной специализации трудно найти исследователей, одновременно владеющих и методикой квалиметрии, и методами архитектурной композиции, и методологией эстетики (и Г.Г. Азгальдов, к сожалению, не является исключением). Поэтому нельзя согласиться с мнением автора, что можно количественно оценить эстетические отношения в целом и однозначно, так как эстетическое — это не свойство, даже не качество, это — **эстетические отношения**, причем не чисто объективные, а объективно-субъективные (по терминологии аксиологии — ценностные) отношения, которым присущи такие характерные черты, как гармоничность, пропор-

циональность, ритм, контраст, нюанс, целостность, гуманность и т.д. Эстетические отношения порождаются, по мысли К.Маркса, трудовыми и социальными взаимоотношениями людей и оцениваются в свете социально-эстетического идеала.

Гармонически совершенные ряды (автор их "достаточно условно", называет "элементами красоты") могут более или менее успешно просчитываться; может быть квалиметрически охарактеризована целостность (но не как средневзвешенная, по автору, а как сложная, имеющая свои особые принципы система, подсистемами которой являются соподчиненные гармонические ряды); однако квалиметрически охарактеризовать, например, гуманную концепцию невозможно, так как для этого нужны не столько количественная определенность квалиметрии, сколько качественно точные оценки социологии и эстетики.

Итак, квалиметрически просчитываются характерные для эстетических отношений и архитектурной композиции гармонические ряды, но никак не эстетические отношения в целом.

Конечно, многие современные методы в области эстетики полезны — и квалиметрия, и кибернетика, и семиотика и т.д. Но для того чтобы разобраться, как это все относится к красоте, необходимо использовать методологию именно эстетики, ее принципы, ее категориальный аппарат.

Квалиметрические методы приложимы в известной мере и к искусству (поскольку искусство есть одна из сфер эстетического). К композиционным элементам количественная мера может и должна прилагаться — возможность приложения алгебры к

гармонии автором очень остроумно охарактеризована.

Но ведь искусство, вопреки мнению некоторых исследователей, считающих его чуть ли не синонимом формальной красоты, не только форма. Искусство — целостное отражение мира человека и души человека, художественных образов — характеризуется нерасчлененным гармоническим единством композиционной формы и художественного содержания.

И, наконец, о применении квалиметрических методик к зодчеству.

Проблема красоты очень важна для современной советской архитектуры. Все размышления автора о количественной мере красоты будут полезны всем читающим эту книгу — архитекторам, проектировщикам, строителям, теоретикам, но при одной оговорке: к сожалению, автор повсеместно ограничивает себя суждениями о "внешней" красоте архитектуры. Но разве достижение эстетичности (гармоничности, целостности, гуманности) пространственной организации всей архитектурной среды, предназначенной для труда, быта, отдыха, всестороннего развития советских людей, не первейшая задача советских зодчих?

Таким образом, эстетические задачи советских зодчих ориентируют их на решение более широкого круга проблем, чем представляется автору. Автор затронул лишь один аспект этих эстетических задач. Квалиметрические же методы могут быть полезны и, более того, перспективны при решении более широкого круга проблем архитектуры.

Кандидат искусствоведения В. И. Рабинович.

<http://www.qualimetry.ru>

## ВВЕДЕНИЕ

До сравнительно недавнего времени в работах по эстетике не встречались понятия "количественная оценка эстетичности", "количественная оценка красоты". В последние годы у нас и за рубежом стали появляться работы по этим вопросам.

Чем это вызвано? Зачем нужно количественно оценивать эстетическую сторону архитектурного сооружения (или проекта)? Разве недостаточно тех чисто качественных оценок, которые вот уже свыше двух десятков столетий используются в архитектуре?

Анализ показывает, что в основе этой новой тенденции лежит не одна, а несколько причин. Среди этих причин можно, на наш взгляд, выделить "внешние" и "внутренние".

"Внешние" причины определяются тем воздействием, которое архитектура как искусственная среда оказывает на эмоциональную сферу человека. Каждый горожанин из своего повседневного опыта знает (и это подтверждается данными психологов), насколько возраст объем информации (и, в частности, визуальной информации), которую ему нужно перерабатывать на улицах города.

Городской житель в связи с этим все чаще сталкивается с явлением "информационной перегрузки", "информационной усталости". Например, как показали проведенные в Великобритании специальные исследования [141, с. 287], для среднего английского города уже к середине 60-х годов XX столетия утомляемость человека от пассивного восприятия окружающего его визуального хаоса (в том числе, разумеется, и в связи с восприятием окружающей архитектурной среды) достигла приблизительно 25% от общей утомляемости за день (см.рис. 1). Одним из инструментов уменьшения этого "визуального хаоса" может стать умение количественно оценивать эмоциональное влияние, оказываемое окружающей архитектурной средой, с целью его регулирования.

Другая группа причин выше была названа "внутренней", так как суть ее составляют внутренние закономерности развития самой архитектуры.

Эти причины связаны, во-первых, с логикой развития методов архитектурного проектирования, в частности, со все большей машинизацией этих

методов, с разработкой и внедрением автоматизированных систем проектирования (например, известная система АСПОС). Но любые методы машинного, автоматизированного проектирования, предназначенного для получения оптимального проектного решения, предполагают наличие критериев оптимизации, с помощью которых и производится отбор оптимальных вариантов. Понятно, что если при таком отборе во внимание будут приниматься только экономические и функциональные критерии и не учитываться критерии эстетические, то выбранный вариант не может считаться действительно оптимальным [36, с. 28].

Во-вторых, в архитектуре всегда существовала потребность определить, хорошо или плохо запроектировано данное сооружение, в частном случае — какой из нескольких проектов имеет самое высокое качество. Представляется, что последняя задача — задача оценки качества проекта — чрезвычайно важна, так как неотделима от самого существа деятельности архитектора.

В самом деле, рассматривает ли архитектор эскизные варианты с тем, чтобы выбрать из них лучший для дальнейшей детальной разработки; экспертируются ли проекты перед их рассмотрением в утверждающих инстанциях; анализируются ли проекты в ходе архитектурного конкурса; наконец, ведется ли проектирование с использованием электронно-вычислительной машины — во всех этих ситуациях приходится решать задачу по сравнительной оценке качества проекта.

Но сегодня уже недостаточно просто сказать: "Проект А лучше проекта Б". Нужно показать, насколько лучше, потому что одним и тем же словом "лучше" может обозначаться и малое, и громадное превосходство качества одного проекта над другим. Поэтому мы убеждены, что оценки архитектурных произведений должны выражаться не только в качественной, но и в количественной форме.

Но как этого добиться? Общеизвестно, что архитектура представляет собой единство некоторых основных составляющих. Условно примем (в соответствии с часто высказываемыми в архитектурной науке взглядами), что эти составляющие — экономичность, польза и красота. Вместе с тем

отметим, что при научном анализе любых сложных объектов, представляющих единство составных элементов, в методических целях приходится условно расчленять это единство на более простые составные части. Значит, и при анализе архитектурного произведения неизбежно нужно прежде всего провести анализ его составляющих: анализ экономичности, анализ пользы (функциональности) и анализ красоты.

Что касается анализа экономичности, то сегодня можно считать, что эта проблема решается достаточно удовлетворительно. Сейчас уже разработаны сравнительно неплохие методики, с помощью которых можно количественно определять критерий экономичности  $K_{ЭК}$ , т.е. все затраты, которые несет общество на строительство и эксплуатацию сооружения.

Значительно сложнее обстоит дело с количественным определением критерия функциональности. Для подавляющего большинства продуктов труда (и практически для всех архитектурных объектов) до недавнего времени еще не существовало методов, с помощью которых функциональность можно было бы выразить одной количественной величиной (т.е. вычислить критерий функциональности  $K_{Ф}$ ). Однако в последние годы в связи с зарождением и становлением квалиметрии – новой научной дисциплины, изучающей методологию и проблематику количественной оценки качества [5], методы нахождения таких критериев интенсивно разрабатываются в целом ряде стран (в том числе и в СССР), а главное почти исчезло бытывшее ранее недоверие к самой возможности количественного нахождения таких критериев.

Таким образом, в отношении двух первых критериев – критерия экономичности  $K_{ЭК}$  и критерия функциональности  $K_{Ф}$  – в принципиальном плане вопрос может считаться решенным, и остаются только большие или меньшие трудности технического порядка, возможность преодоления которых сегодня уже не вызывает сомнений.

Совершенно иначе, гораздо сложнее обстоит дело с количественным определением критерия красоты  $K_K$ , который, как уже говорилось, не только практически никогда не вычислялся в архитектуре, но и сама возможность вычисления которого еще и сегодня нередко оспаривается. В значительной степени это связано со слабой разработкой соответствующего аппарата количественного анализа. И

у многих специалистов существует своеобразный психологический барьер – уверенность, что подобного рода задача принципиально неразрешима. Поэтому главной задачей этой книги будет попытка опровержения представлений о невозможности количественных оценок эстетичности в архитектуре и анализ тех путей, идя по которым можно было бы получить подобные оценки.

Рассмотрение проблемы оценки красоты в архитектуре можно проводить в различных аспектах.

Во-первых, можно исследовать всю проблему в целом с целью выяснения принципиальной ее разрешимости. Такой подход будет характеризоваться широтой охвата проблемы с одновременным отказом от рассмотрения ее мелких деталей. При этом, разумеется, не ставится задача дать конкретную методику, с помощью которой можно было бы оценить эстетичность архитектурного произведения, а будет только доказываться возможность создания таких методик. Описание этого подхода и составляет содержание I главы. Во-вторых, можно сузить широту рассмотрения и за счет этого более подробно проанализировать отдельные частные проблемы. Такого рода подход будет использован во II главе, где намечаются направления, следование которым позволит создать практические методики оценки отдельных аспектов эстетичности архитектурной композиции. И, наконец, представляется целесообразным еще более сузить сферу анализа, еще более детально рассмотреть отдельные, известные из отечественной и зарубежной литературы конкретные методики, посвященные оценкам эстетичности в архитектуре. Описание этого подхода составляет сущность Ш главы.

Автор искренне признателен художнику Н.А. Фролову, чьи иллюстрации помогают доведению до читателей излагаемой в этой книге концепции, а также доктору искусствоведения, профессору А.А. Тицу и кандидату философских наук, доценту Н.И. Крюковскому, на начальной стадии работы над книгой помогавшим автору своими советами. За помощь в оформлении материала автор благодарен также А.Г. Когут и Э.А. Карпушиной. При подготовке рукописи к изданию существенную помощь в улучшении ее содержания оказали доктор архитектуры, профессор М.Г. Бархин и архитектор И.Ш. Шевелев, чей вклад автор отмечает с искренним удовольствием.

## ПРОБЛЕМА ОЦЕНКИ КРАСОТЫ В АРХИТЕКТУРЕ

### ПРИМЕНЯЕМЫЕ ТЕРМИНЫ

*"... получается, что громкие и торжественные диспуты ученых часто превращаются в споры относительно слов и имен, а благоразумнее было бы (согласно обычая и мудрости математиков) с них и начать для того, чтобы посредством определений привести их в порядок".*

Фрэнсис Бэкон [42, с.47]

Эстетика использует (в определенном отношении – близкие по смыслу) термины "эстетическое", "прекрасное", "художественное".

Кроме того, в архитектуре, начиная с Витрувия, уже около двух тысяч лет используют термин "красота" (например, красота сооружения).

Автор отдает себе отчет в том, что термин "красота" по своей научной строгости конечно же уступает другим приведенным выше терминам. При этом понятие "красота" будет трактоваться как тождественное понятию "привлекательность внешнего вида".

Не будет в дальнейшем изложении (за исключением цитат) использоваться и термин "эстетическое", включающий в себя такие категории, как "прекрасное", "комическое", "трагическое", "возвышенное", "безобразное", не являющиеся предметом исследования данной книги.

Не будут употребляться понятие и термин "художественное", которые, строго говоря, должны относиться к произведениям искусства, имеющим художественную ценность (рис. 2).

В данной книге будет анализироваться возможность количественной оценки именно "красоты" "внешнего вида" сооружений, а не тех их качеств, которые характеризуют архитектурные

сооружения как произведения искусства и для которых принципиально сложнее найти количественные критерии оценки.

Содержание книги посвящено не столько самой красоте в архитектуре, сколько количественной оценке этой красоты. Поэтому уточним термины, которые связаны с понятием "количественная оценка".

Методологию получения любых видов количественных оценок изучает квалиметрия. Одно из ключевых понятий квалиметрии – понятие "эталона", неразрывно связанное с понятием "оценка". В соответствии с теорией квалиметрии в основе любой количественной оценки, будь то оценки предмета или оценки явления, оценки удобства или оценки красоты, всегда лежит сравнение с каким-то эталоном. Поэтому вне определенного эталона вообще бессмысленно говорить о какой-бы то ни было квалиметрической оценке. Но в случае с оценкой такого специфического явления, как красота, дело обстоит значительно сложнее, чем при оценке, например, удобства здания. Оценивая красоту, мы в качестве эталона берем не какой-то определенный, конкретный образец для красоты архитектурного сооружения, допустим, храм Посейдона в Пестуме (один из тех замечательных

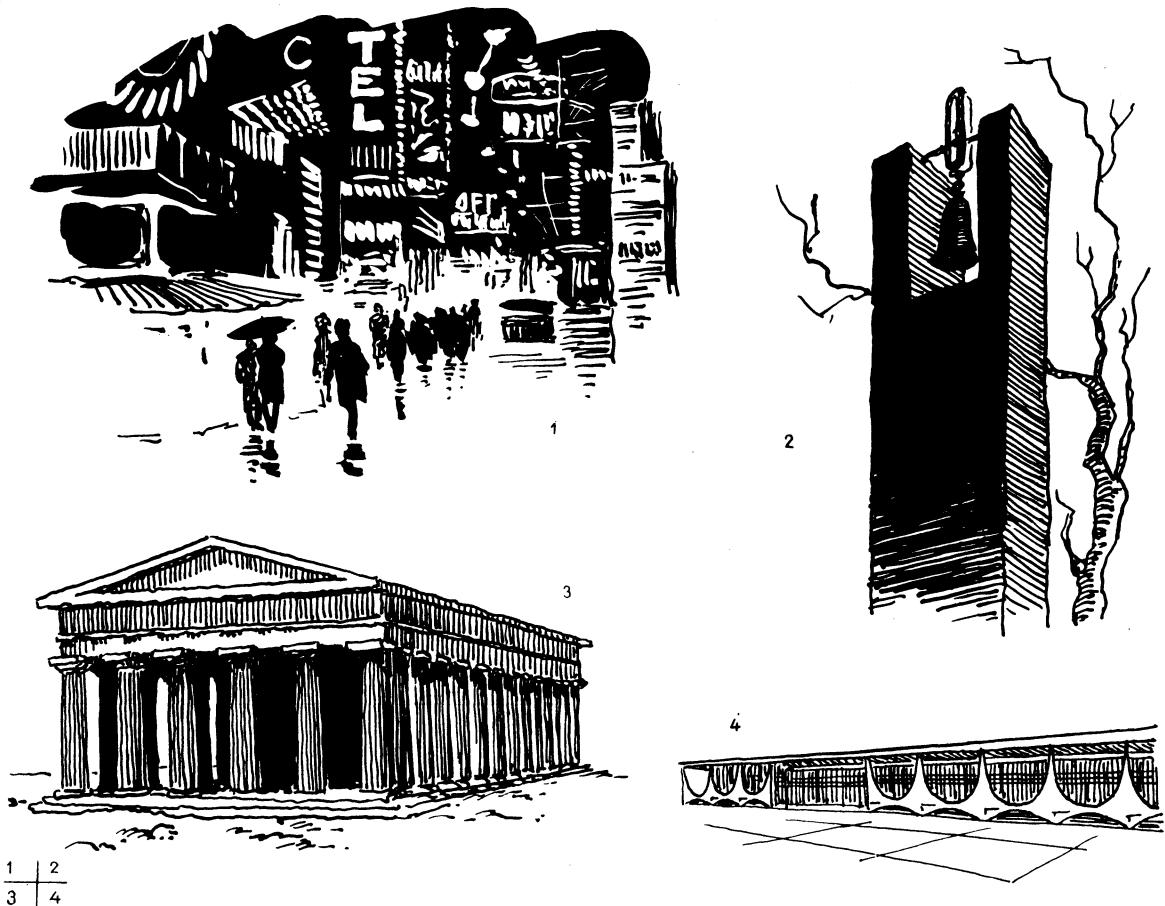


Рис. 1 Визуальный хаос на улице современного капиталистического города

Рис. 2. Мемориальный комплекс в Хатыни. Архитекторы Ю. Градов, В. Занкович, Л. Левин, скульптор С. Селиханов. Произведение искусства, создающее ощущение трагизма

Рис. 3. Храм Посейдона в Пестуме (Южная Италия). Первая половина У. в. до н.э.

Рис. 4. Дворец Зари в г. Бразилиа. Архит. О. Нимайер, 1958–1959 гг.  
Нетектоничное, но очень красивое сооружение

памятников древнегреческого искусства, который, по выражению К.Маркса, "... еще продолжает доставлять нам художественное наслаждение и в известном отношении служить нормой и недося-

гаемым образцом"<sup>1</sup> (рис.3), нет, мы всегда сравниваем с обобщенным образом, с обобщенным

<sup>1</sup> Маркс К. Введение (из экономических рукописей 1857–1858 гг.) — Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т.12, с.737.

(но отнюдь не усредненным!) представлением о красоте (с тем, что в эстетике называется "эстетическим идеалом").

Сформулированное нами представление об эталоне позволяет выявить сущность оценки так, как она понимается в квалиметрии.

В квалиметрическом смысле вычисление количественной оценки  $K(A)$  какого-то объекта  $A^1$  означает выполнение ряда последовательных операций в соответствии со следующим алгоритмом: а) в принятой системе мер  $P$  измеряется явление  $A$ , т.е. определяется величина  $P(A)$ ; б) определяется логическая закономерность (правило) формулирования идеального эталона  $A_{ид}$ ; в) определяется "идеальный" эталон  $A_{ид}$ , который выражает собой наиболее предпочтительную, наиболее совершенную форму (разновидность) оцениваемого объекта  $A$ ; г) в принятой системе мер  $P$  измеряется "идеальный" эталон  $A_{ид}$ , т.е. вычисляется величина

$R(A_{ид})$ ; д) из выражения  $K(A) = f\left(\frac{P(A)}{R(A_{ид})}\right)$  определяется степень приближения оцениваемого объекта  $A$  к соответствующему идеальному аналогу  $A_{ид}$ , иначе говоря, вычисляется количественная оценка данного объекта  $K(A)$ .

На примере этого алгоритма можно пояснить важное различие, которое, с точки зрения квалиметрии, имеется между понятиями "измерение" и "количественная оценка" и существование которого, к сожалению, не всегда осознается на практике. Для того чтобы измерить какой-то объект  $A$ , вообще говоря, совсем не обязательно иметь идеальный эталон  $A_{ид}$ , достаточно только иметь определенную масштабную шкалу. Правда, иногда, бывает, что верхняя граница такой шкалы как раз и совпадает с идеальным эталоном  $A_{ид}$ , но такая ситуация является не правилом, а скорее исключением. (И в этом случае процесс измерения совпадает с процессом оценки.) А вот оценка объекта  $A$  всегда связана с необходимостью иметь идеальный эталон  $A_{ид}$ .

Изложенная выше квалиметрическая трактовка процесса оценки, необходимый элемент которого – эталон для сравнения, по существу не является чем-то принципиально новым, а отражает многовековой опыт, накопленный человечеством.

Таким образом, нами были разъяснены два исходных для данной книги понятия: "красота" и "количественная оценка"<sup>1</sup>. Это создает терминологическую основу для того, чтобы в последующих разделах проанализировать принципиальную возможность получения оценки красоты.

### ЧТО ГОВОРЯТ СПЕЦИАЛИСТЫ

*"Прекрасное произведение" ...должно быть сделано не по правилам, а по счастливому вдохновению..."*

Фрэнсис Бэкон [41, с. 119]

*"Мы совершенно убеждены, что красота форм, выражение чувств, искусство композиции, даже способность придать произведению искусства впечатление величия для зрителей – ... находятся в высокой мере под властью правил".*

Джошуа Рейнольдс [187, с. 113]

Многие архитекторы разделяют мнение, что архитектура есть в какой-то степени синтез науки и искусства. Соотношение между этими двумя составляющими единого понятия "архитектура" не остается неизменным, а непрерывно изменяется, причем изменяется, по нашему мнению, в сторону

повышения удельного веса науки. Например А.К. Буров, рассматривая эту проблему в историческом аспекте, говорил: "Творчество базируется на индивидуальном, интуитивном ощущении того, каким образом должна и может быть решена поставленная задача. Доводы могут быть представ-

<sup>1</sup> Объектами могут быть предметы или процессы, материальные или духовные (в том числе объектом может быть и красота).

<sup>1</sup> В дальнейшем, для простоты, слово "количественная" будет опускаться и будет говориться просто об оценке красоты.

лены только в виде общих рассуждений. Когда эти общие рассуждения в результате опыта, анализа этого опыта и применения точных научных знаний могут быть сформулированы в качестве закона или приближающейся к нему рабочей формулы, каждый раз и безошибочно, в пределах поставленной технической задачи, способных эту задачу разрешить, этот вид деятельности уходит из области искусства и переходит в область техники” [35, с. 95].

Этот реально наблюдаемый процесс имеет своей характерной особенностью внедрение математических (т.е. количественных) методов в те области архитектуры, где они раньше не применялись.

По мнению автора, это вытекает, во-первых, из того, что любая наука в конечном итоге неизбежно приходит к использованию математического аппарата. Тут можно вспомнить и слова Леонардо да Винчи, который говорил, что “Никакой достоверности нет в науках там, где нельзя приложить ни одной из математических наук, и в том, что не имеет связи с математикой” [53, с. 68]. В ХУП в. термин “математический” стал употребляться в значении “строго научный”, “точный” [33, с. 233]. Во-вторых, все архитекторы прекрасно представляют, что с самого своего зарождения архитектура была тесно связана с математикой, хотя, с точки зрения сегодняшнего дня, это и была только элементарная математика.

Правда, и сейчас еще встречаются проектировщики, которые считают, что и в нынешней, и в будущей архитектуре четырех первых правил арифметики вполне достаточно. И сегодня у некоторых архитекторов существует мнение, что математика и эстетика – это две несовместимые области. Справедливо ли оно?

Для подхода к этому вопросу будет небезынтересно сопоставить мнения специалистов – искусствоведов и архитекторов.

Предварительно отметим одно принципиально важное обстоятельство. Дело в том, что разбираемый здесь вопрос о количественной оценке красоты приобрел его нынешнюю форму сравнительно недавно. А до этого предметом дискуссии были связанные с ним, но несколько иные вопросы типа: “Подчиняется ли красота каким-либо закономерностям?” “Можно ли создавать прекрасное по правилам?” Именно в поисках ответов на эти вопросы и будут анализироваться мнения специалистов. Ибо прежде чем получить возможность количественно оценивать степень какого-то явления (в данном случае вычислять критерий красоты  $K_K$ ),

нужно в соответствии с приведенным выше алгоритмом предварительно определить, выразить это явление логически (качественно); измерить его в некоторой шкале количественно: обосновать систему правил (т.е. выявить закономерность) создания соответствующего совершенного (“идеального”) явления. И только научившись делать все это, можно на последнем этапе рассматривать задачу количественной оценки степени совершенства этого явления (в данном контексте – степени красоты архитектурного сооружения). Здесь необходимо учитывать, что рассматриваемая нами проблема не только квадратиметрическая, но и по существу эстетическая.

В связи с этим автор считает необходимым специально оговорить, что для использования такого алгоритма было бы желательно иметь строгое логическое (качественное) определение сути эстетических отношений (того, что в данной книге обозначено термином “красота”), а также эстетического идеала в архитектуре. Вместе с тем автор считает возможным здесь и в дальнейшем оперировать, хотя и не строго определенным, но интуитивно понятным, вероятно большинству архитекторов термином “красота”.

Мы будем сопоставлять мнение специалистов по четырем вопросам: 1. Лежат ли в основе явления красоты какие-то правила, объективные закономерности? 2. Если такие закономерности, такие правила существуют, могут ли они быть познаны? 3. Если красота познаваема, может ли быть получена единственная, достаточно объективная оценка ее, или же такие оценки всегда субъективны, неоднозначны? 4. Если такие объективные однозначные оценки правомерны, могут ли они быть выражены в количественной форме?

**Вопрос 1. Основано ли явление красоты на каких-то правилах или закономерностях?** Сначала выявим суждение тех специалистов, которые отрицают наличие подобных правил или закономерностей (“отрицательное” мнение). Нужно сказать, что сторонников этой точки зрения, причем весьма авторитетных, довольно много.

По мнению Канта, красота и точные закономерности (а значит – и математическая закономерность) несовместимы [115, с. 95]. Касаясь сущности художественного метода, английский художник В. Хогарт призывал: “Все математические представления следуют совершенно устранить из нашего метода, потому что они для него не имеют никакого смысла” [231, с. 97].

О том, что научные методы не могут помочь в построении теории художественного творчества, писали и А.И. Герцен [73, с.296] , и И.Н. Крамской [125, с.246].

Живший в прошлом веке русский строитель и теоретик архитектуры Апполинарий Красовский, касаясь эстетической стороны архитектуры, писал: "... нет возможности научить строить изящно, т.е. показать точные правила... Для этого необходимы врожденный творческий талант и развитый вкус" [ 127, с.9] . Похожие точки зрения высказывают и сегодня. Так, исследователь архитектуры Б.П. Михайлов утверждает, что не может быть никаких общих норм создания гармонической архитектурной композиции [149, с.95] .

Приведенный выше "отрицательным" высказываниям, ставящим под сомнение наличие в основе красоты строгих закономерностей, можно противопоставить не меньшее количество прямо противоположных, "положительных" мнений.

Еще Аристотель писал, что "... самые главные формы прекрасного, это – порядок (в пространстве), соразмерность и определенность..." [11, с.223] . Витрувий также считал, что в основе красоты архитектурных сооружений лежат определенные правила соразмерности [ 56, с.28] . О том же говорят и Альbertи "... красота есть строгая соразмерная гармония всех частей... Делать все по определенному правилу – отличительная черта искусства" [ 9, с.178] , и Виньола, считавший, что красивы те произведения архитектуры, которые обладают определенными отношениями и пропорциями [ 54, с.17] .

Интересно, что уже в ХУП в. этот же вопрос был предметом многочисленных и длительных споров. 18 августа 1681 г. Французская академия провела среди своих членов дискуссию. Принятое академией решение констатировало: "Несмотря на то, что в архитектуре существует много произвольных явлений, которые нам нравятся лишь потому, что они были введены в обиход людьми, нами уважаемыми, тем не менее собранию кажется весьма вероятным, что в архитектуре имеется известный порядок, количество, размер и пропорция частей, которые создают гармонию, называемую красотой; эта красота нам приятна и не менее естественна, чем тот порядок, то расположение звуков, производящих гармонию, которые нам так нравятся в музыке" [31, с.339] .

Существование определенных законов, которым подчиняются все красивые предметы, отстаивал и теоретик архитектуры Виолле ле Дюк: "... нельзя

безнаказанно освободиться от законов, продуктивных человеческим чувством, законов, являющихся для глаза тем же, чем мораль для души, т.е. естественным регулятором, не зависящим от различных форм цивилизации..." [ 55, с.182] .

О правилах и закономерностях, лежащих в основе красоты и даже художественных произведений, писали не только теоретики архитектуры, но и представители многих видов искусства. Например, поэт Гете: "Прекрасное есть проявление... законов природы... Для прекрасного требуется закон..." [ 74, с.324, 345] ; скульптор Антуан Бурдель: "Искусство – завуалированная алгебра..." [ Цит. по кн.: 75, с.201] .

В отечественной литературе также можно встретить близкие по духу высказывания зодчих: М.Я. Гинзбурга, считавшего, что есть определенные принципы архитектурной композиции [ 78, с.74] , и И.В. Жолтовского, отмечавшего, что "...прекрасные явления и предметы прекрасны потому, что в их построении есть закономерность и они не могут быть воплощены в другую форму" [ 102, с.106] ; теоретиков архитектуры Г.Б. Борисовского ("Красота имеет свои законы" [ 29, с.94] ) и С.О. Хан-Магомедова, подчеркивавшего существование законов, которым подчиняется художественный метод [ 229, с.53] ; искусствоведов Н.А. Дмитриевой ("Историческая изменчивость эстетических оценок еще далеко не дает права считать красоту всецело относительной и лишать ее какой бы то ни было объективной основы" [ 97, с.15] ) и Л.Б. Пере-верзева ("... искусство – это жесточайшее ограничение, отказ от океана случайного, бессвязного, хаотического" [ 167, с.140] .

Особо отметим широко известное высказывание К. Маркса о существовании законов красоты, по которым творит человек<sup>1</sup>.

Таким образом, из сопоставления мнений специалистов не вытекает однозначный ответ на вопрос, лежат ли в основе явления красоты какие-то правила, какие-то определенные закономерности.

Но, если предположить, что такие закономерности все же существуют, то возникает вопрос 2: **Могут ли быть познаны закономерности, обуславливающие явление красоты?**

Так же, как и ранее, сначала выявим "отрицательные" мнения тех авторов, которые считают

<sup>1</sup> Маркс К. Экономико-философские рукописи 1844 г. – В кн.: Маркс К. и Энгельс Ф. Из ранних произведений. М., 1956, с.566.

подобные закономерности непознаваемыми (иначе говоря, непознаваемой красоту).

По Канту, "Невозможно дать общеупотребительную формулу для определения того, что такое прекрасное" [115, с. 148, 174]. Похожей, на наш взгляд, точки зрения придерживался и Гегель: "... рассудку и невозможно постигнуть красоту..." [69, с. 115]. Известный немецкий искусствовед и эстетик Винкельман отмечал безуспешность многих усилий в определении красоты, заявляя, что красота — это одна из величайших тайн природы, действие которой нам дано ощущать, но не дано познать [Цит. по кн.: 34 с. 183].

Знаменитый немецкий ученый Гельмгольц утверждал, что законы красоты не известны (и не будут никогда известны) никому, в том числе и художникам [34, с. 183].

Всем этим "отрицательным" заключениям могут быть противопоставлены "положительные" мнения не менее авторитетных авторов, считавших явление красоты принципиально познаваемым.

Например, Гете придерживался мнения, что "... о прекрасном можно иметь понятие и это понятие может быть выражено" [74, с. 325]. Сходную мысль знаменитый французский живописец Гюстав Курбэ воплотил в известный афоризм: "Знать, чтобы мочь..." [134, с. 407]. Скульптор М.М. Антокольский считал, что творчество архитектора основывается главным образом на логике, на мысли [10, с. 208].

Тезис о познаваемости красоты в архитектуре вытекает и из высказываний М.Я. Гинзбурга, упоминавшего о стоящей перед зодчим задаче отыскания гармонических формул [79, с. 144]; Г.Д. Гrimма, отмечавшего, что "... архитектура должна подчиняться своим законам, и только соблюдение их в архитектурном произведении дает художественное целое" [87, с. 7]; Г.А. Шемякина, отстаивавшего мысль о важности использования теории архитектурной композиции в практической работе архитекторов [238, с. 153].

Наše сопоставление показало, что и по второму вопросу, касающемуся возможности познать явление красоты, отсутствует достаточная согласованность мнений специалистов.

Но, допустим, что такая возможность хотя бы потенциально, но все-таки существует. Тогда встает вопрос 3: **Может ли быть получена достаточно объективная, однозначная оценка красоты?**

Как и ранее, прежде мнения "отрицательные"

Ф. Шиллер следующим образом объясняет невозможность получить объективную (и однозна-

чную) оценку красоты: "То обстоятельство, что прекрасное лишь чувствуется и собственно не познается, делает возможность выводить красоту из априорных начал сомнительной. По-видимому, нам придется удовлетвориться множественностью оценок красоты" [240, с. 476]. Невозможность существования объективной оценки вытекает из взглядов известного немецкого искусствоведа Кон-Винера, в соответствии с которыми "Понятие красоты является субъективной оценкой нашего интеллекта..." [117, с. 211]. О том, что эстетическую сторону изделий нельзя оценить однозначно, говорит и чехословацкий специалист в области прикладного искусства Я. Даниэлис [93, с. 5].

Принципиальная невозможность совпадения эстетических оценок, даваемых различными специалистами одному и тому же произведению архитектуры, довольно часто обосновывается и в отечественных изданиях по архитектуре, см., например, выступления А.Г. Рапопорта [186, с. 34, 35], Г.М. Вланина [57, с. 141], А.О. Свирского [195, с. 134].

Но существует и другая, "положительная", точка зрения, в соответствии с которой имеется потенциальная возможность (и даже необходимость) объективизировать оценку красоты, преодолеть ее многозначность. Эта противоположная точка зрения, вероятно, наиболее решительно аргументирована в известной работе Д.И. Писарева "Разрушение эстетики" [171, с. 420]. Аналогичное мнение, как нам представляется, прозвучало и в призывае Вальтера Гropиуса "...освободить творчество из его индивидуальной ограниченности и поднять его на высоту объективной ценности" [88, с. 107].

О возможности и необходимости существования объективных эстетических оценок в архитектуре и дизайне говорится в работах М.Г. Бархина [16, с. 17], Б.Р. Рубаненко [190, с. 34], Г.Б. Минервина [148, с. 67], Ю.С. Сомова [203, с. 7], М.В. Федорова [219, с. 133], В.И. Гукова [90, с. 22], Ю.Н. Евреинова [99, с. 37], В.Черны [265, с. 167].

Таким образом, и по третьему поставленному выше вопросу мнения специалистов прямо противоположны.

Но примем еще одно допущение: будем считать, что объективная однозначная оценка красоты принципиально возможна. В связи с этим рассмотрим последний вопрос, 4: **Возможна ли количественная форма выражения объективной, однозначной оценки красоты в архитектуре?**

Здесь можно сослаться на сравнительно небольшой перечень "отрицательных" мнений. Так, напри-

мер, в капитальной монографии "Гармония как эстетическая категория" ее автор, В.П. Шестаков, пишет: "Математическое понимание гармонии фиксирует прежде всего количественную определенность гармонии, но оно не заключает в себе представления об эстетическом качестве гармонии, о ее выразительности, связи с красотой... возникновение гармонии всегда в известной мере тайна, тайна рождения нового, которую нельзя объяснить и измерить чисто математическим способом" [ 239, с. 15, 219] . С.С. Карпов считает, что "Красота неделима по своей природе и потому подлежит только суждению вкуса как критического аспекта интуиции, осуществляющего свою оценку по бинарному принципу "да–нет", исключающему промежуточные значения ценностей" [116, с.76] . Архитектор А.Я. Мачерет заявляет: "Я – против измерений искусства любыми мерками потому, что искусство (и архитектура в том числе) имеют интуитивные категории..." [ 144, с.120] .

Однако значительно чаще встречаются не чисто "отрицательные" высказывания такого рода, а так сказать высказывания "полуотрицательные", в которых главное внимание уделяется подчеркиванию очень больших трудностей в решении этой проблемы. Так, например, А.Г. Раппопорт свое утверждение "На мой взгляд, красоту сегодня нельзя измерить количественно" обосновывает доводами о чрезвычайной сложности самого понятия красоты, которую "... можно объективно исследовать, только развернув во всей сложности структуру того социального и культурного организма, в котором живет представление о ней" [184, с.54, 60] , В.И. Рабинович подчеркивает, что количественные критерии, как показывает современный научный и художественный опыт, применимы не абсолютно ко всем моментам, категориям и сферам эстетики и могут использоваться прежде всего для измерения гармонии, формализованной красоты, в особенности к декору или архитектурным деталям [181, с.89] ; А.В. Иконников отмечает, что хотя в архитектуре закономерности образования формы (с учетом эстетического ее аспекта) в принципе и доступны точному исследованию, в ней в настоящее время "... раскрытие общих закономерностей восприятия еще далеко от той стадии, когда появляется возможность применения количественных оценок" [111, с.193, 194] . Большую сложность нахождения и определенную спорность количественных критериев красоты отмечают также М.Г. Бархин [16, с.17] и Э.П. Григорьев [86, с.138] ..

И, наконец, существует и третья точка зрения, в соответствии с которой количественная оценка красоты (и, в частности, красоты в архитектуре) возможна. Ее придерживается, например, А.А. Тиц, отмечаящий уже достигнутую на практике достаточную объективность количественной оценки эстетического качества однотипных архитектурных структур [ 210, с.43] и выражаящий уверенность в принципиальной возможности количественной оценки эстетического качества в архитектуре [ 209, с.112] . Возможность определения объективных количественных характеристик эстетического качества отмечают и Ю.Г. Божко [23, с.65] , Н.И. Крюковский [129, с.28] , В.И. Гуков [ 89, с.52] , Н.А. Красильников [126, с.90] , Г.И. Лаврик [135, с.48] , [136, с.5] , [137, с.18] , Ю.Н. Ереинов [100, с.10] .

Вклад в решение проблемы количественной оценки красоты представляют собой работы В.М. Петрова, см., например, [ 169, с.191] и [ 168, с.197] , в которых приведена формализация основных понятий, используемых в процессе получения такой оценки. Обоснованию возможностей получения количественных оценок красоты посвящен и ряд работ автора, например, [ 3] , [2] . Таким образом, по последнему вопросу (так же, как и по предыдущим) среди специалистов единого мнение отсутствует.

Если попытаться вкратце резюмировать рассмотренные выше точки зрения по различным аспектам вопроса о возможности количественной оценки красоты в архитектуре (возможности "проверить гармонию алгеброй"), то их можно представить несколькими наиболее характерными утверждениями.

Поэт Евгений Евтушенко, представляющий одну из таких точек зрения, утверждает, что "...невозможно алгеброй проверить гармонию" [101] . Противоположная точка зрения выражена в работе В.А. Кузьмина, где подчеркивается, что "проверить алгеброй гармонию" можно и нужно [132, с.12] . Но существует и третья точка зрения, выраженная М.С. Каганом, который считает, что, конечно же, невозможно "проверить алгеброй гармонию", но при этом и невозможно поверить, т.е. познать гармонию без алгебры" [112, с.31] . В связи с таким многообразием взглядов на одну и ту же проблему А.Г. Раппопорт пишет: "Мне вообще не очень ясна идея противоположности или антагонизма "алгебры" и "гармонии", и мне совершенно непонятно, в чьем сознании она родилась: в сознании человека, у

которого не все kleилось с "гармонией", или плохо получалась "алгебра"?" [185, с. 207].

Но, как бы то ни было, реально существуют различные противоречивые мнения групп специалистов на принципиальную возможность получения

количественных оценок красоты в архитектуре. Значит, нельзя установить правильность той или иной точки зрения, если система доказательств будет опираться только на высказывания специалистов. Нужно искать иные, научные аргументы.

## УСЛОВИЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ КРАСОТЫ

"...в той же мере, в какой нечто есть, оно также и познаемо".

Платон [Цит. по кн.: 13, с. 229]

Представляется, что прежде чем детально анализировать названную в заголовке этого раздела проблему, было бы правильным предварительно выяснить один принципиальный вопрос, а правомерна ли вообще ее постановка, правомерно ли само сочетание слов "красота и количественная мера?" Или, может быть, исследователей, работающих в этой области эстетики, можно уподобить современным алхимикам (так сказать "элестетикам"), которые, как и их средневековые предшественники, безуспешно пытаются решить в принципе неразрешимую задачу?

Или, может быть, эти исследователи, когда пытаются найти численную оценку красоты, уподобляются изобретателям "вечного двигателя", и Союзу архитекторов, (вместе с другими творческими союзами) стоит, по примеру Парижской академии, в свое время отказался принимать к рассмотрению какие бы то ни было проекты "перpetуум мобиле", попытаться раз и навсегда положить конец попыткам найти способы количественной оценки красоты?

Мы знаем, что "вечный двигатель" невозможен, так как его принцип противоречит одному из основных естественнонаучных законов – второму закону термодинамики. Ну, а существует ли какой-либо закон природы, закон социального развития, наконец, принцип нашего мировоззрения, который бы препятствовал самой постановке вопроса о количественной оценке красоты? Представляется, что такого препятствия нет, хотя многим и кажется, что оно существует. Более того, есть все основания для уверенности, что само наше материалистическое философское мировоззрение с неизбежностью предопределяет вывод не только об отсутствии подобных препятствий, но и о существ-

овании целого ряда предпосылок к разработке научно обоснованных методов количественной оценки красоты.

Рассмотрим этот вопрос, опираясь на некоторые принимаемые без доказательств исходные предпосылки (постулаты). Применительно к рассматриваемой в данном случае проблеме в качестве подобного постулатата, из которого с использованием правил формальной логики выводятся определенные следствия, может быть принято следующее, выглядящее правдоподобным утверждение: любые сложные явления, которые формируются из некоторых составных частей по определенным правилам (в соответствии с определенной закономерностью) и составные части которых поддаются количественной оценке, могут быть количественно оценены также и в целом, если известны эти правила или эти закономерности. (Хотя автор допускает, что данный постулат для многих выглядит не беспорним.)

Под количественной оценкой здесь понимается степень соответствия оцениваемого явления (и его составных частей) тем правилам и закономерностям, по которым они теоретически должны формироваться (или существовать) в идеальном случае. Иначе говоря, оценка – это количественная мера степени приближения к соответствующему идеальному аналогу, идеальному эталону.

С учетом принятого постулатата, чтобы доказать, что красота архитектурного объекта может быть количественно оценена, нужно предварительно доказать существование четырех необходимых и достаточных условий: 1) ощущение красоты архитектурного объекта вызывается некоторой совокупностью визуально воспринимаемых его свойств; 2) для создания впечатления красоты нужна опре-

деленная закономерность, определенный порядок (в сочетании этих объективных свойств); 3) создающая впечатление красоты закономерность (определенный порядок) сочетания свойств принципиально может быть четко сформулирована, аналитически (математически, количественно) выражена (если и не сегодня, то в некотором будущем); 4) каждое отдельное, визуально воспринимаемое свойство архитектурного объекта, предопределяющее впечатление о его красоте, может быть количественно оценено. (Отметим, что в основе сказанного выше лежит посылка, что визуально воспринимаемая красота архитектурного объекта обуславливается самими его объективными свойствами и взаимодействием этих свойств.)

Рассмотрим каждое из этих четырех условий в отдельности и покажем, что любое из них принципиально может быть выполнено. А это и будет свидетельствовать о доказуемости анализируемого в данной книге тезиса — о возможности количественной оценки красоты архитектурного объекта.

**1-е условие: ощущение красоты архитектурного объекта вызывается некоторой совокупностью визуально воспринимаемых его свойств.**

Восприятие какого-то сложного явления (в том числе и восприятие красоты архитектурного объекта) может быть различным у неспециалиста и специалиста. Неспециалист, не знакомый даже с начальными архитектурой, воспринимает внешний облик наблюдаемого им объекта целиком, как более или менее красивый. При этом он обычно не отдает себе отчет, что именно в архитектурном объекте ему нравится и заставляет считать его красивым. Подобная цельность восприятия красоты является обычной для подавляющего большинства людей и оказывается вполне достаточной для человека — неспециалиста. В то же время специалист в области архитектуры в силу особенностей своей профессии наряду с таким обычным, цельным, синтетическим восприятием красоты должен обладать способностью при необходимости и анализировать эту красоту с тем, чтобы, например, на стадии проектирования целенаправленно изменять (усиливать) ее воздействие. Поэтому с самого момента зарождения архитектуры как искусства возникла потребность в выявлении тех факторов, которые связаны с представлениями о красоте и тем самым предопределяют ее оценку.

В связи с этим начало складываться представление о том, что наряду с общим, цельным, нерасчлененным восприятием красоты архитектурного объекта можно выделить отдельные визуально вос-

принимаемые его свойства, эту красоту обуславливающие<sup>1</sup>.

Первоначально, в античную эпоху, выделяли сравнительно малое число подобных составляющих элементов красоты. Так, например, Аристотель считал, что красота зависит от трех факторов: упорядочения в пространстве, соразмерности и определенности [11, с. 223].

Развитие архитектуры наряду с углублением профессиональных знаний архитекторов позволило различать уже большее количество факторов, обуславливающих красоту архитектурного объекта (т.е., по введенной нами терминологии, "элементов красоты"). И уже в фундаментальном сочинении Витрувия [56] утверждается, что впечатление красоты достигается не только соразмерностью (евритмии), включающей в себя определенную пропорциональность и масштабность, но и правильным учетом стилевых закономерностей, а также умением использовать оптические искажения.

Теоретики архитектуры эпохи итальянского Возрождения (Альберти, Виньола, Палладио) при анализе закономерностей построения красивых сооружений начинают выделять и иные эстетические понятия: характеристики различных видов композиции, архитектонику (сам этот термин вошел в обиход несколько позднее), симметричность, фактуру поверхности.

Постепенно в теорию архитектуры стали внедряться и такие понятия, как метр, ритм, контраст, нюанс, светотень. Так, в работе Г.Д. Гrimма "Пропорциональность в архитектуре" перечисляются следующие элементы: "...гармоническое решение архитектурного памятника основано не на одной пропорциональности, а на логической связи принципа пропорциональности с остальными моментами художественности, с ритмом и контрастами, с симметрией и асимметричностью, с цветом и игрой светотени, при учете еще и архитектурных искажений" [87, с. 67].

<sup>1</sup> Для простоты, чисто условно будем в дальнейшем называть эти свойства "элементами красоты". Но, разумеется, термин "элемент" не будем понимать так, что красота получается путем арифметического сложения таких "элементов". Кроме того, отметим, что в различных работах то, что здесь условно названо "элементами красоты", имеет обычно иные названия: средства архитектурной композиции; категории композиции; средства выразительности архитектурной формы; средства упорядочения архитектурной формы и т.д. Мы предпочли всем этим применяемым в архитектурной теории терминам термин "элемент красоты" ввиду его краткости.

В последующем, по мере развития теории архитектурной композиции, число таких элементов (иногда называемых "средствами гармонизации", "элементами архитектурной композиции" "моментами гармоничности" и т.д.) увеличилось еще больше. Так, в известной книге И.В. Ламцова и М.А. Туркуса "Элементы архитектурной композиции" [138] к такого рода элементам причислены: характер композиции, масса формы, цвет, фактура поверхности, светотень, метр, ритм, весовые соотношения элементов формы, динамика формы, нюанс, контраст, симметричность, асимметричность, пропорции, масштабность, архитектоника, гармоничность, стиль, оптические искажения. Многие из этих элементов (под названием "средства композиции") перечислены и в капитальной монографии Ю.С. Сомова "Композиция в технике": пропорции, масштаб, контраст, нюанс, ритм, метр, характер формы, цвет, тон, фактура и текстура поверхности, светотень [204, с.17].

У некоторых авторов встречаются попытки как-то упорядочить все это многообразие элементов, представив их в виде некоторой простейшей классификации. Например, В.Е. Быков, рассматривая каждый из этих элементов как носитель определенной информации, делит их на две группы: группу А, связанную с передачей преимущественно эстетической информации [пропорциональность, ритм, масштабность, равновесие, тектоничность, оригинальность формы, неоригинальность (избыточность) формы, опознаваемость формы, силуэтность, рельеф и фактура, цвет], и группу Б, связанную с передачей преимущественно семантической информации (типичность формы, социальные и исторические условия, природное окружение, архитектурное окружение) [37, с.33], [38, с.112], [39, с.12].

Иной признак деления выбран О.Ю. Вронским. Все элементы, называемые в его работе "специфические средства выразительности художественной формы", относятся им к одной из двух групп: "1. Объективные — первичные, основанные на материальной природе архитектуры, ее практической целесообразности; 2. Субъективные — вторичные средства выразительности, слагающиеся в соответствии с психическим складом общества, создаваемые путем логических и чувственных сопоставлений и ассоциаций..." [61, с.194].

В свою очередь объективные средства выразительности могут быть подразделены на две подгруппы — средства композиции и средства информации, причем под средствами композиции по-

нимаются только симметрия и асимметрия. (В данном случае симметрия и асимметрия рассматриваются О.Ю. Вронским как наиболее общие категории композиции, в той или иной степени проявляющиеся в метре и ритме, контрасте и нюансе, статике и динамике и т.д.).

Во всех упомянутых выше работах отнюдь не утверждалось, что для обеспечения красоты нужно, чтобы во внешнем облике архитектурного объекта одновременно присутствовали все элементы красоты. Иначе говоря, использование каждого из этих элементов возможно, но не обязательно.

В отличие от этого существует и другой подход, например, у В.И. Рабиновича, при котором обосновывается, что эстетические отношения возникают при наличии совокупности объективно-субъективных характерных особенностей, органическое единство которых может вызвать ощущение красоты. В.И. Рабинович к числу подобных характерных особенностей относит гармонию (ее проявления — пропорции, симметрия, асимметрия, ритмы, рифмы, тектоника и т.д.), целостность и гуманность эстетических отношений [181, с.82–84].

В.А. Ганзен, П.А. Кудин и Б.Ф. Ломов обосновывают пять обязательных признаков гармоничности композиции: 1) повторяемость целого в частях; 2) соподчиненность частей в целом; 3) соразмерность частей и целого; 4) уравновешенность частей целого; 5) индивидуальность целого [67, с. 268], [66, с.2]. Нетрудно заметить, что каждый из этих пяти признаков фактически аналогичен какому-то элементу красоты, упомянутому в перечисленных выше работах.

Разумеется, мы не можем дать достаточно точное решение вопроса о том, что должно включаться в совокупность "элементов красоты". Это требует проведения отдельного и достаточно обширного исследования. Для дальнейшего анализа нам в первом приближении целесообразно отобрать те элементы, которые наиболее часто встречаются в работах по архитектурной композиции. С учетом сказанного можно считать, что впечатление красоты какого-то архитектурного объекта возникает под влиянием присущих ему следующих элементов (присутствующих в этом объекте одновременно или только частично): характер композиции, форма, цвет, фактура поверхности, светотень, оптические искажения, метр, ритм, контраст, нюанс, симметрия, асимметрия, пропорции, гармоничность, масштабность, стилевое единство сооружения. Перечень, а также трактовка этих элементов в значительной

мере базируются на идеях, выдвинутых в работе И.В. Ламцова и М.А. Туркуса [ 138 ].

Необходимо оговорить, что перечисленные выше элементы должны, разумеется, относиться к любым архитектурным объектам, понимая в данном случае под объектом все то, что визуально воспринимается наблюдателем: отдельное сооружение, а также комплексы таких сооружений (застойка магистралей и площадей, ансамблевые комплексы и т.д.).

Конечно, принятый выше перечень не может рассматриваться как бесспорный. В частности, многие теоретики считают необходимым включить в него такой элемент, как тектонику.

Автор не согласен с этим мнением, так как думает, что, с точки зрения зрителя, красота какого-то предмета совсем не обязательно должна связываться с выявлением его конструктивной основы, а значит – и тектоничности (см.рис. 4).

Проведенное выше выявление отдельных "элементов красоты" связано с анализом красоты архитектурного объекта. Но, как известно, анализ без последующего синтеза может оказаться недостаточным и, более того, приводящим к неверным заключениям. Как справедливо пишет А.М. Журавлев: "Можно, конечно, зодчество разъять, как труп, и алгеброй поверить, но при этом необходимо иметь и рецепт живой воды, чтобы перед нами из разрозненных частей снова воссоздалось анализируемое произведение" [ 104, с.132 ]. Такой "живой водой" может быть знание закономерностей соотношений отдельных "элементов красоты".

Поэтому перейдем к рассмотрению следующего, 2-го, условия: для создания впечатления красоты нужны определенная закономерность, определенный порядок (в сочетании "элементов красоты").

Выше было сказано, что обосновать 2-е условие, опираясь только на мнение специалистов, практически невозможно. Вместе с тем думается, что тезис о закономерном сочетании отдельных "элементов красоты" (т.е. тезис о существовании 2-го условия) представляет собой неизбежное следствие проявления всеобщих законов материалистической диалектики. Об этом свидетельствует и дбительный опыт истории: разные группы людей, различающиеся между собой социальным положением, уровнем образования (а иногда даже – жившие в разное время и в разных странах), видимо, не случайно в эстетическом отношении более или менее одинаково оценивают некоторые архитектурные объекты, считая их красивыми (например, Парфенон, мавзолей Тадж-Махал, рис. 5).

Чем же определяется эта устойчивость, эта неслучайность красоты всемирно известных памятников архитектуры? Видимо, существует определенная причина подобной устойчивости, подобной неслучайности красоты, и такая причина является закономерной<sup>1</sup>. Таким образом, с большой степенью правдоподобия можно утверждать, что 2-е условие получения количественной оценки красоты в архитектуре выполняется.

3-е условие: **закономерность сочетания свойств, создающая впечатление красоты, принципиально может быть познана, более того, четко сформулирована (аналитически выражена)**.

Из всех перечисленных выше условий, предопределяющих возможность получения количественной оценки красоты,最难 in the world is to fully realize the third condition, which requires a clear analytical expression of the laws governing the combination of properties that create the impression of beauty. This condition is particularly challenging because it requires a deep understanding of the underlying principles of beauty and their relationship to the physical and aesthetic properties of objects. It also requires the ability to identify and measure the specific properties that contribute to the overall impression of beauty. The first two conditions are more straightforward, as they involve identifying specific elements and their relationships. The third condition, however, requires a more complex and sophisticated approach, involving the application of scientific methods and theories to analyze and understand the laws of beauty.

Мы же считаем, что принципиальная возможность осуществления 3-го условия является следствием одного из важнейших принципов материалистического мировоззрения – принципа познаваемости всех закономерных явлений, причинно обусловленных явлений. В связи с этим хотелось бы напомнить, что В.И. Ленин в "Материализме и эмпириокритицизме" показал, что нет непознаваемых закономерностей – есть только закономерности, еще не познанные<sup>2</sup>.

Поэтому мы считаем, что нет принципиально непреодолимых препятствий для познания процессов создания и восприятия красоты. Но познать – это прежде всего означает знать правило, по которому происходит познаваемый процесс. Или,

<sup>1</sup> Кроме того, как показали специальные опыты [ 227, с.437 ], все, что делает человек, обязательно подчиняется определенному порядку.

<sup>2</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч. Т18, с.102, 104, 197.

применительно к рассматриваемому здесь вопросу, это означает принципиальную возможность найти закономерные соотношения между отдельными "элементами красоты".

Можно и нужно говорить, что сейчас мы еще далеки от познания тех сложнейших закономерностей, которые лежат в основе явления красоты. Но сама принципиальная возможность выявления этих закономерностей не вызывает сомнений, так как основывается на одном из краеугольных принципов материалистического мировоззрения – принципе познаваемости закономерности всех явлений.

Приведем упрощенный, неформализованный пример такой закономерности. Предположим, что архитектору нужно создать образ монументального, величественного сооружения. Представляется, что при решении стоящей перед ним задачи основную роль будут играть такие "элементы красоты", как весовые соотношения элементов формы, архитектора, масштабность, фактура поверхности, учет оптических искажений. В результате избранное им

соотношение этих элементов в данном решении монументального сооружения будет отличаться от соотношений этих же элементов, необходимых для создания, например, образа легкого, стремительного, динамического сооружения. В последнем случае главную роль будут играть уже иные элементы: динамика формы, пропорции, ритм, масса целого и отдельных частей. Не исключено, как заметил композитор Р. Шуман, что при выявлении подобных закономерностей они могут оказаться сходными для различных видов искусства [246, с. 273].

Таким образом, мы полагаем: есть основания считать, что и самое трудное, 3-е, условие получения количественной оценки красоты также может быть выполнено<sup>1</sup>. Рассмотрению же последнего, 4-го, условия, будет посвящена следующая глава.

<sup>1</sup> Автор снова считает необходимым подчеркнуть, что из-за чрезвычайной сложности проблемы вопрос об аналитическом, количественном выражении закономерностей сочетаний "элементов красоты" ограничивается в данном случае только выяснением принципиальной возможности его решения.

**ВОЗМОЖНОСТЬ  
КОЛИЧЕСТВЕННОЙ  
ОЦЕНКИ ОДНОЛЬНЫХ  
"ЭЛЕМЕНТОВ КРАСОТЫ"  
(ЭЛЕМЕНТОВ  
КОМПОЗИЦИИ)**

*"... мы стремимся проанализировать в отдельности все части пленившего нас произведения для того, чтобы суметь перейти к синтезу, когда мы сами начнем создавать".*

Виолле ле Дюк [55, с.26]

Как уже говорилось, оценка каждого из "элементов красоты"<sup>1</sup> основана на сравнении измеренной величины  $P(A)$  конкретной формы каждого такого элемента  $A$  с измеренной величиной соответствующего идеального аналога  $P(A_{ид})$ :

$$K^{(A)} = f \left( \frac{P(A)}{P(A_{ид})} \right) \quad (1)$$

В свою очередь это предопределяет потребность в численном кодировании и измерении как каждого из этих элементов, так и всех их качественных градаций (степеней), включая и идеальные значения. Поэтому для каждого элемента необходимо найти соответствующую шкалу, в которой и должно осуществляться подобное кодирование и измерение. В связи со сказанным в данной главе прежде всего будет выявлена возможность осуществления двух предпосылок, необходимых и достаточных для вычисления количественной оценки  $K$  каждого "элемента красоты": 1) возможность измерения отдельных таких элементов (т.е. вычисление величины  $(P(A))$ ); 2) возможность нахождения чис-

ленной величины соответствующих идеальных аналогов  $(P(A_{ид}))$ .

Для унификации оценки  $K$  для всех "элементов красоты"<sup>1</sup> будут выражаться в одной и той же безразмерной шкале:  $0 \leq K \leq 1$ . При этом необходимо иметь в виду следующее обстоятельство: тот факт, что оценка  $K$  какого-то элемента (например, ритма) имеет численное значение  $K=1$ , отнюдь не должен пониматься в том смысле, что ритм с такой величиной  $K$  — самый хороший, самый предпочтительный. Единственное заключение, которое правомерно при этом сделать, — это то, что ритм, характеризующийся оценкой  $K=1$ , является наиболее сильно выраженным.

Рассмотрение отдельных элементов будем проводить в том порядке, в котором они были перечислены выше. В качестве объектов анализа в некоторых случаях будут использованы отдельные примеры, содержащиеся в известной работе И.В. Ламцова и М.А. Туркуса [138], в которой некоторые элементы архитектурной композиции: масса формы, весовые соотношения формы, характер композиции, фактура поверхности, светотень — разработаны настолько детально и четко, что переход к их количественной оценке представляется

<sup>1</sup> Напомним читателю, что термин "элементы красоты" введен "чисто условно". Реально далее речь будет идти о том, что очень часто называют элементами композиции.

<sup>1</sup> В дальнейшем для простоты слово "красоты" будет опускаться и будет говориться просто об "элементах".

нам логичным шагом. Поэтому основные формулировки, классификацию, а также поясняющие геометрические схемы, относящиеся к этим пяти элементам, автор счел целесообразным заимст-

вовать без существующих изменений из этой книги, которая выдержала несколько изданий и по которой училось не одно поколение советских архитекторов.

## ХАРАКТЕР КОМПОЗИЦИИ

*"Ввиду того, что архитектуру можно причислить к наукам в такой же мере, как и к искусствам в собственном смысле слова, ввиду того, что размышления и расчет играют большую роль в архитектурных замыслах, нужно признать, что архитектурная композиция не представляет собой только результата работы воображения, но подчинена методическим правилам..."*

Виолле ле Дюк [55, с. 310].

### Виды композиции (1)

Как известно, с точки зрения визуального восприятия архитектурного объекта, обычно различают три вида композиции: фронтальные, объемные<sup>1</sup> и пространственные. Каждый из этих видов отличается как соотношением параметров объекта (например, геометрических, оптических), так и условиями восприятия объекта (при статическом положении зрителя, при движении зрителя вокруг объекта, при движении зрителя в глубину).

Сложному по своей структуре объекту могут одновременно быть присущи особенности всех трех видов композиции. Но обычно при восприятии сооружения в соответствии с замыслом архитектора и с учетом наиболее важных точек обзора (т.е. таких точек, откуда объект визуально воспринимается основной массой зрителей) доминирует какой-то один вид композиции.

Любой архитектурный объект трехмерен. Значит, рассматривая его в правой декартовой прямоугольной системе координат, можно считать, что глубина объекта выражается абсциссой  $x$ , ширина — ординатой  $y$  и высота — аппликатой  $z$  (рис.6). И именно соотношение между координатами  $x$ ,  $y$ ,  $z$  определяет различие между тремя перечисленными выше видами композиции.

Рассмотрим для примера **фронтальную** композицию, обычно рассчитанную на восприятие ее зрителями, которые могут находиться в нескольких точках перед главным фасадом архитектурного

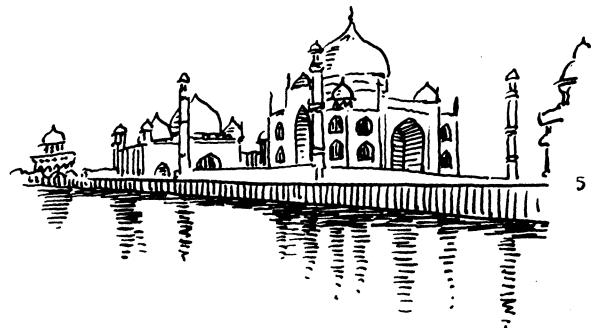
объекта. Для нее характерно размещение основных объемов сооружения в направлении двух фронтальных осей  $y$  и  $z$ , в то время как координата глубины  $x$  имеет в этом случае подчиненное значение. Таким образом, фронтальная композиция может характеризоваться соотношениями:

$$\left\{ \begin{array}{l} y \gg x \\ z \gg x \end{array} \right. \quad (2)$$

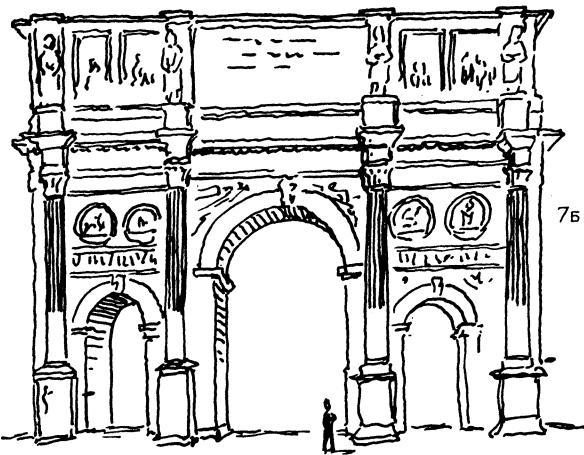
Например, такого рода композиция характерна для большинства современных многосекционных многоквартирных жилых крупнопанельных домов (рис.7,а), для триумфальных арок и ворот (рис.7,б), обычно рассчитанных на восприятие их с двух противоположных фасадных сторон (одно из исключений — триумфальная арка в Париже, равномерный обзор которой возможен со всех четырех сторон), для "каменных щитов" — пайлау (пайлоров), встречающихся в китайской и монгольской архитектуре (рис.7, в) и т.д. Необходимо отметить, что при анализе композиции очень часто должны учитываться не **фактические** размеры архитектурного объекта (по координатам  $x$ ,  $y$  и  $z$ ), а только **воспринимаемые** параметры.

Композиция невысокого здания в форме параллелепипеда, окруженного с трех сторон деревьями, может в ряде случаев восприниматься и как фронтальная. В частности, композиция Малого Трианона в Версале (рис.8,а) может считаться фронтальной, так как в ней в основном воспринимаются длина и высота, а восприятие глубины затруднено из-за окружающих деревьев и распо-

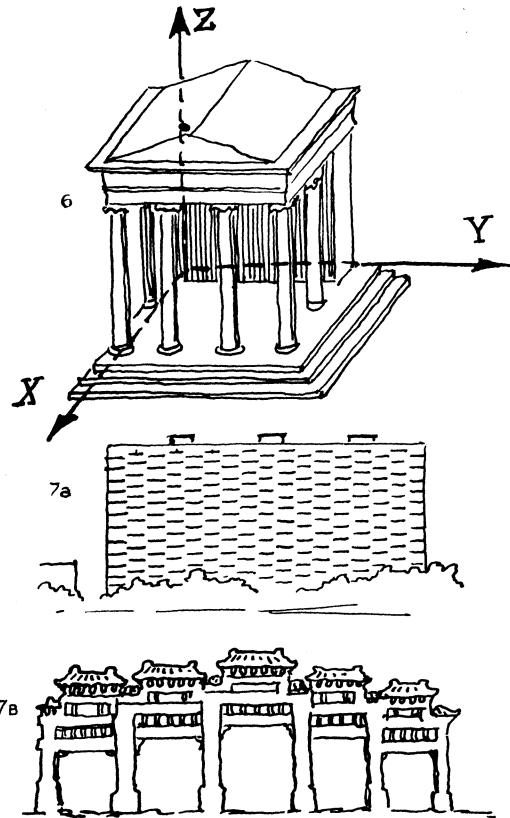
<sup>1</sup> Иногда ее называют центрической [24, с.26].



5



7б



5	6
7б	7а
7в	

Рис. 5. Мавзолей Тадж-Махал (гробница Итимад-уд-Даула). 1622–1628 гг.

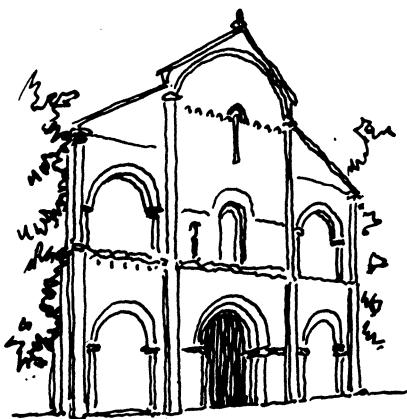
Рис. 6. Эрехтейон, северный портик. У в. до н. э.

Основные геометрические параметры, определяющие характер композиции архитектурного объекта

Рис. 7. Типичный пример фронтальной композиции  
а – крупнопанельный 25-этажный дом на проспекте Мира в Москве, 1967 г.; б – арка Константина в Риме, 315 г.; в – каменный щит (пайлou, пайлур). Погребение императора династии Мин. Китай, провинция Хэбэй



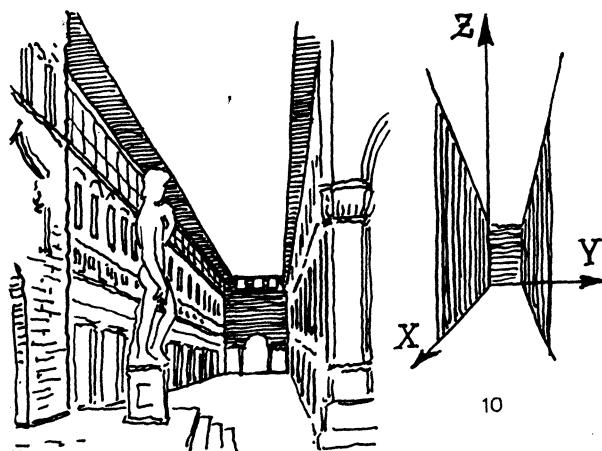
8а



8б



9



10

8а	8б
9	10

Рис. 8. а – Малый Трианон в Версале. Архит. Ж. А. Габриель, 1698–1752 гг.; б – церковь в Шатонёв, Франция, середина ХІІІ в.

Рис. 9. Дмитриевский собор во Владимире, 1194–1197 гг.  
Пример объемной композиции. Размеры по трем координатам приблизительно равны

Рис. 10. Улица Уффици во Флоренции. Архит. Вазари, 1560–1574 гг.  
Пример глубинно-пространственной композиции

локации основных точек обзора перед главным фасадом (см. также рис.8,б).

Для объемной композиции, рассчитанной в основном на визуальное ее восприятие со всех сторон (в отдельных случаях, в зависимости от природной или архитектурной среды, только с трех или даже двух сторон), характерна сравнительная близость геометрических размеров по всем трем координатам (рис.9). Такой композиции соответствует соотношение

$$x \approx y \approx z . \quad (3)$$

Что же касается пространственной композиции, обычно рассчитанной на восприятие ее при движении зрителя в глубину, то в ней доминирующей является координата  $x$ . Так, для одного из типичных видов такой композиции – глубинно-пространственной характерно соотношение (рис.10) :

$$\left\{ \begin{array}{l} x \gg y \\ x \gg z . \end{array} \right. \quad (4)$$

Если на основании методологически правильно проведенного экспериментального опроса специалистов<sup>1</sup> выявить достаточно большое число памятников архитектуры, бесспорно относящихся к каждому из трех видов композиции, и затем для этих архитектурных объектов провести статистический анализ параметров  $x$ ,  $y$  и  $z$ , то можно найти такие предельные величины  $C_{\max}$  и  $C_{\min}$  соотношений координат  $x$ ,  $y$  и  $z$ , при которых тот или иной вид композиции, сохраняя свою сущность, еще не переходит в другой.

Обозначим отношения геометрических параметров  $x$ ,  $y$  и  $z$  через  $C$ . Тогда для фронтальной композиции на основании выражения (2), можно записать необходимое (но не достаточное!) условие:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{y}{x} > C_1^{\max} > 1; \\ \frac{z}{x} > C_2^{\max} > 1 . \end{array} \right. \quad (5)$$

Композиция станет глубинно-пространственной, если будут обеспечены соотношения:

<sup>1</sup> Порядок проведения такого опроса изложен, например, в работах [183], [146].

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{y}{x} < C_1^{\min} < 1; \\ \frac{z}{x} < C_2^{\min} < 1 \end{array} \right. \quad (6)$$

(условие  $C < 1$  здесь также является только необходимым, но отнюдь не достаточным). Соответственно объемная композиция может быть выражена соотношениями:

$$\left\{ \begin{array}{l} C_1^{\min} < \frac{y}{x} < C_1^{\max} ; \\ C_2^{\min} < \frac{z}{x} < C_2^{\max} . \end{array} \right. \quad (7)$$

Использование в выражениях (5) – (7) знаков “ $>$ ” и “ $<$ ” вместо знака “ $=$ ” объясняется тем обстоятельством, что, строго говоря, вблизи значений  $C_{\max}$  и  $C_{\min}$  характер композиции становится неопределенным (рис.11). Для примера более подробно рассмотрим один из трех видов композиций.

**Объемная композиция.** Ощущение объемности композиции зависит от многих факторов. Проанализируем влияние некоторых из них.

1. Зависимость объемности от соотношения  $C_1$  ширины и глубины объекта ( $C_1 = \frac{y}{x}$ ). В соответствии с общими обозначениями, введенными в начале второй главы,  $A = \frac{y}{x}$ , а  $P(A) = P_1^{(1)} - C_1^*$ . Кроме того, из выражений (3) и (7) следует, что  $P(A_{\text{ид}}) = P_1^{(1)} \text{id} = C_1^{\text{id}} = 1$ . Тогда в соответствии с выражением (1) имеем:

$$K_1^{(1)} = f_1 \left( \frac{P_1^{(1)}}{P_1^{(1)\text{id}}} \right) = f_1 \left( \frac{C_1}{C_1^{\text{id}}} \right) . \quad (8)$$

Определим характерные особенности графика функции (8) :

\* Здесь и в дальнейшем заключенный в скобки верхний индекс при величинах  $P$  и  $K$  означает порядковый номер “элемента красоты” (соответствующий последовательности рассмотрения этих элементов в гл. 2), а нижний индекс означает порядковый номер тех факторов (условий), которые влияют на величину оценки  $K$  данного элемента. Например,  $K_1^{(1)}$  обозначает, что рассматривается оценка первого элемента (объемной композиции) в зависимости от первого фактора (соотношения  $y$  и  $x$  ).

$$\left. \begin{array}{l} \text{а) при } C_1 = C_1^{\max} \\ C_1 = C_1^{\min} \end{array} \right\} K_1^{(1)} = 0 \text{ (по определению);}$$

б) при  $C_1 = 1$   $K_1^{(1)} = 1$  (по заданным выше условиям);

в) в интервале  $C_1^{\min} - C_1$  функция  $f_1$  монотонно возрастает, а в интервале  $C_1 - C_1^{\max}$  – монотонно убывает (правдоподобное предположение);

г) функция  $f_1$  выражает линейную зависимость, т.е. график ее – прямая линия (в первом приближении – разумное предположение).

С учетом особенностей "а"–"г" график функции (8) представлен на рис. 12, а сама эта функция выражается формулами:

$$\left\{ \begin{array}{l} K_1^{(1)} = \frac{C_1 - C_1^{\min}}{1 - C_1^{\min}} \text{ при } C_1^{\min} \leq C_1 \leq C_1^{\text{ид}}; \\ K_1^{(1)} = \frac{C_1 - C_1^{\max}}{1 - C_1^{\max}} \text{ при } C_1^{\text{ид}} \leq C_1 \leq C_1^{\max} \end{array} \right. \quad (9)$$

Таким образом, если известны значения  $C_1^{\max}$  и  $C_1^{\min}$  (определенные, как уже отмечалось выше, экспериментальным способом в сочетании со статистическим анализом соотношений  $C_1 = \frac{y}{x}$  для достаточно большого числа образцов объемной композиции), то для любых конкретных соотношений ширины ( $y$ ) и глубины ( $x$ ) архитектурного объекта можно с помощью формул (9) определить оценку  $K_1^{(1)}$  объемности его композиции.

**2. Зависимость объемности от соотношения  $C_2$  высоты и глубины объекта ( $C_2 = \frac{z}{x}$ )**. Аналогично предыдущему пункту имеем:

$$\left\{ \begin{array}{l} K_2^{(1)} = \frac{C_2 - C_2^{\min}}{1 - C_2^{\min}} \text{ при } C_2^{\min} \leq C_2 \leq C_2^{\text{ид}}; \\ K_2^{(1)} = \frac{C_2 - C_2^{\max}}{1 - C_2^{\max}} \text{ при } C_2^{\text{ид}} \leq C_2 \leq C_2^{\max}, \end{array} \right. \quad (10)$$

где  $C_2^{\text{ид}} = 1$ , а  $C_2^{\min}$  и  $C_2^{\max}$  определяются тем же способом, как  $C_1^{\min}$  и  $C_1^{\max}$ . Что касается

соотношения параметров  $z$  и  $y$ , то объемность композиции от него практически не зависит.

**3. Зависимость объемности от поворота формы по отношению к главной точке наблюдения архитектурного объекта.** Рассмотрим случаи, когда архитектурный объект<sup>1</sup> близок по форме к параллелепипеду. Понятно, что зритель одновременно может видеть не больше двух вертикальных граней такого объекта. На рис.13 показаны три характерные позиции зрителя. Углы  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ , под которыми зритель видит две смежные грани объекта, одинаковы. (Здесь и далее учитываются только главные точки наблюдения объекта, т.е. такие точки, с которых объект будет восприниматься максимальным числом зрителей.) **б.** Углы  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  неравны. По сравнению с позицией "а" здесь возникает более сильное ощущение объемности. **в.** Угол  $\alpha_2$  (или  $\alpha_1$ ) исчез, зритель видит только одну грань, и ощущение объемности исчезает. (Композиция объекта воспринимается фронтальной.)

Легко заметить, что в данном случае объемность композиции определяется соотношением углов  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ . Тогда можно записать:  $P(A) = P_3^{(1)} = C_3 = |\alpha_1 - \alpha_2|$ . Понятно, что схеме "а" соответствует значение  $C_3^{\min} = 0$ , а схеме "в" – значение  $C_3^{\max} = \alpha_1$  (или  $\alpha_2$ ). Кроме того, очевидно, что в интервале  $0 - \alpha_1$  находится такое значение  $C_3^{\text{ид}}$ , при котором ощущение объемности будет самым сильным (вследствие чего значению  $C_3^{\text{ид}}$  соответствует оценка объемности композиции  $K_3^{(1)} = 1$ ). Приняв разумную посылку о том, что функция  $K_3^{(1)} = f_3(\frac{C_3}{C_3^{\text{ид}}})$  в интервале  $0 - \alpha_1$  является

монотонной, получаем возможность представить график этой функции, например так, как показано на рис.14. Достаточно точно вид функции  $f_3$  может быть определен используемым в квалиметрии так называемым "методом главных точек" [5, с.78].

**4. Зависимость объемности от высоты горизонта.** Рассмотрим несколько характерных позиций (с которых зритель может воспринимать объект), отличающихся друг от друга высотой горизонта (т.е. относительной высотой точки, на которой находится зритель). На рис.15 показано несколько таких позиций.

Пусть высота здания, в частности высота обращенного к зрителю вертикального ребра, равна  $H$ ;

<sup>1</sup> В дальнейшем слово "архитектурный" будет опускаться и будет упоминаться просто "объект".

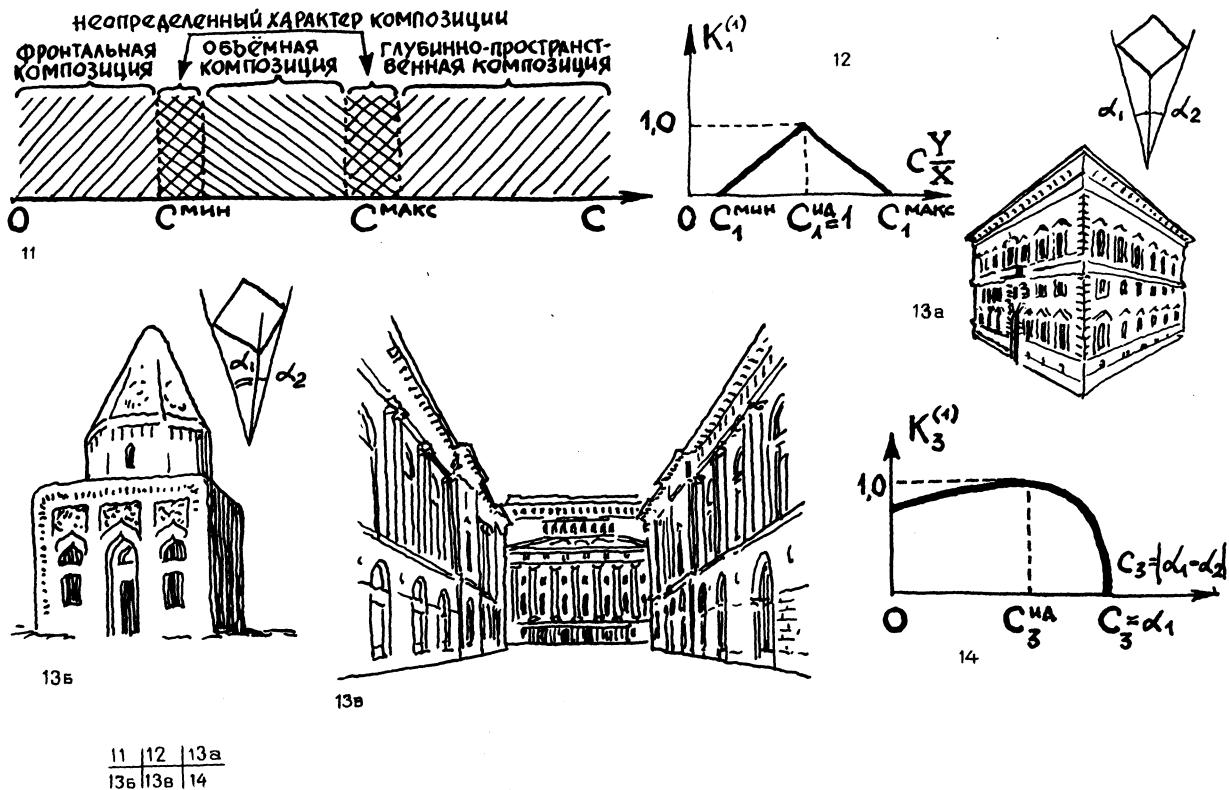


Рис. 11. Соотношение координат С в различных видах композиции ( $C_1 = \frac{Y}{X}$  и  $C_2 = \frac{Z}{X}$ ). Вблизи значений  $C^{\text{макс}}$  и  $C^{\text{мин}}$  характер композиций становится неопределенным

$$\text{Рис. 12. График функции } K_1^{(1)} = f_1 \left( \frac{C_1}{C_{1 \text{ ид}}} \right), \text{ где } C_1 = \frac{Y}{X} \text{ и } C_{1 \text{ ид}} = 1.$$

Рис. 13. Зависимость впечатления объемности от поворота формы по отношению к главной точке наблюдения объекта а – здание Римского банка в Александрии, Египет (подражание палаццо Фарнезе в Риме), XX в. Углы  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  равны; б – мавзолей Рафраддин-Рази в Ургенче (совр. Куня-Ургенч), XII в. Углы  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  не равны. Ощущение объемности увеличивается; в – здание Ленинградского академического театра драмы им. А. С. Пушкина (бывш. Александрийского). Архит. К. И. Росси, 1816–1818, 1828–1834 гг. Один из углов ( $\alpha_1$  или  $\alpha_2$ ) исчезает для зрителя. Композиция из объемной превращается во фронтальную.

$$\text{Рис. 14. График функции } K_3^{(1)} = f_3 \left( \frac{C_3}{C_{3 \text{ ид}}} \right), \text{ где } C_3 = |\alpha_1 - \alpha_2|$$

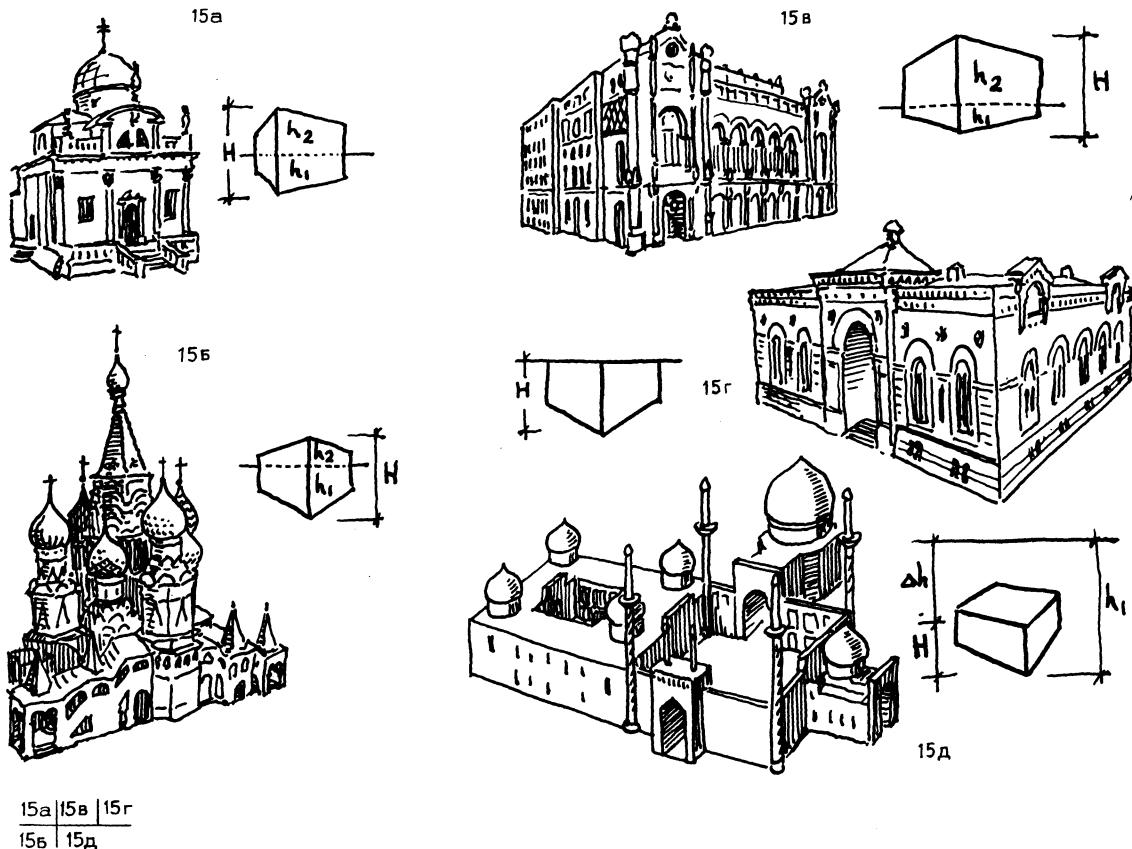


Рис. 15. Зависимость впечатления объемности от высоты горизонта. Впечатление объемности усиливается в каждой схеме по сравнению с предыдущей

а – церковь св.Влаха в Дубровнике, Югославия. Архит. М. Грапелли, 1707–1715 гг. ( $C_4 = h_1 - h_2 = \frac{H}{2}$ ); б – храм Василия Блаженного в Москве, 1555–1560 гг. ( $C_4 = h_1 - h_2 > \frac{H}{2}$ ); в – концертный дом "Вигадо" в Будапеште. Архит. Ф. Фесль, 1859–1865 гг. ( $C_4 = h_1 - h_2 < \frac{H}{2}$ ); г – здание бывш. Биржи в Одессе. Архит. А. И. Бернардацци, 1899 г. ( $C_4 = H$ ); д – мавзолей Гур-Эмир в Самарканде. XV в. ( $h_1 = H + \Delta h$ ). Зритель наблюдает уже не 2, а 3 грани

отрезок этого ребра от точки пересечения с линией горизонта до низа здания равен  $h_1$ , а такой же отрезок до верха здания равен  $h_2$ . Тогда относительную высоту горизонта удобно выразить соотношением  $C_4 = |h_1 - h_2|$ . В этом случае можно считать:  $P(A) = P_4(1) = C_4 = |h_1 - h_2|$ . Понятно, что рис. 15,а соответствует случаю  $C_4 \text{ мин}^{-1}$ , когда

$h_1 = h_2 = \frac{H}{2}$  и ощущение объемности композиции наиболее слабое ( $K_4(1) = K_4(1) \text{ мин}^{-1}$ ). На рис. 15,б и в высота горизонта такова, что  $C_4 = |h_1 - h_2| > \frac{H}{2}$ , в связи с чем ощущение объемности по сравнению со случаем "а" усиливается.

Еще более сильное впечатление объемности производит композиция, у которой  $C_4 = H$  (рис. 15, г).

В работе [138, с. 102] сделано предположение, что максимальное ощущение объемности композиции соответствует позиции "д", когда  $h=H+\Delta h$  и зритель наблюдает уже не две грани объекта (как в позициях "а"—"в"), а три грани. Понятно, что этой позиции соответствует максимальная оценка  $K_4(1) = 1$ . Понятно также, что при росте величины  $\Delta h$  может наступить такой момент, что объект будет восприниматься зрителем фактически сверху (будет видна только верхняя грань), в связи с чем ощущение объемности упадет до самого низкого уровня, которому соответствует оценка  $K_4(1) = K_4(1) \text{ мин} - 2$ .

С учетом сказанного выше, а также предположения о монотонности функции  $K_4(1)$  зависимость объемности от высоты горизонта может быть представлена функцией  $f_4$ :

$$K_4^{(1)} = f_4 \left( \frac{C_4}{C_{\text{ид}}} \right), \quad (11)$$

график которой возможно представить так, как, например, показано на рис. 16. (Как и ранее, уточнить вид графика функции  $f_4$  можно по "методу главных точек".)

Кроме рассмотренных выше четырех условий, от которых зависит ощущение объемности композиции, существует и целый ряд других подобных условий [138, с. 102]. Например, объемность за-

висит также от расстояния, с которого зритель воспринимает объект, от характера освещенности обращенных к зрителю сторон объекта, от характера членения поверхности объекта и т.д. Вероятно, нет необходимости проводить подробный разбор также и этих условий — в принципиальном отношении метод определения соответствующих оценок  $K_5(1)$ ,  $K_6(1)$  и т.д. не отличается от тех, которые были описаны выше. Значит, если будет выявлена вся совокупность  $\{K_1(1), \dots, K_n(1)\}$  частных оценок, от которых зависит ощущение объемности композиции, то, используя методологию квалиметрии, можно найти обобщенную оценку объемности, например, по формуле

$$K(1) = \sum_{i=1}^n K_i^{(1)} M_i^{(1)}, \quad (12)$$

где  $M_i^{(1)}$  — коэффициенты весомости<sup>1</sup> определенные одним из используемых в квалиметрии методов [5, с. 45].

Необходимо снова подчеркнуть, что объемная композиция, имеющая максимальное численное значение  $K=1$ , должна рассматриваться не как самая "хорошая", а как самая ярко выраженная объемная композиция. Понятно, что аналогичному подробному анализу может быть подвергнута не только объемная, но и фронтальная и пространственная композиция: методология по своей сути остается одной и той же.

## ФОРМА ОБЪЕКТА

*"Высшее назначение математики как раз и состоит в том, чтобы находить скрытый порядок в хаосе, который нас окружает"*

Норберт Винер [52, с. 9]

В данном разделе будет кратко рассмотрен вопрос о возможности количественной оценки некоторых важных характеристик формы архитектурных объектов — ее массы, цельности, а также весовых соотношений ее элементов. Эти характеристики формы стали частью словаря языка архитекторов и часто упоминаются при оценке эстетичности архитектурных объектов и т.д. Конечно, сами по себе любые из этих характеристик

являются нейтральными и ничего не говорят о том, как изменяется красота объекта по мере, например, увеличения его массы. Но если нет такой прямой зависимости между подобными характеристиками формы и ее красотой, то имеется, видимо, гораздо

<sup>1</sup> Коэффициент весомости (относительной важности)  $M_i$  показывает, насколько велика значимость  $i$ -го элемента среди всех остальных  $n$  элементов, причем  $\sum M_i = \text{const}$ .

более сложная (еще почти не выявленная) зависимость, влияющая на роль каждой характеристики формы в создании ощущения красоты. По существу в соответствии с нашей общей концепцией каждая такая характеристика формы может рассматриваться как самостоятельный "элемент красоты". Именно так они и будут трактоваться в дальнейшем. В связи с этим нумерация пунктов, в которых будут рассматриваться отдельные характеристики формы, принятая сквозной на протяжении всей второй главы (1-й элемент — вид композиции — был рассмотрен выше). Рассмотрим каждую характеристику формы ("элемент красоты") в отдельности.

### Масса формы (2)

В архитектурной композиции под массой формы<sup>1</sup> обычно подразумевается не реальное, выраженное в физических единицах массы количество вещества, содержащееся в пределах объема объекта, а то количество вещества, которое ощущается зрителем. Это ощущение зависит от нескольких факторов (условий). Рассмотрим некоторые из них в отдельности.

**Ощущение массы в зависимости от величины объема объекта.** Как правило, при прочих равных условиях воспринимаемая зрителем масса монотонно зависит от  $\Phi$  — величины размеров объекта<sup>2</sup>. Но и воспринимаемые зрителем размеры в свою очередь зависят от расстояния зрителя до объекта. Если принять, как это рекомендуется в работе [200, с.14], что такое оптимальное расстояние равно 25 м (при этом, в частности, наиболее четко воспринимается ритмическая структура объекта), то, очевидно, эксперты способом может быть найдена величина  $\Phi_{\text{макс}}$ , т.е. такая воспринимаемая зрителем максимальная величина, за пределами которой увеличение ее практически зрителем не ощущается. Логично принять  $\Phi^{\text{ИД}} = \Phi^{\text{макс}}$ . Принимая во внимание, что  $\Phi^{\text{ИД}} = \text{const}$ , имеем:

<sup>1</sup> Здесь и далее термин "форма" понимается в геометрическом смысле, тесно связанном с понятием "объем".

<sup>2</sup> Под величиной размера объекта  $\Phi$  в данном случае понимается площадь фигуры, образованной проекцией одновременно видимых зрителем частей объекта на вертикальную плоскость, перпендикулярную углу зрения.

$$K_1^{(2)} = f_1(\Phi_1). \quad (13)$$

Вид функции  $f_1$  может быть уточнен упомянутым выше эксперты способом, но имеются основания предполагать, что общий ее характер будет соответствовать графику на рис. 17.

**Ощущение массы в зависимости от соотношения высоты и ширины объекта (координат  $z$  и  $y$ ).** В экспериментальной психологии установлено, что при существующей в действительности одинаковой площади прямоугольников наблюдателю кажется большиими по площади те, форма которых ближе к квадрату, т.е.  $z = y$  (рис. 18). Примем, что

$$C_2 = \frac{z}{y}. \quad \text{Тогда при } z = y \quad C_2 = 1 = C_2^{\text{ИД}}$$

$K_2^{(2)} = 1$  (как указано выше). Очевидно, что существует такое  $C_2^{\text{Макс}}$ , при котором ощущение массивности будет минимальным (но большим нуля). Приняв в первом приближении линейную зависимость  $K_2^{(2)}$  от  $C_2$  и учитывая, что  $C_2^{\text{ИД}} = 1$ , получаем:

$$K_2^{(2)} = C_2. \quad (14)$$

**Ощущение массы в зависимости от плотности заполнения объема.** Чем плотнее заполнен объем, тем, при прочих равных условиях, он кажется массивнее (рис. 19). Можно считать, что плотность заполнения объема — свойство, обратное свойству "ченленность объема".

Обозначим расстояние между элементами, заполняющими объем,  $b$ . Кажется разумным считать, что существует такое максимальное расстояние  $b_{\text{Макс}}$ , при превышении которого элементы уже не воспринимаются как входящие в единый объект, а ощущаются как самостоятельные, не связанные друг с другом. При этом единый объект как таковой перестает существовать, а это значит, что исчезает и масса, и поэтому  $K_3^{(2)} = 0$ . При уменьшении величины  $b$  по сравнению с  $b_{\text{Макс}}$  ощущение массивности возрастает. При  $b = b_{\text{Мин}} - \delta^{\text{ИД}}$  элементы сливаются в единый нерасчлененный объем, создающий впечатление наибольшей массивности ( $K_3^{(2)} = 1$ ). Таким образом,  $K_3^{(2)} = f_3(b)$ ,  

$$\text{и если принять (в первом приближении), что } f_3 \text{ линейная, то ее график будет иметь такой вид, как показано на рис. 20.} \quad (15)$$

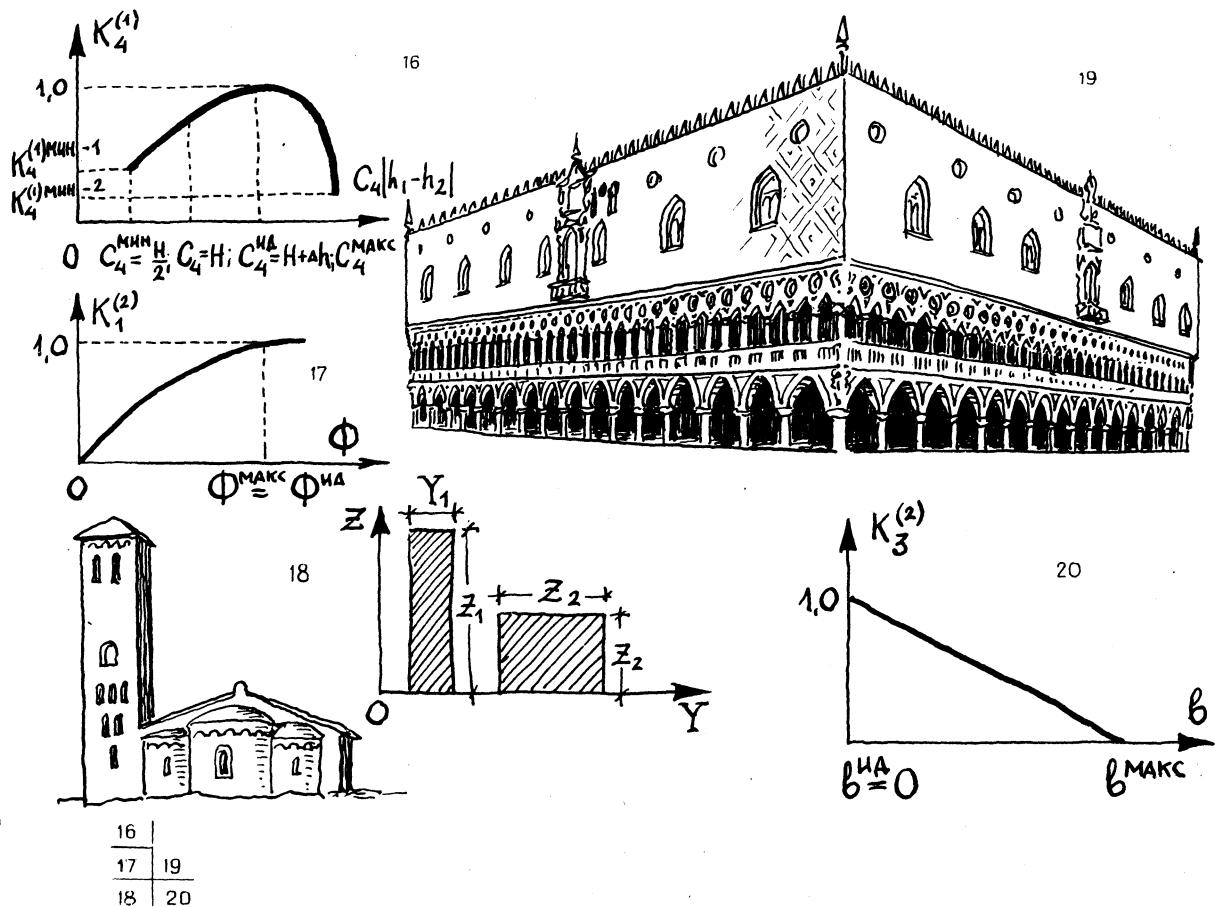


Рис. 16. График функции  $K_4^{(1)} = f_4(C_4)$ , где  $C_4 = |h_1 - h_2|$

Рис. 17. График функции  $K_1^{(2)} = f_1(\phi)$

Рис. 18. Церковь Сан Клементе в Тауле, Испания XI–ХП вв.  
Зависимость ощущения массы от формы. При одинаковой площади двух частей здания масса колокольни кажется меньше основного объема, габариты  $Z$  и  $Y$  которого ближе к квадрату

Рис. 19. Дворец дожей в Венеции. XIУ, ХУ вв.  
Ощущение массы в зависимости от плотности заполнения формы. Чем выше расположен этаж, тем он менее расчленен и тем более кажется массивным

Рис. 20. График функции  $K_3^{(2)} = f_3(b)$

Кроме рассмотренных выше трех факторов существуют и другие, оказывающие влияние на ощущение массивности, например, соотношение свободного, нерасчлененного пространства и нерасчлененной массы (в пределах данной величины объекта), фактура поверхности, цвет, динамика композиции и т.д. Их анализ (с целью найти способ вычислить оценку массивности  $K_i^{(2)}$ ) может проводиться на той же методологической основе, как и для разобранных выше факторов. Полученные частные оценки массивности  $K_1^{(2)}, K_2^{(2)}, \dots, K_n^{(2)}$  позволят вычислить общую оценку  $K^{(2)}$ , например, так, как это было показано применительно к объемной композиции:

$$K^{(2)} = \sum_{i=1}^n K_i^{(2)} M_i^{(2)}, \quad (16)$$

где  $M_i^{(2)}$  — коэффициенты весомости, найденные экспертыным способом.

### Весовые соотношения элементов формы (3)

Как известно, понятие "весовые соотношения" связано с понятием "масса формы". Весовые соотношения возникают обычно в связи с расчленением объема объекта на несколько частей горизонтальными членениями. В результате каждая такая часть, обладая определенной массой, будет, в зависимости от ряда условий, создавать ощущение веса и в связи с этим вступать в весовые соотношения с нижележащими или вышележащими массами.

Одним из главных факторов, оказывающих влияние на весовые соотношения, является степень равенства членений. На рис.21 показаны простейшие случаи членения объема на две части. При равных членениях, когда  $\Phi_1 = \Phi_2$  (рис.21, а), весовые соотношения не ощущаются (точнее, ощущается равновесие между верхней и нижней частями). В остальных случаях, т.е. когда  $\Phi_1 \neq \Phi_2$ , возникают весовые соотношения (рис.21, б, в). Примем

$\frac{\Phi_1}{\Phi_2} = C$ . Предположим случай, когда  $\Phi_1 \gg \Phi_2$ . Тогда

существует такое максимальное значение  $C_{\max}$ , при котором теряется ощущение расчленения объема на две части и соответственно масса выглядит единой, нерасчлененной. (Другим предельным значением соотношения  $C$  является случай,

когда  $C_{\min} = \frac{1}{C_{\max}}$ ). Рассмотрим поведение функции  $K_1^{(3)} = f_1(C)$  в интервале  $C_{\min} - C_{\max}$  (рис.22).

Поскольку при  $C = 1$  весовые отношения отсутствуют, то  $K_1^{(3)} = 0$ . На участке от  $C = 1$  до  $C = C_{\text{ид},2}$ , функция  $K_1^{(3)}$  монотонно возрастает до максимального значения, равного 1. В интервале  $C_{\text{ид},2} - C_{\max}$  значение функции  $f_1$  резко уменьшается вплоть до 0, так как при  $C = C_{\max}$  перестает ощущаться расчлененность формы, форма воспринимается единой, имеющей нерасчлененную массу, в результате чего больше не ощущаются и весовые соотношения. Слева от абсциссы  $C = 1$  график функции  $K_1^{(3)}$  имеет аналогичный, но зеркально отраженный характер. (Разумеется, приведенные здесь соображения по поводу вида функции  $f_1$  должны быть проверены в ходе специально проводимых экспертизных опросов, например по "методу главных точек".)

На весовые соотношения могут влиять и некоторые другие факторы, характеризующие отдельные части объема. Например, известно, что поверхность кажется тем тяжелее, чем, при прочих равных условиях, грубее ее фактура (рис.23). На весовые соотношения оказывает влияние и плотность заполнения (члененность) объема: чем больше члененность, тем меньше масса и соответственно меньше ощущение веса.

Ощущение веса зависит и от положения части объема в общей композиции объекта. "Элемент, находящийся в центре композиции или близко к нему, либо расположенный на вертикальной оси, проходящей по центру композиции, композиционно весит меньше... чем такие же элементы, занимающие другое место в композиции. Например, в группе из трех симметрично расположенных, одинаковых арок средняя должна делаться более широкой, чтобы не возникло ощущение ее относительной слабости и хрупкости. Закономерность здесь такая — относительное ощущение веса пропорционально расстоянию участка формы от центра композиции" [12, с.36, 38].

Р. Арнхейм считает, что на вес оказывают влияние и еще более тонкие композиционные эффекты. По его мнению, верхняя часть композиции тяжелее нижней, а правая часть тяжелее левой. Правильная форма при прочих равных условиях кажется тяжелее, чем неправильная, а вертикально

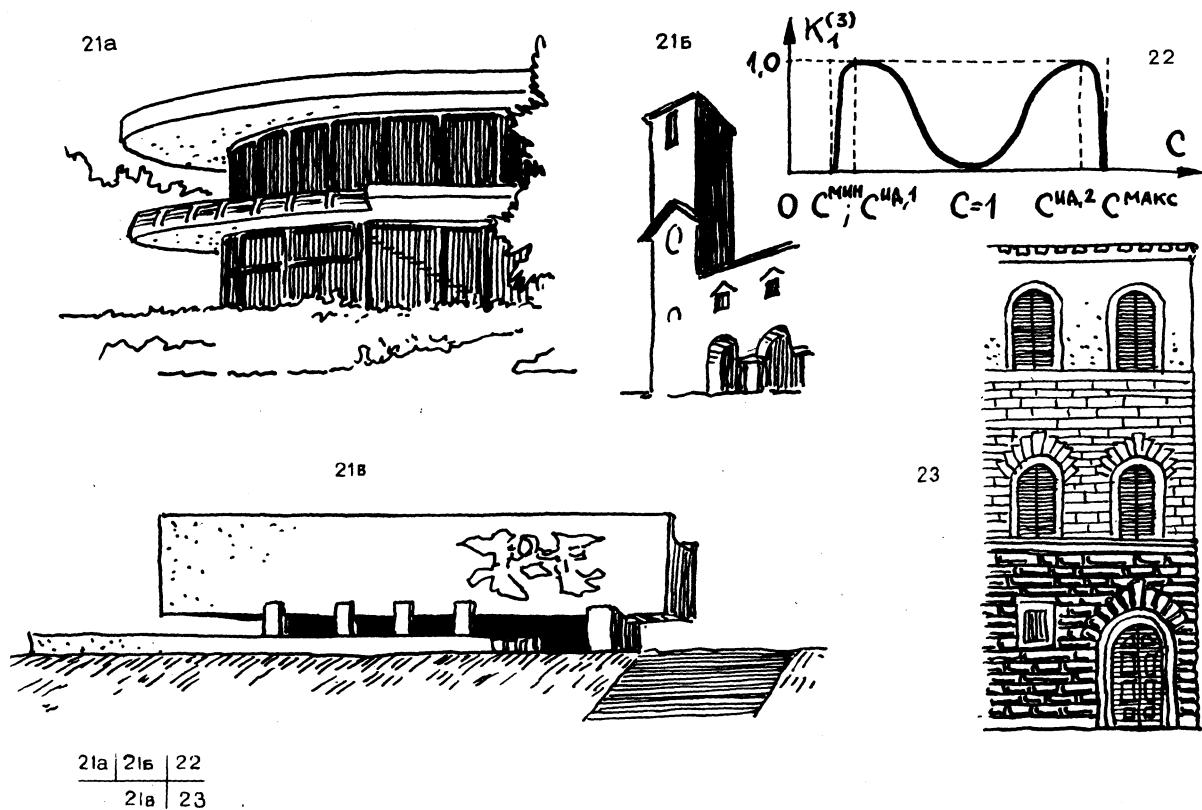


Рис. 21. Ощущение весовых соотношений элементов формы в зависимости от равенства членений  
 а – ресторон в Петродворце. Архитекторы С. Евдокимов, Н. Башнин, Е. Травников, Б. Вотинов, А. Лазарев. Членения по высоте приблизительно равны, ощущается равновесие между верхней и нижней частями; б – Бролетто в Комо, Италия. 1215.  $\Phi_1 > \Phi_2$ . Верхняя часть кажется легче нижней; в – мемориальный комплекс – музей боевой комсомольской славы им. А. Матросова в Великих Луках. Архитекторы А. Белоконь, В. Брайнос, А. Константинов.  $\Phi_1 < \Phi_2$ . Верхняя часть кажется тяжелее нижней

Рис. 22. График функции  $K_1^{(3)} = f_1(C)$ , где  $C = \frac{\Phi_1}{\Phi_2}$

Рис. 23. Палаццо Гонди во Флоренции. Архит. Джулиано да Сангалло, 1490–1494 гг.  
 Зависимость впечатления тяжести от фактуры поверхности. Более грубая фактура стены второго этажа обуславливает и впечатление его большей тяжести по сравнению с третьим этажом

расположенные формы ощущаются более тяжелыми по сравнению с формами наклонными.

Весовые соотношения зависят и от цвета отдельных участков формы. Например, в экспериментальной психологии [8, с.62] был установлен следующий факт: разные цвета, покрывающие достаточно большие плоские поверхности и различающиеся своей светлотой, кажутся зрителю имеющими разную тяжесть и в этом отношении ранжируются так (от тяжелого – к легкому): черный, синий, красный, серый, желтый, белый. Установлено также, что более насыщенные цвета кажутся более легкими. Сравнительно нетрудно получить количественное выражение всех этих зависимостей между цветом, фактурой, местом в композиции, члененностью поверхности и ощущением их веса. В результате при наличии частных оценок  $K_i^{(3)}$  может быть получена общая оценка весовых соотношений  $K^{(3)}$ , например как средняязвешенная из них.

#### Цельность формы (4)

Одной из важных характеристик, часто используемой в области архитектурной композиции, является понятие "цельность формы" (обратное понятию "сложность формы"). При этом обычно различают два зависимых от него понятия: цельность поверхности (площади) объекта и цельность контура объекта. В дальнейшем мы ограничимся рассмотрением в основном только цельности контура. Объясняется это двумя обстоятельствами. Во-первых, цельность поверхности – это понятие, чрезвычайно близкое, почти равнозначное понятию нерасчлененность, плотность заполнения поверхности, уже рассмотренному ранее. Во-вторых, как это хорошо известно из данных, полученных в инженерной психологии [83, с.112, 143], [140, с.176], основная часть визуальной информации о форме любого объекта сосредоточена не в поверхности, а в его контуре. Применительно к архитектурным объектам эта особенность восприятия тесно связана с представлением о выразительности силуэта: более сложный (т.е. менее цельный) контур объекта часто является и более выразительным. И именно следствием слишком большой цельности, большой упрощенности (и, что точнее, недостаточной выразительности) объясняет В.Т. Тальковский почти полную невозможность запомнить многие новые районы массовой застройки [208, с.101] (рис.24).

Таким образом, цельность формы – это прежде всего цельность ее контура, находящаяся в обратной зависимости от сложности контура.

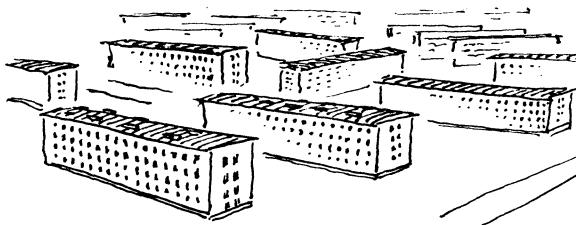
В настоящее время известно несколько способов оценки сложности контура (обычно контура плоских геометрических фигур). В работе [128, с.410] принято, что количественный показатель сложности очертания плоской фигуры равен квадрату ее периметра, деленному на площадь этой фигуры. Более трудоемкий (но и более точный) подход обоснован Б. В. Варским и М.А. Гузевой: сложность оценивается частотой и количеством "перепадов" относительно некоторой точки (например, относительно центра тяжести рассматриваемой плоской фигуры) [46]. По-иному подходят к оценке сложности контура В.А. Ганзен и Р.М. Грановская. Они исходят из той посылки, что сложность контура пропорциональна его информативности. В свою очередь на количество информации, получаемой зрителем при восприятии контура формы, влияют следующие факторы: 1) число точек контура, в которых кривизна меняет знак; 2) число криволинейных участков контура; 3) сумма абсолютных приращений угла наклона касательной [65].

Основы другого метода, позволяющего количественно оценивать сложность контура, заложены в работах В.С. Файна [216, 217]. Он считывает четыре характеристики контура плоской фигуры: площадь фигуры  $\Phi$ , периметр контура  $L$ , большая  $a$  и меньшая  $b$  стороны описанного вокруг этой фигуры прямоугольника минимальной площади (рис.25). В.С. Файн показал, что для фигуры данной формы следующие соотношения этих характеристик остаются практически неизменными и не зависящими от изменения расстояния от фигуры до зрителя:  $\frac{\Phi}{ab} ; \frac{L}{a}, \frac{L}{b}, \frac{L}{\sqrt{\Phi}}$ . Нетрудно заметить, что каждым из этих соотношений можно, при необходимости, характеризовать цельность формы.

Основываясь на полученных В.С. Файном результатах, Р.П. Повилейко [175, с.28] предложил оценивать цельность (точнее, сложность) формы  $K^{(4)}$  по формуле

$$K^{(4)} = \sum_{i=1}^4 K_i^{(4)} \cdot M_i^{(4)}. \quad (17)$$

<sup>1</sup> Учитывая, что в большинстве существующих методов количественно оценивается не цельность контура, а обратная ей величина – сложность, это последнее понятие и будет в основном анализироваться в дальнейшем изложении.



24

24 | 25

Рис. 24. Пример массовой, невыразительной по внешнему облику городской застройки

Рис. 25. Ансамбль Красной площади в Москве.

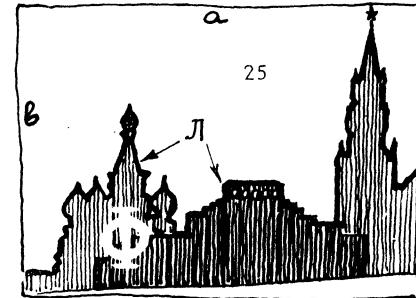
Основные геометрические характеристики, определяющие сложность контура плоской фигуры:  $\Phi$  – площадь фигуры;  $\Lambda$  – периметр контура; а – большая сторона прямоугольника минимальной площади, описанного вокруг фигуры; в – меньшая сторона многоугольника

где  $M_i^{(4)}$  – коэффициенты весомости, определяемые, например, экспертным способом или в ходе специально проведенных психологических экспериментов;  $K_i^{(4)}$  – частные оценки сложности, определяемые уравнениями (18):

$$\left\{ \begin{array}{l} K_1^{(4)} = \frac{2(a+b)}{a} - \Lambda; \\ K_2^{(4)} = \frac{2(a+b)}{b} - \Lambda; \\ K_3^{(4)} = 1 - \frac{\Phi}{ab}; \\ K_4^{(4)} = \frac{2(a+b)}{\sqrt{ab}} - \frac{\Lambda}{\sqrt{\Phi}}. \end{array} \right. \quad (18)$$

Нетрудно подсчитать, что для случая, когда контур объекта представляет собой прямоугольник (максимальная цельность формы и соответственно минимальная ее сложность), все частные оценки  $K_i^{(4)}$ , определенные по формуле (18), равны 0, а значит общая оценка  $K^{(4)}=0$ . В остальных случаях величина  $K^{(4)} > 0$ .

Все описанные выше способы оценки цельности формы применимы только для плоских фигур. Для объемных фигур И. Глухаров предложил следующий показатель: разность объемов рассматриваемого объекта и наибольшего вписанного в него правильного геометрического тела, отнесенная к объему этого геометрического тела [82, с.8]. Понятию, могут быть предложены и другие меры цельности (или сложности) формы архитектурного



25

объекта – в принципиальном отношении эта задача сравнительно легко разрешима.

Разумеется, нужно также отдавать себе отчет, что описанные выше способы количественной оценки сложности контура касались только простейшего случая, когда фигура визуально воспринимается только фронтально, когда отсутствуют какие-либо оптические искажения, когда в расчет не принимается характер фона и т.д. Каждый из этих факторов в конкретных условиях восприятия объекта может оказаться очень важным. (Например, по результатам своих опытов, проведенных еще в 1920-х годах, Е. Уивер пришел к выводу, что фигура не может рассматриваться и анализироваться вне взаимодействующего с ней фона [294, с. 194].) И все-таки учет этих факторов, создавая определенные дополнительные вычислительные трудности, не препятствует принципиальной возможности получить оценки цельности (сложности).

В заключение отметим, что при применении вычислительной техники процесс определения оценки цельности формы  $K^{(4)}$  может быть автоматизирован. Так, например, в работе [261] описываются методология и результаты решения задачи, в некоторых отношениях сходной с той, которая рассматривалась выше. Авторы этой работы обосновали способ описания и анализа с помощью ЭВМ формы античных амфор. При этом форма автоматически расчленяется на отдельные сегменты, характеристики которых, выраженные в декартовых координатах, и позволяют проводить анализ формы амфор.

## ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТА

*"Сказать, что вид цемента мрачен, значит сказать, что мрачен его цвет. Это такая же ошибка, как сказать, что какой-то цвет мрачен сам по себе, так как фактически цвет имеет ценность только в связи с его окружением..."*

Ле Корбюзье [278, с. 191]

В этом разделе будет кратко рассмотрена возможность количественной оценки основных оптических характеристик архитектурного объекта: цвета, светотени, фактуры, а также сильно влияющих на их визуальное восприятие оптических искажений.

Необходимо отметить, что в реальных условиях восприятия архитектурных объектов существует глубокая и тесная взаимосвязь между всеми этими характеристиками. Хорошо известно, например, что восприятие цвета и фактуры во многом зависит от светотени. В значительной мере взаимосвязаны также цвет и фактура поверхности.

Несмотря на отмеченную выше взаимосвязь отдельных оптических характеристик, их рассмотрение в дальнейшем будет производиться по отдельности. Объясняется это чисто техническими причинами – большей простотой проведения количественного анализа, что компенсирует применение более грубой модели восприятия оптических свойств объекта.

### Цвет (5)

В теории цветоведения чаще всего выделяют три основные проблемы, касающиеся эстетических возможностей использования цвета: 1) как найти наиболее красивые изолированные цвета? 2) как определить наиболее красивую гамму многих цветов, обеспечивающую внешнюю привлекательность общего колорита объекта? И частный случай этой проблемы: 3) как определить наиболее гармоничное сочетание двух находящихся рядом цветов, когда цвет, пусть даже сам по себе и не очень привлекательный, может создать красивое сочетание благодаря соседству какого-то другого цвета?

Разрешимы ли эти проблемы? Иначе говоря, лежат ли в их основе какие-либо закономерности? (Ибо, если таких закономерностей нет, то нет и возможности дать количественное решение этих проблем.)

Рассмотрим первую из этих проблем – проблему эстетической привлекательности отдельных

изолированных цветов. В современном цветоведении выделены три основных параметра цвета, совокупность которых необходима и достаточна для однозначной характеристики любого оттенка цвета: цветовой тон, насыщенность и светлота. С точки зрения выявления эстетической значимости определенного цвета наибольшим субъективным колебанием подвержена оценка цветового тона. Издавна предпринимались попытки проранжировать по оказываемому эстетическому впечатлению отдельные цвета и в частности отдельные цветовые тона. Одним из первых провел соответствующие эксперименты Ф. Экснер [129, с. 63]. Полученные им данные свидетельствовали о том, что разные цвета (одинаковые по насыщенности и светлоте, но различающиеся по цветовому тону) эстетически не равнозначны.

По Экснеру, наиболее предпочтителен красный цвет, затем зеленый и синий. В последующем сходные опыты проводились и рядом других исследователей (например, еще в 1920-х годах Е. Симсон [292], в последние годы капитальная работа выполнена Вэлентайном). Полученные ими результаты не всегда подтверждали данные Экснера.

Так, Вэлентайн [293, с. 31, 40, 46] экспериментально показал, что на восприятие и оценку цвета влияют не только физиологические причины, более или менее общие для всех людей и в связи с этим предопределяющие стабильность предпочтений отдельных цветов, но и изменяющие эту стабильность причины, связанные, например, с уровнем и особенностями культурного развития как общества в целом, так и отдельного индивидуума. В частности, давно известно, что во все времена и у всех народов восприятие и эстетическая оценка цвета связана с многочисленными ассоциациями, с символическим значением того или иного цвета [30]. Ранжированные ряды предпочтений далеко не всегда совпадают и у разных авторов: например, начало ряда у Экснера образуется красным, зеленым и синим, а по данным Г. Фрилинга и К. Ауэра [226, с. 13] – синим, красным, зеленым.

Нужно учитывать также, что предпочтение цветов обычно определяется в эксперименте путем предъявления испытуемым одинаковых по форме и размеру и абстрагированных от какого-либо конкретного применения выкрасок. В реальных же условиях архитектурного объекта зритель воспринимает не абстрактную выкраску, а определенную деталь, определенную поверхность объекта, что влияет на относительную предпочтительность различных цветов. Известные специалисты в области использования цвета в архитектуре С.С. Алексеев, Б.М. Теплов и П.А. Шеварев даже утверждают в связи с этим, что применительно к архитектуре "Нельзя ставить вопрос так: какой цвет больше нравится — красный, желтый, зеленый или синий? Надо точно указать, в каком случае, в связи с каким объектом, в каких условиях, для кого, какой оттенок цвета (светлота, цветовой тон, насыщенность)" [8, с. 33].

Разумеется, все отмеченные выше обстоятельства сильно усложняют проведение конкретных исследований по выявлению порядка предпочтений отдельных цветов в архитектуре, но отнюдь не делают такие исследования принципиально невозможными. В результате правильно поставленных статистических исследований для каждого элемента формы конкретного типа архитектурного объекта, предназначенного для конкретных условий применения (географических, климатических, национальных и т.д.), могут быть найдены относительно предпочтительные (по принятой нами ранее терминологии "идеальные") цветовые тона, характеризующиеся выраженной в миллимикронах длиной световой волны  $\lambda$ . Тогда сравнение с ними какого-то конкретного цветового тона, имеющего длину волны  $\lambda$ , позволит получить соответствующую оценку  $K_1^{(5)-1}$ :

$$K_1^{(5)-1} = f_1(\lambda). \quad (19)$$

Очевидно, что аналогичные числовые оценки могут быть получены и по насыщенности цветового тона ( $K_2^{(5)-1}$ ), и по его светлоте ( $K_3^{(5)-1}$ ).

Наличие трех частных оценок  $K_1^{(5)-1}$ ,  $K_2^{(5)-1}$  и  $K_3^{(5)-1}$  дает возможность получить и обобщенную оценку цвета  $K^{(5)-1}$ . Например, если рассматривать частные оценки как компоненты вектора, откладываемые по трем координатам, то каждому цвету в трехмерном векторном прост-

ранстве будет соответствовать определенная точка. Расстояние между этой точкой и точкой, заданной компонентами  $K_1^{(5)-1} = 1$ ,  $K_2^{(5)-1} = 1$  и  $K_3^{(5)-1} = 1$  позволит дать обобщенную оценку цвета  $K^{(5)-1}$ .

Все сказанное выше касалось изолированного, чистого цвета, цветовой тон которого относится к одному из семи цветов, определяющих солнечный спектр. Но, как известно, цветовое зрение человека трехмерно и основано на смешении ощущений трех основных цветов: красного ( $K_{ощ}$ ), зеленого ( $Z_{ощ}$ ) и синего ( $C_{ощ}$ ), обладающих интенсивностями  $x$ ,  $y$  и  $z$ . Значит, ощущение любого цветового оттенка  $C_{ощ}$  может быть выражено уравнением

$$C_{ощ} = x K_{ощ} + y Z_{ощ} + z C_{ощ}. \quad (20)$$

Таким образом, данные и теории, и практики свидетельствуют, что первая из перечисленных в начале этого раздела проблем — проблема количественной оценки степени субъективной предпочтительности отдельных цветов — теоретически разрешима.

Кратко рассмотрим теперь, существуют ли предпосылки для решения второй и третьей проблем, касающихся гармоничных сочетаний отдельных цветов? И, в первую очередь, лежат ли в основе подобной гармонии какие-либо закономерности? Наличие таких закономерностей признавалось и признается большинством деятелей науки и искусства, интересовавшихся проблемой цвета. Сам факт существования и использования в искусстве и в частности в архитектуре таких закономерностей отмечали многие теоретики искусства и архитектуры. Так, О. Шуази [241, с. 219] обращал внимание на умелое использование античными архитекторами законов цветовых соотношений. Английский живописец Джошуа Рейнольдс считал существование цветовой гармонии реальным фактом: "... надо признать, что изысканная красочная гармония, переход от одной краски к другой для глаза означают то же, что гармония тонов для слуха..." [187, с. 113].

Что касается закономерных причин, вызывающих ощущение цветовой гармонии, то их пытались раскрыть еще И. Ньютон [158, с. 185]. В более позднее время закономерности цветовой гармонии пытались раскрыть и сформулировать и многие другие исследователи [см., например, 163, с. 107; 19, с. 152, 158; 160, с. 65, 100; 50, с. 33, 70].

Конечно, нельзя отрицать, что выявление закономерностей, предопределяющих ощущение цветовой гармонии, является очень сложной задачей, ибо и сегодня еще в значительной мере остаются спортивными словами П. Гогена: "Цвет сам по себе загадочен в ощущениях, которые он нам доставляет" [84, с.330]. Но само существование подобных закономерностей цветовой гармонии мало кто из исследователей склонен оспаривать.

Как уже было сказано, из самого факта наличия определенной закономерности можно сделать два вывода: о возможности познать эту закономерность и о возможности представить результат такого познания в количественной форме (т.е. получить оценку  $K^{(5)}-2$  общей гармоничности цветовой палитры архитектурного объекта и оценку  $K^{(5)}-3$  сочетаемости цвета с рядом расположенным другим цветом). Логично считать, что общая оценка цветового решения архитектурного объекта  $K^{(5)}$  будет некоторой функцией  $f_2$  оценок  $K^{(5)}-1$ ,  $K^{(5)}-2$  и  $K^{(5)}-3$ :

$$K^{(5)} = f_2(K^{(5)}-1, K^{(5)}-2, K^{(5)}-3). \quad (21)$$

Вид функции  $f_2$  может быть найден в результате специально проведенных исследований, причем не исключено, что  $f_2$  выражает собой и операцию усреднения со взвешиванием. Необходимо отметить, что если вести речь об оценке не просто семи основных цветов, а всех различаемых человеческим глазом оттенков их (число которых по данным Мак Кормика [140, с.327] при сравнительном сопоставлении оттенков может достигать 300000), то подобная работа должна выполняться только с помощью быстродействующей и обладающей обширной памятью ЭВМ. На этом пути достигнуты уже заметные результаты: в разных странах на основе ЭВМ созданы многочисленные автоматизированные системы, позволяющие подбирать наиболее благоприятные цветовые гаммы с использованием огромного количества оттенков цветов [249, с.11], [121, с.79], [250, с.29]. Правда, такого рода сочетания цветов обычно пока еще учитывают не столько требования эстетики, сколько требования эргономики.

Итак, выше было кратко показано, что цвет, впечатление от которого, по выражению К. Маркса "... является популярнейшей формой эстетического чувства вообще",<sup>1</sup> принципиально может быть

<sup>1</sup> Маркс К. К критике политической экономии. — Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т.13, с.136.

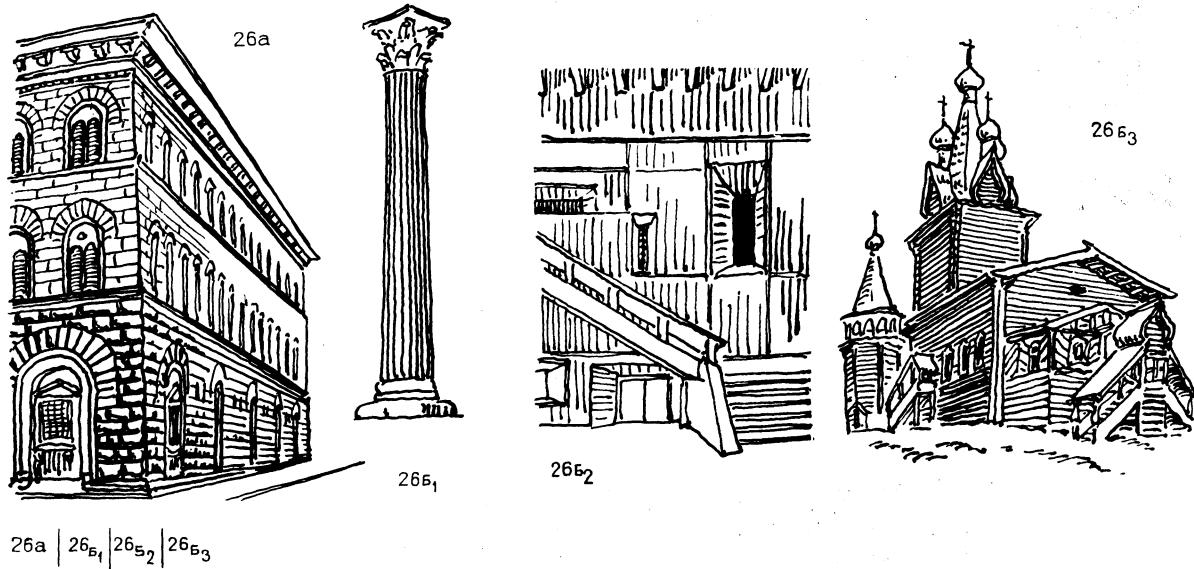
количественно оценен с точки зрения оказываемого им субъективного эмоционального воздействия. Разумеется, в рамках одного небольшого раздела нельзя было рассмотреть все аспекты оценки цвета при его восприятии в архитектуре: например, закономерности восприятия цвета в зависимости от цветового фона, закономерность восприятия цвета в зависимости от общей сложности архитектурной композиции (см. исследования В.С. Волги [58, с.84], [59, с.41], и др.). Но и учет этих закономерностей, затруднив получение (и одновременно уточнив) оценки цвета  $K^{(5)}$ , отнюдь не делает невозможным само существование подобных оценок.

## Фактура поверхности (6)

В архитектурной композиции, говоря о фактуре, обычно имеют в виду характеристику строения поверхности с точки зрения ее микрорельефа и членения на такие относительно небольшие элементы, которые практически уже не воспринимаются в отдельности, а сливаются в общую поверхность определенной структуры. В соответствии с этим характер (вид) фактуры и ее оценка  $K^{(6)}$  определяются следующими параметрами: 1) размерами элементов по длине и ширине (относительно поверхности формы); 2) размерами элементов по глубине (относительно поверхности формы), т.е. глубиной рельефа поверхности; 3) расстоянием поверхности от зрителя. Вкратце рассмотрим каждый из этих трех факторов.

**Размеры элементов по длине и ширине.** Элементы, образующие фактуру, могут иметь различную — правильную или неправильную — форму. Кроме того, такие элементы могут быть относительно компактными, когда наибольший и наименьший размеры элемента близки друг к другу (например, русты на наружной стене), и протяженными, когда наибольший размер значительно превышает наименьший [например, следы от досок опалубки, стена бревенчатого дома или каннелюры античных колонн (рис.26)].

Данный параметр фактуры целесообразно характеризовать величиной  $a$  — наименьшим поперечником элемента фактуры. Для простоты рассмотрим случай, когда на мельчайшей единице площади (например, на  $1 \text{ см}^2$ ) поверхность является гладкой, микрорельеф практически отсутствует и ощу-



26а | 26б<sub>1</sub> | 26б<sub>2</sub> | 26б<sub>3</sub>

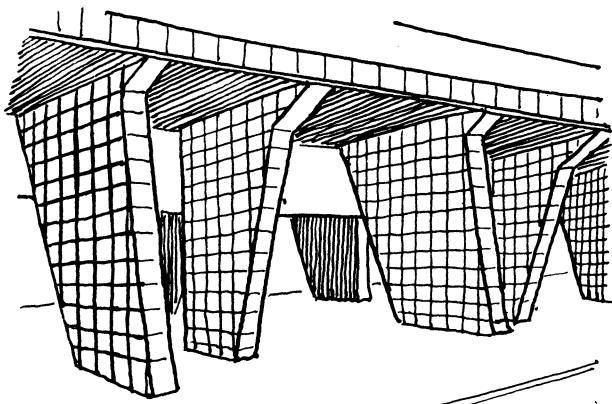
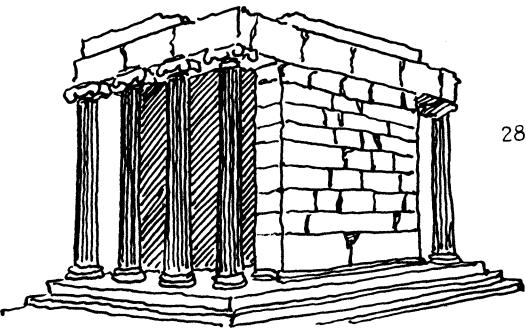
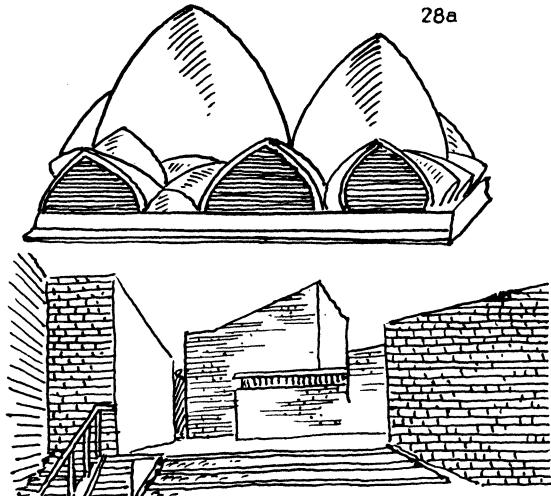
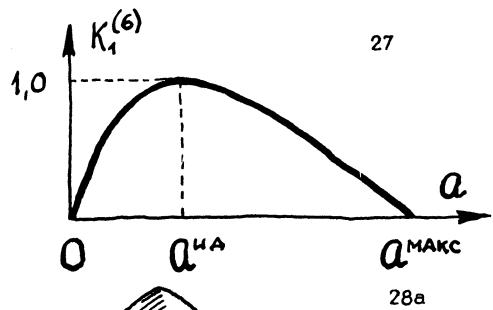
**Рис. 26. Форма элементов фактуры**  
 а – Палаццо Риккарди (Медичи) во Флоренции. Архит. Микелоццо, 1444–1452 гг. Компактные элементы (русты); б – протяженные элементы (1 – каннелюры. Колонна портика Парфенона; 2 – муниципалитет в Курасика, Япония. Архит. К. Танге. Интерьер. Следы деревянной опалубки; 3 – церковь в селе Юромуском, XVII в. Бревенчатая стена)

щение фактуры (т.е. грубости, неровности поверхности) создается только горизонтальными и вертикальными членениями поверхности.

Если изобразить зависимость оценки фактуры  $K_1^{(6)}$  от величины  $\alpha$  в виде графика, то весьма вероятно, что он будет выглядеть так, как показано на рис. 27. При  $\alpha = 0$  поверхность становится единой, совершенно нерасчлененной, фактура никак не ощущается и, естественно,  $K_1^{(6)} = 0$  (рис. 28). Далее, по мере возрастания поперечника  $\alpha$ , наступает момент, когда фактура кажется самой "грубой", самой "сильной". Понятно, что при  $\alpha = \alpha_{\text{ид}}$   $K_1^{(6)} = 1$ . При дальнейшем увеличении параметра  $\alpha$  выраженность фактуры монотонно уменьшается, фактура постепенно начинает походить на мелкие членения, а затем – и на крупные. Наконец, наступает такой момент ( $\alpha = \alpha_{\text{макс}}$ ), что фактура полностью перестает восприниматься именно как фактура, а трансформируется в членение. Это обстоятельство и отражается величиной  $\alpha = \alpha_{\text{макс}}$  для которой  $K_1^{(6)} = 0$ . Уточнение графика функ-

ции  $K_1^{(6)} = f_1(\alpha)$  может быть выполнено обычным путем, например с применением метода главных точек. Нужно отметить, однако, что в настоящее время разработаны и применяются и чисто аналитические, неэкспертные методы анализа и синтеза фактуры, дающие возможность выразить любую одномерную фактуру (текстуру) комбинацией конечного числа гармонических функций [288].

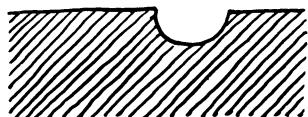
**Размеры элементов по глубине (глубина рельефа поверхности).** Ощущение фактуры (как синонима грубости, неровности) поверхности может возникать (независимо от наличия горизонтальных или вертикальных членений) от глубины рельефа поверхности. Переменным параметром, от которого зависят ощущение, оценка фактуры  $K_2^{(6)}$ , в этом случае целесообразно взять величину  $\delta$  – глубину рельефа поверхности (рис. 29). При  $\delta = 0$  поверхность воспринимается зеркально-гладкой, не имеющей микрорельефа, поэтому  $K_2^{(6)} = 0$  (рис. 30). Затем, по мере роста величины  $\delta$ , оценка



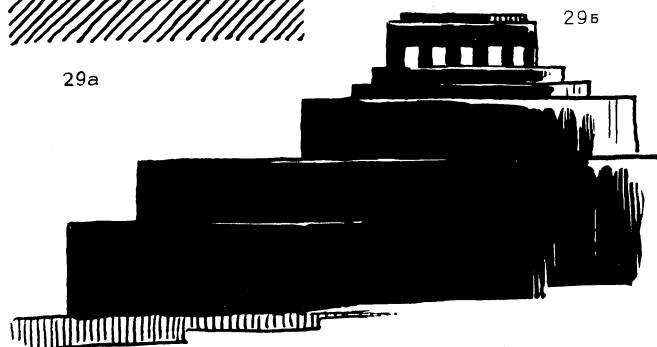
27	28в
28а	28г
28б	

Рис. 27. График функции  $K_1^{(6)} = f_1(a)$ , где  $a$  – наименьший линейный размер элемента фактуры

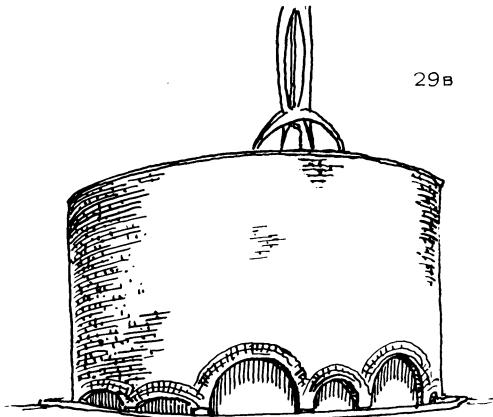
Рис. 28. Выразительность фактуры в зависимости от наименьшего поперечника ее элемента:  
 а – Оперный театр в Сиднее. Архит. И. Утзон, 1959–1966 гг. Поверхность не расчленена на отдельные элементы,  $a = 0$ ; фактура не ощущается; б – поселковый центр в Сийнантсало, Финляндия. Архит. А. Алто, 1951 г. Кирпичная поверхность, фактура уже ощущается, но слабо; в – храм Ники Аптерос. 425 г. до н. э. Поверхность из тесаного камня, фактура выражена сильно; г – высотный жилой дом в Западном Берлине. Архит. Ле Корбюзье. Размер элементов настолько большой, что фактура почти переходит в членение



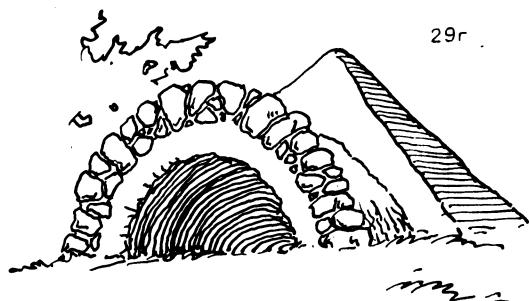
29а

 $b$ 


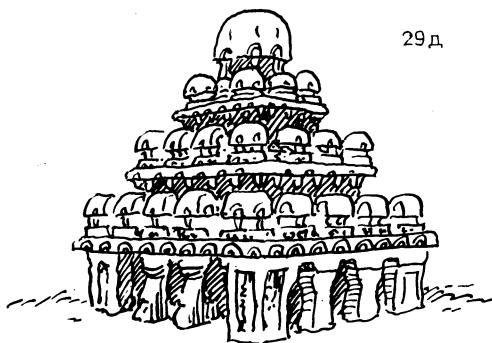
29б



29в



29г



29д

29а | 29б | 29в

29г | 29д

Рис. 29. Выразительность фактуры в зависимости от глубины рельефа поверхности:

А – параметр  $b$ , характеризующий глубину рельефа поверхности; Б – Мавзолей В. И. Ленина. Архит. А. В. Щусев, 1929–1930 гг. Гладкая поверхность, фактура не ощущается; В – Капелла Массачусетского технологического института. Архит. Э. Сааринен, 1955 г. Кирпичная поверхность,  $b$  – мало, фактура ощущается слабо; Г – погреб-павильон в усадьбе Митино, ХУШ в. Поверхность из необработанного камня-валуна.  $b$  – велико, фактура ощущается наиболее сильно; Д – храм Мамаллапурам в Джармаджаресте, Индия, VI–VII вв. Глубина рельефа  $b$  настолько велика, что рельеф переходит в членение

$K_2^{(6)}$  монотонно возрастает. Наконец, наступает условие  $b = b_{\max}^{(6)}$ , при которых величина  $K_2^{(6)}$  становится максимальной, равной 1 и дальнейшее углубление микрорельефа (т.е. увеличение  $b$ ) уже зрительно практически не воспринимается и значит не влияет на увеличение оценки  $K_2^{(6)}$ .

Расстояние зрителя от поверхности с определенной фактурой. Указанные выше оценки  $K_1^{(6)}$  и  $K_2^{(6)}$  определялись исходя из предположения, что зритель находится достаточно близко к оцениваемой поверхности, когда все элементы фактуры видны без каких-либо серьезных оптических иска-

жений. Но, совершенно очевидно, что восприятие фактуры существенно зависит от расстояния  $L$  между зрителем и поверхностью. Так, общеизвестно, что с увеличением этого расстояния "грубоść", рельефность фактуры уменьшается (рис.31).

Методы учета подобных оптических искажений достаточно хорошо разработаны. Так, например, М. Савченко [192, с.305] показал, что если  $\Phi$  — это площадь мельчайшей различимой на данном расстоянии  $L$  детали, то число таких различимых деталей обратно пропорционально 4-й степени дистанции наблюдения. Поэтому определение оценки  $K_3^{(6)}$  не представляет принципиальных трудностей. А знание частных оценок  $K_1^{(6)}$ ,  $K_2^{(6)}$  и  $K_3^{(6)}$  дает возможность определить и общую оценку  $K^{(6)}$  фактуры любой поверхности архитектурного объекта.

### Светотень (7)

Как известно, зрительное восприятие архитектурного объекта в значительной степени зависит от характера освещения (характера светотени). Так, различные, сопряженные со светотенью эффекты отмечает А.С. Щипанов. Например, цвет наиболее полноценно воспринимается в условиях мягкого, рассеянного освещения. При усиении освещенности цвет высыпается и теряет насыщенность, а характер сочетания цветов может резко измениться [247, с. 5], (рис.32).

Кроме этих, издавна известных в архитектурной теории и практике закономерностей существует и ряд других взаимосвязей между светотенью и восприятием цвета, рельефа, массы и размеров архитектурного объекта. Поэтому светотень может оцениваться по следующим основным признакам.

**Изменение и оценка светотени в зависимости от положения освещаемой поверхности по отношению к источнику света.** Здесь возможны два крайних случая, соответствующие двум прямо противоположным задачам, которые могут решаться с помощью светотени: 1) лучи света падают на поверхность под углом  $\beta = 90^\circ$  (т.е. перпендикулярно). При этом обеспечивается максимальная освещенность, а размеры и масса светлой формы кажутся увеличенными; 2) лучи света падают на поверхность под углом  $\beta = 180^\circ$  (т.е. сзади). Форма полностью затенена. Промежуточное

значение, когда, например,  $30^\circ \leq \beta \leq 60^\circ$ , позволяет в максимальной степени выявить фактуру освещаемой поверхности — третья возможная задача, решаемая с помощью светотени. (Существует и ряд других такого рода задач.)

Рассмотрим методологию оценки светотени для условий первой задачи, т.е. тогда, когда необходимо в максимальной степени зрительно увеличить размеры и массу светлой формы. Понятно, что функция  $K_{1,1}^{(7)} = f_1(\beta)$  имеет в этом случае следующие характерные особенности:

$$\left\{ \begin{array}{ll} K_{1,1}^{(7)} = 1 & \text{при } \beta = \beta_{\text{ид}} = 90^\circ; \\ K_{1,1}^{(7)} = 0 & \text{при } \beta = \beta_{\text{пр}} = 180^\circ; \\ K_{1,1}^{(7)} - \text{вогнутая вниз функция в интервале} \\ \beta_{\text{пр}} \leq \beta \leq \beta_{\text{ид}}. \end{array} \right. \quad (22)$$

Характер графика функции  $K_{1,1}^{(7)} = f_1(\beta)$  показан на рис.33.

Если нужно решать иные (например, 2-ю, 3-ю,  $i$ -тую) задачи, то методология определения частных оценок  $K_{1,2}^{(7)}, K_{1,3}^{(7)}, \dots, K_{1,i}^{(7)}$  остается такой же, как было показано выше. В результате может быть получена результирующая оценка светотени в зависимости от угла падения лучей света  $\beta$ :

$$K_1^{(7)} = \sum_{i=1}^n K_{1,i}^{(7)} M_{1,i}^{(7)}, \quad (23)$$

где  $M_{1,i}^{(7)}$  — коэффициенты весомости.

**Изменение и оценка светотени в зависимости от силы источника света.** Выразив освещенность  $E$  в люксах (лк), можем считать, что существует такая предельно большая освещенность  $E_{\text{пр. макс.}}$  при которой форма уже не воспринимается и, значит,  $K_2^{(7)} = 0$ . Другим пределом является минимальная освещенность  $E_{\text{пр. мин.}}$  которой также соответствует оценка  $K_2^{(7)} = 0$ . В интервале  $E_{\text{пр. мин.}} - E_{\text{пр. макс.}}$  существует такая идеальная (для каждого отдельного элемента формы объекта) освещенность, что при  $E = E_{\text{ид.}}$   $K_2^{(7)} = 1$ . Тогда график функции  $K_2^{(7)} = f_2(E)$  имеет вид, показанный на рис.34.

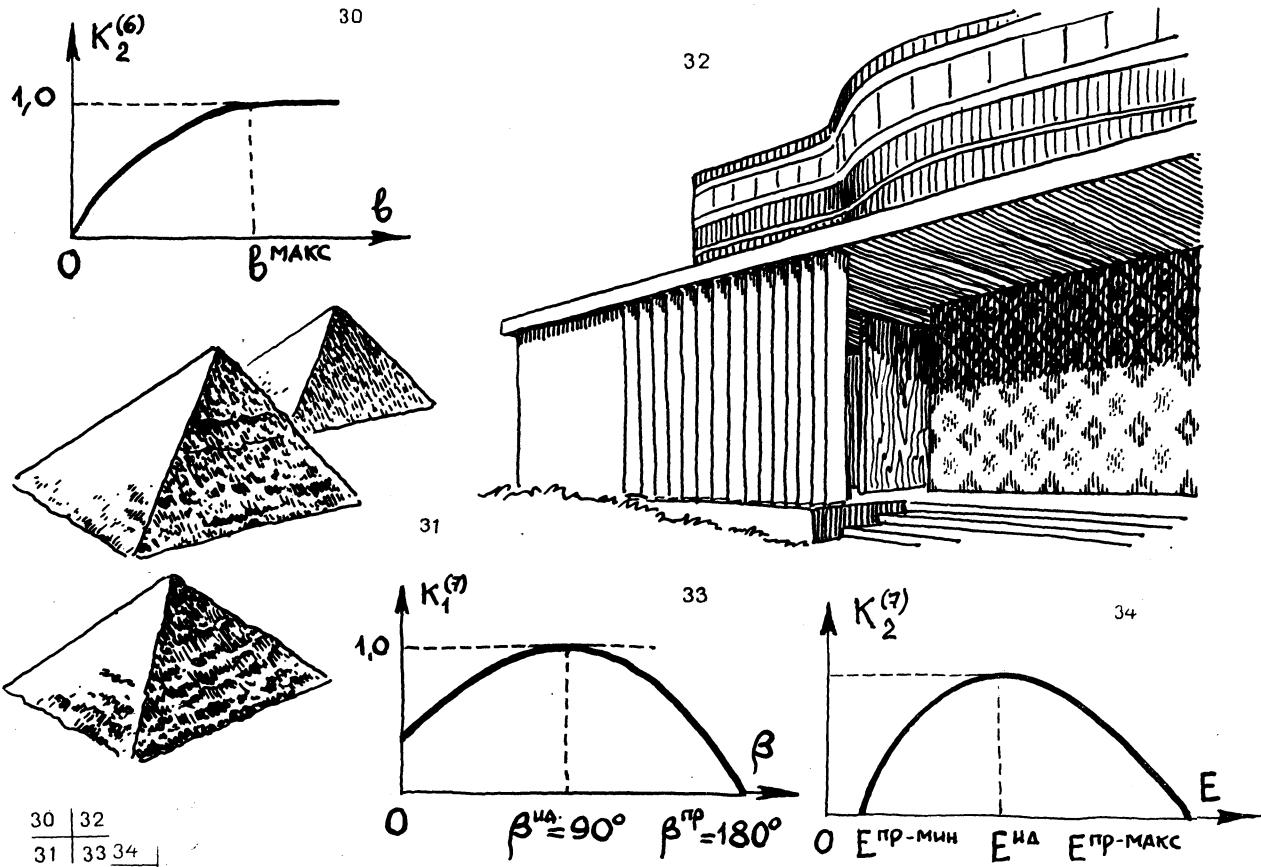


Рис. 30. График функции  $K_2^{(6)} = f_2(v)$ , где  $v$  - глубина микрорельефа поверхности

Рис. 31. Ансамбль пирамид в Гизе близ Мемфиса, 2900–2700 гг. до н.э.  
"Грубость", рельефность фактуры уменьшается по мере увеличения расстояния от объекта до зрителя

Рис. 32. Микрорайон Педрегульо в Рио-де-Жанейро, Бразилия. Фрагмент фасада торгового центра. Архит. А. Э. Рейди, 1950 г.  
Изменение характера сочетания цветов под воздействием света и тени (рисунок орнамента резко изменился на границе света и тени)

Рис. 33. График функции  $K_1^{(7)} = f_1(\beta)$ , где  $\beta$  - угол, под которым освещается поверхность формы

Рис. 34. График функции  $K_2^{(7)} = f_2(E)$ , где  $E$  - освещенность поверхности формы в люксах

**Изменение и оценка светотени в зависимости от отражения света окружающей поверхностью.** Оцениваемый параметр – коэффициент  $\rho$  (один или несколько) отражения поверхностей, окружающих данную архитектурную форму. Методология нахождения величин  $\rho_{\text{пр}}$ ,  $\rho_{\text{ид}}$  и  $K_3(7) = f_3(\rho)$  не имеет каких-либо принципиальных отличий по сравнению с предыдущими двумя случаями оценки светотени. В результате, зная значения  $K_1(7)$ ,  $K_2(7)$  и  $K_3(7)$ , возможно найти общую оценку светотени  $K(7)$  как среднюю взвешенную из этих трех частных значений.

## Оптические искажения (8)

Вероятно, было бы более правильным не считать оптические искажения (или точнее их корректировку) одним из "элементов красоты". Ведь подобная корректировка обычно преследует только одну цель – обеспечить наилучшие условия выявления других элементов красоты. С этой точки зрения корректировка оптических искажений играет только вспомогательную роль. Да и количественную оценку в данном случае нужно понимать не в буквальном смысле (т.е. как сравнение с эталоном), а только как возможность выразить подобную корректировку в количественной форме. В связи со сказанным и учитывая условность самого термина "элемент красоты", можно, по-видимому, допустить еще одну условность и рассматривать корректировку оптических искажений наряду с другими такими элементами,

При анализе рассматриваемой здесь проблемы необходимо учитывать, что оптические искажения могут возникать в двух ситуациях. Во-первых, при зрительном восприятии построенного сооружения в разных ракурсах и с разных дистанций. Во-вторых, при зрительном восприятии не самого сооружения, а его архитектурного проекта (точнее, той части проекта, которая содержит фасады, интерьеры и перспективы будущего объекта). Рассмотрим каждую из этих ситуаций в отдельности.

**Учет оптических искажений при восприятии построенного объекта.** С получением количественной оценки оптических искажений в условиях этой ситуации связаны два обстоятельства.

1. Умением компенсировать некоторые оптические искажения обладали уже древнегреческие

архитекторы. Так, Платон в своем диалоге "Софист" свидетельствует, что у греков было в обычай увеличивать высоту частей, рассматриваемых снизу и уменьшенных поэтому перспективой [см. 241, с. 302]. Что же касается современной теории архитектуры, то достаточно разработанный аналитический аппарат позволяет сегодня учитывать и при необходимости корректировать большинство оптических искажений, возникающих при зрительном восприятии архитектурных сооружений в зависимости от ракурса и расстояния, см., например, работы Г.И. Покровского [176, с. 17, 20], Ю.И. Короева [222, с. 137], М.В. Федорова [221, с. 208] и др. Поэтому вполне возможно заранее, еще до возведения сооружения, на основании только чертежей или макета определить, насколько в возведенном объекте будут учитываться и смогут быть нейтрализованными оптические иллюзии. Подобного рода учет, выраженный в количественной форме, и мог бы составить сущность коэффициента  $K(8)$  – оценки оптических корректировок. С этой точки зрения, получение оценки  $K(8)$  не представляет принципиальных трудностей.

2. Однако очень многими искусствоведами и архитекторами ставится под сомнение не сама возможность, а необходимость учета и компенсации (корректировки) в архитектуре оптических искажений. Так, Г.Д. Гримм предупреждал, что "... с исправлением перспективных искажений следует быть крайне осмотрительным, считаясь с тем, что здание должно производить пропорционально правильное впечатление не с одного только места, а с разных сторон и с разных точек зрения. Кроме того, надо учесть, что разум и опытный, художественно развитый глаз в значительной мере учитывает перспективные сокращения и далеко не всегда требует их исправления" [87, с. 96]. Аналогичной точки зрения придерживались и придерживаются многие современные архитекторы и искусствоведы. Касаясь оптических корректировок, архитектор А.И. Гегелю писал: "... я далеко не уверен в необходимости таких поправок, по крайней мере, для всех без исключения случаев" [68, с. 334]. А архитектор С.В. Васильковский считает, что известное явление энтазиса (утолщения посередине) колонн древнегреческих храмов объясняется не попыткой применить корректировку оптических искажений (как это принято считать в большинстве случаев), а определялось стремлением древних архитекторов придать колонне очертание равного сопротивления на сжатие [48, с. 170]. В заключение

нужно отметить, что и академик С.И. Вавилов крупнейший специалист в области оптики, считал ненужной корректировку оптических искажений, так как такая корректировка сама по себе является неотъемлемой функцией работы мозга.

Таким образом, применительно к условиям зрительного восприятия построенного объекта суть проблемы не в том, возможна ли оптическая корректировка, а в том, нужна ли она вообще. Ответ на этот вопрос можно получить только в результате специально проведенных экспериментально-психологических исследований. Если такая корректировка нужна, оценка  $K^8$  может быть получена, если не нужна, вопрос об оценке вообще снимается.

**Корректировка оптических искажений при зрительном восприятии проекта будущего архитектурного объекта.** До сравнительно недавнего времени то впечатление о будущем сооружении, которое создавалось на стадии проектирования в результате осмотра чертежей фасадов, интерьеров (выполненных в ортогональной проекции, в перспективе или аксонометрии), не полностью соответствовало впечатлению, возникающему у зрителя в результате визуального осмотра построенного объекта. Это объясняется двумя основными причинами. Во-первых, принятые в архитектурном черчении методы построения общего вида объекта (в перспективе, в аксонометрии) не полностью учитывают реально существующие особенности человеческого зрения. Во-вторых на чертежах объект обычно изображается зрительно воспринимаемым с одной, максимум с трех точек, как правило, в одном и том же ракурсе, в то время как в реальных условиях и ракурсы, и точки наблюдения все время меняются.

Эти причины и предопределяли необходимость вводить соответствующие оптические корректизы. В настоящее время в связи с внедрением в практику архитектурного проектирования различных технических средств (и особенно ЭВМ) положение меняется. Меняется в том отношении, что подобные технические средства позволяют создавать еще на стадии проектирования такие графические (или фотографические, или кинематографические) материалы, характеризующие внешний облик сооружения, зрительное восприятие которых практически адекватно восприятию построенного объекта, т.е. уже на стадии проектирования можно увидеть объект так и таким, как и каким он будет виден в

реальных условиях. Первоначальные разработки в этой области были ориентированы на создание специальных оптических устройств для осмотра макетов сооружений, что вызывало иллюзию зрительного восприятия реально построенных объектов (см. например, одно из первых такого рода устройств – макетоскоп [280]). Затем, по мере внедрения в архитектурное проектирование ЭВМ, за рубежом стали появляться программы автоматического построения перспектив, причем перспектив не с одной точки наблюдения, а с любого, наперед заданного числа таких точек [264, с. 185]. Логическим продолжением этого процесса стали программы, в которых точки наблюдения заранее автоматически задавались на определенных интервалах вдоль условной, проведенной по желанию проектировщика на генеральном плане, линии. Эта линия отображает маршрут, которым, в целях осмотра построенного объекта, может воспользоваться в реальных условиях будущий зритель.

В результате автоматически создается большое количество связанных друг с другом перспективных изображений объекта, последовательное отображение которых на экране (с определенной скоростью) создает почти полную иллюзию того, что зрителю наблюдает объект, перемещаясь вокруг него. Подобная иллюзия становится еще более впечатляющей, если это (фактически кинематографическое) изображение объектадается в цвете и с полутонаами [284, с. 31]. Дальнейшее совершенствование в этой области идет по пути создания стереоскопических [285, с. 33] и даже голограммических [284, с. 38] изображений. У нас аналогичные работы в этой области уже не один год успешно ведутся на базе исследований Ю.И. Коробова [122], [123] и В.Н. Семенова [196], [197]. Соответствующие программы для ЭВМ, имеющие уже не экспериментальный, а практический, реальный характер, входят в отраслевой фонд алгоритмов и программ (см., например, программу "Перспектива-1" [179]).

Таким образом, современные технические средства дают возможность архитектору с максимально возможной точностью получить представление о том, как будет выглядеть запроектированный объект в реальных условиях. Мы полагаем, что вопрос о корректировке оптических искажений самих сооружений (и тем более об их оценке) становится неактуальным.

## ЧЕРЕДОВАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ ОБЪЕКТА

"Надо измерять все измеримое и делать измеримым то, что пока еще не поддается измерению"

Галилей (цит. по кн.: 178, с.98)

В архитектуре (так же, как например в поэзии, музыке) широко используется прием закономерного чередования каких-то свойств, признаков, частей целого объекта. Например, закономерно чередоваться могут отдельные здания (составляющие некоторый комплекс, ансамбль); могут чередоваться и части здания (окна, двери), конструктивные элементы (колонны, ступени), отдельные детали (например, элементы орнамента) и т.д.

Подобную закономерную последовательность по аналогии с математикой иногда называют рядом, а образующие эту последовательность свойства, признаки, части – элементами ряда. Последовательность, формирующая ряд, может проявляться не только в закономерном чередовании количества, формы или размеров элементов ряда, но также и в закономерном чередовании их массы, цвета, фактуры, светотени и вообще любых визуально воспринимаемых признаков архитектурного объекта. Необходимо отметить, что элементы ряда сами тоже могут состоять из нескольких отдельных частей, так сказать "подэлементов" (которые иногда сами могут образовывать ряд), например, каждый элемент ряда, образуемого равномерно расставленными сдвоенными колоннами, включает в себя три "подэлемента" – две колонны и интервал между ними. Ряды, элементы которых тоже являются рядами, называются сложными.

Любой ряд, с точки зрения производимого им впечатления, характеризуется тремя основными параметрами: количеством элементов ряда  $n$ , интервалами между элементами ряда  $b$  и соотношением  $C$ , показывающим различие в интенсивности выражения двух соседних [ $i$ -го и ( $i+1$ )-го] элементов ряда. Например, во сколько раз они отличаются друг от друга по своим размерам или по светлоте, по глубине рельефа поверхности или величине интервала между ( $i-1$ )-ым и  $i$ -тым элементами, с одной стороны, и между  $i$ -тым и ( $i+1$ )-ым элементами – с другой и т.д. В зависимости от величины параметра  $C$  все многообразие применяемых в архитектуре закономерно чередующихся последовательностей элементов (т.е. рядов) можно подразделить на две группы: ряды, у

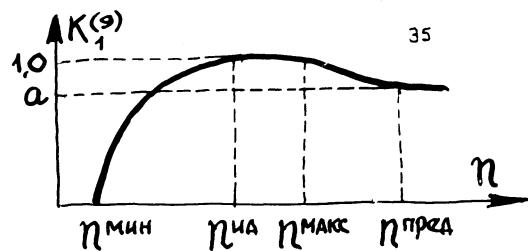
которых  $C=1$ , называются метрическими рядами (или просто метром), а ряды, характеризующиеся условием  $C \neq 1$ , называются ритмическими рядами (или просто ритмом). Рассмотрим каждый из этих двух видов рядов в отдельности.

### Метр (9)

Термин метр произошел от греческого *metron* – мера – и в архитектуре означает равномерное повторение одинаковых или сходных визуально воспринимаемых признаков объекта на равных интервалах. Такой повтор при определенных условиях создает у наблюдателя впечатление циклической закономерности, причем интенсивность этого впечатления (т.е. оценка метра  $K(9)$ ) зависит от параметров  $n$  и  $b$ . Понятно, что сколько-нибудь точная количественная взаимосвязь между этими параметрами и функцией  $K(9)$  может быть установлена только в результате проведения специальных психологических экспериментов (данных о которых до настоящего времени в литературе, к сожалению, найти почти не удалось). Однако уже и сегодня имеются некоторые предпосылки для того, чтобы получить представление об общем характере этой зависимости. Для простоты, в первом приближении будем анализировать влияние на оценку метра  $K(9)$  каждого параметра в отдельности.

Что касается функции  $K_1(9) = f_1(n)$ , то представляется, что график ее может выглядеть так, как показано на рис.35. На этом графике имеются четыре характерные точки:

1. Точка с абсциссой  $n=n_{\min}$ : Количество членов ряда  $n_{\min}$  настолько мало, что у наблюдателя еще не возникает ощущение наличия какой-то закономерной последовательности, ощущение существования ряда (метра). Понятно, что если нет ощущения метра, то и  $K_1(9) = 0$ . По поводу точного численного значения величины  $n_{\min}$  в



35 | 36а

36б

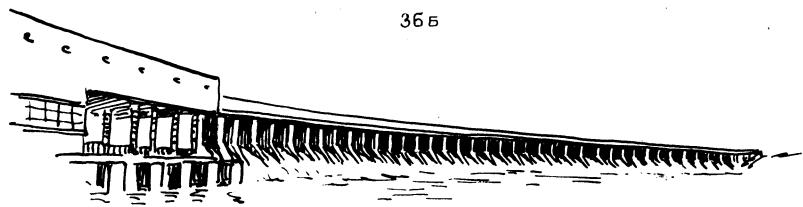
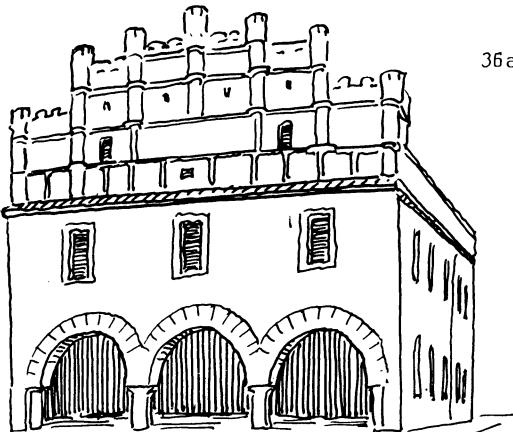


Рис. 35. График функции  $K_1^{(9)} = f_1(n)$ , где  $n$  – количество элементов, образующих метрический ряд

Рис. 36. Ощущение метра в зависимости от числа элементов метрического ряда  $n$   
а – Дом "У белого конька" в Тршебоне, Чехословакия, 1544 г. При  $n = n_{\min} = 3$ , по мнению ряда авторов, уже возникает ощущение метра; б – Плотина ДнепроГЭС им. В. И. Ленина. Архитекторы В. Веснин, Н. Колли, Г. Орлов, Г. Андреевский, 1932 г. При  $n > n_{\text{пред}}$  ощущение метра уже не меняется, несмотря на увеличение числа элементов ряда  $n$

литературе встречаются похожие, но не полностью совпадающие точки зрения. Так, например, Р.П. Повилейко считает, что ощущение метрического (или ритмического) ряда возникает уже при  $n_{\min} = 3$  [174, с.78]. Сходную величину называет и А. Моль, отмечающий, что при проведении соответствующих психологических экспериментов более 50% испытуемых ощущают периодичность ряда начиная с  $n_{\min} = 3-4$  [151, с. 124, 128]. С точки зрения Г.Б. Борисовского,  $n_{\min} = 4$  [28, с.45]. В этом отношении несколько особняком стоит мнение

Ю.С. Сомова, утверждающего, что ощущение метрического ряда начинает возникать только тогда, когда наблюдатель при мгновенном взгляде уже не может сразу уловить количество имеющихся в ряду элементов (чему соответствует  $n_{\min} = 6-7$ ) [204, с.167] (рис.36,а).

2. На графике функции  $K_1^{(9)} = f_1(n)$  имеется точка, абсцисса которой  $n = n_{\text{id}}$ , а ордината = 1. Иначе говоря, эта точка соответствует такому "идеальному" числу элементов метрического ряда, при котором ощущение метра достигает

наибольшей силы ( $K_1(9) = 1$ ). Данных о величине  $\bar{n}$  ид в литературе найти не удалось, но, по-видимому, можно считать, что, во-первых,  $\bar{n}$  ид будет несколько различаться в зависимости от характера элементов ряда и, во-вторых, не исключено, что для каждого данного ряда величина  $\bar{n}$  ид выражается не одним числом, а некоторым интервалом между двумя числами (в пределах которого ощущение интенсивности метрического ряда остается постоянным, максимальным и оцениваемым ординатой, равной 1).

3. Большинство специалистов считает, что на оси абсцисс имеется такая точка  $\bar{n} = \bar{n}_{\max}$ , начиная с которой ряд теряет свою выразительность, потому что становится слишком монотонным, "скучным", однообразным. Соответственно и оценка такого метрического ряда постепенно понижается от 1 до некоторой величины  $\alpha$ . Р.П. Повилейко считает, что впечатление от метра начинает уменьшаться, начиная уже с  $\bar{n}_{\max} = 10-15$  элементов ряда [173, с.59]. А. Уиттик, отмечая, что величина  $\bar{n}_{\max}$  тем больше, чем более красив, совершенен сам по себе элемент ряда, считает, что, для римской аркады  $\bar{n}_{\max} = 50$  [214, с.16]. Несколько иначе рассматривает этот вопрос И. Седрюк. Он оперирует не числом  $\bar{n}$  элементов метрического ряда, а геометрической длиной этого ряда. Так, применительно к метрическому ряду, представленному на фасаде городского здания, он, основываясь на психофизиологических особенностях зрения человека, дает рекомендацию, что длина фасада не должна быть больше 40 м (в среднем) [201, с.70], [200, с.14].

4. Наконец, есть некоторые основания считать, что существует такое число  $\bar{n} = \bar{n}_{\text{пред}}$ , начиная с которого наблюдателю практически становится все равно, будет ли число элементов метрического ряда равно  $\bar{n}_{\text{пред}}$  или еще большему числу (рис.36,б). В связи с этим для всех  $\bar{n} \geq \bar{n}_{\text{пред}}$  оценка метра  $K_1(9)$  является величиной постоянной и равной  $\alpha$ .

Необходимо еще раз подчеркнуть, что функция  $K_1(9)$  существенно зависит от особенностей элементов ряда: например, если ряд представляет собой колоннаду, то на функцию  $f_1$  влияют размеры, цвет и фактура колонн, условия их освещенности и т.д.; что график функции  $K_1(9) = f_1(\bar{n})$ , показанный на рис.35, дает представление только об общем характере этой функции, и для метрических рядов, образованных разными типами элементов, должен уточняться на

основе проведения специальных психологических экспериментов.

Рассмотрим теперь оценку метра  $K_2(9)$  в зависимости от величины интервала  $b$  между элементами ряда. Общий характер графика функции  $K_2(9) = f_2(b)$  представлен на рис.37. На этом графике можно выделить три характерные точки.

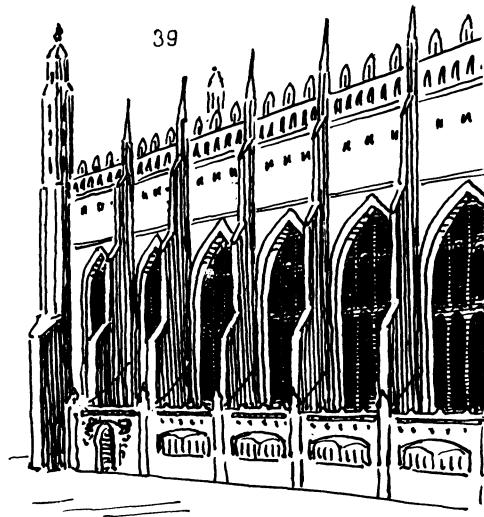
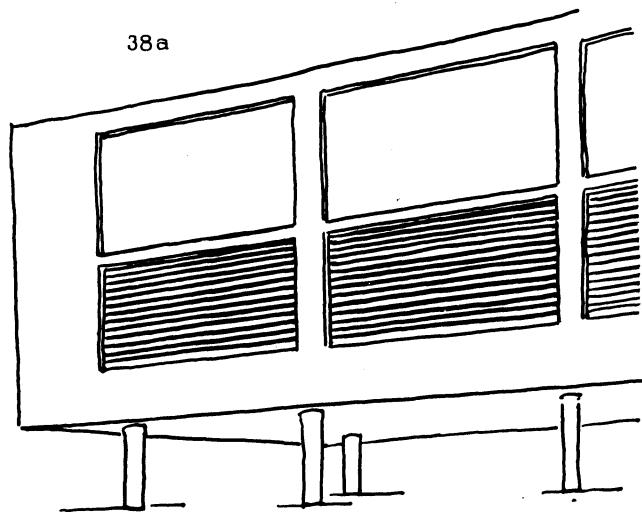
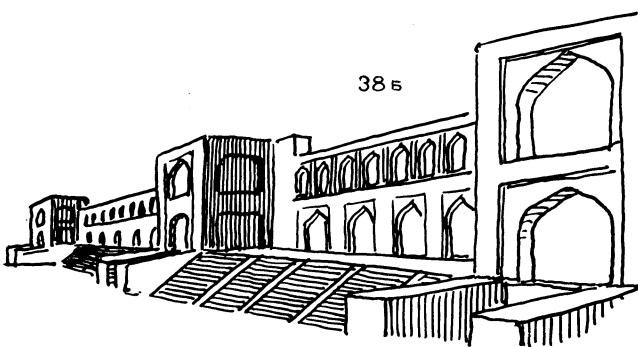
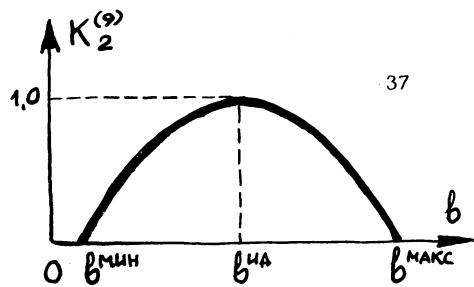
1. Точка с абсциссой  $b = b_{\min}$ . Она характеризует тот минимальный интервал между элементами метрического ряда, при уменьшении которого отдельные элементы самостоятельно не воспринимаются, сливаются в общее целое, а это значит, что пропадает ощущение существования ряда и таким образом  $K_2(9) = 0$ . Для определения величины  $b_{\min}$  можно воспользоваться установленным в экспериментальной психологии фактом, что сигналы, поступающие с периодом, меньше 0,1 с, в создании человека воспринимаются уже не в отдельности, а как некое целое [151, с.125] (рис.38,а).

2. Точка с абсциссой  $b = b_{\max}$ . Эксперименты показывают, что в метрическом ряду может быть такой большой интервал  $b$  между элементами, что наблюдатель уже не воспринимает эти элементы как части какой-то закономерной последовательности (метрического ряда), а ощущает каждый из них самостоятельно, вне связи с другими элементами (рис.38,б). Таким образом ощущение ряда пропадает, и поэтому  $K_2(9) = 0$ . В упомянутых выше психологических экспериментах было установлено, что при поступлении сигналов с интервалом больше, чем 5–10 с, человек перестает ощущать периодичность этих сигналов.

3. В промежутке между  $b_{\min}$  и  $b_{\max}$  должна существовать такая идеальная величина интервала  $b = b_{\text{id}}$ , при которой ощущение метра достигает своего максимума и значит  $K_2(9) = 1$ .

Зная оценки  $K_1(9)$  и  $K_2(9)$ , сравнительно несложно для каждого данного метрического ряда найти обобщающую оценку  $K(9)$  (например, с помощью операции усреднения).

Необходимо отметить, что все, сказанное выше, относилось к так называемым простым метрическим рядам, в которых повторяется один и тот же признак, свойство (рис.39). Метрический же ряд, образуемый при сочетании двух или большего числа простых метрических рядов, иногда называют



37 | 38б  
38а | 39

Рис. 37. График функции  $K_2^{(9)} = f_2(b)$ , где  $b$  – расстояние между элементами метрического ряда

Рис. 38. Ощущение метра в зависимости от интервала  $b$  между элементами ряда:

а – Выставочный зал в Университетском центре в Каракасе, Венесуэла. Архит. К. Р. Вильянуэва. При  $b = \delta_{\min}$  отдельные элементы самостоятельно не воспринимаются и сливаются в общее целое; ряд не ощущается; б – мост-плотина Поль-Хаджу в Исфахане, Иран, XVII в. При  $b > \delta_{\max}$  элементы не ощущаются как числа закономерного ряда, а воспринимаются самостоятельно, каждый в отдельности

Рис. 39. Капелла Кингс-колледжа в Кембридже, Англия. Архит. Д. Уэстелл, 1446–1575 гг.  
Простой метр: на равных интервалах повторяются равные элементы

сложным. Сложные метрические ряды можно разделить на три группы (рис.40) :

- 1) на равных интервалах чередуются неравные элементы;
- 2) на неравных интервалах чередуются равные элементы;
- 3) на неравных интервалах чередуются неравные элементы. Сравнительно несложно показать, что кратко описанный выше подход к оценке простых метрических рядов принципиально может быть распространен и на сложные ряды – различие в основном будет выражаться в большей трудоемкости необходимых вычислений.

### Ритм (10)

Термином **ритм** (от греческого *rhythmos* – равномерное чередование) в архитектуре (в отличие от общепринятого значения) называют закономерное изменение – нарастание или убывание – какого-то определенного, визуально воспринимаемого признака или свойства объекта.

Как уже отмечалось, впечатление от ритма (а значит и оценка ритма  $K(10)$ ) зависит не только от параметров  $a$  и  $b$  (как в метрических рядах), но и от параметра  $C$ . Поэтому частные оценки ритма  $K_1(10) = f_1(a)$  и  $K_2(10) = f_2(b)$  в принципе могут быть получены так же, как и при оценке метра.

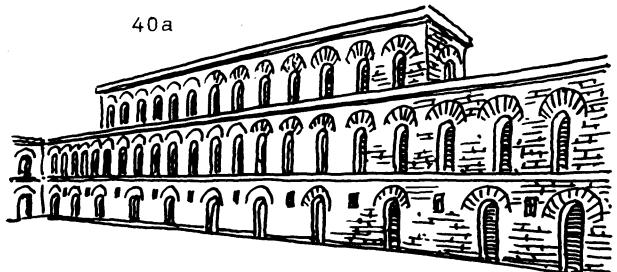
Рассмотрим теперь частную оценку ритма  $K_3(10) = f_3(C)$  (рис.41). Понятно, что существует такое минимальное, близкое к 1 значение  $C_{\min}$ , ниже которого различия между элементами ряда уже не улавливаются наблюдателем. Ряд выглядит не ритмическим, а метрическим и, значит,  $K_3(10) = f_3(C) = 0^X$  (рис.42). Для некоторых частных случаев ритмических рядов величина  $C_{\min}$  может быть найдена уже и сегодня. Так, например, для двух сблокированных и сдвинутых в горизонтальной плоскости объемов (рис.43) в результате психологических экспериментов установлено, что  $\Delta = 33 \delta^2$ , где  $\delta$  – отношение меньшей стороны плана к большей для более крупного из двух сблокированных объемов, а  $\Delta$  – это та минимальная сдвигка, ниже которой уже пропадает ощущение смещения объемов [58, с.79]. Понятно, что,

<sup>x</sup> Здесь и далее для простоты рассматриваются только случаи, когда  $C \geqslant 1$  (к которым всегда можно свести и ситуацию  $C < 1$ ).

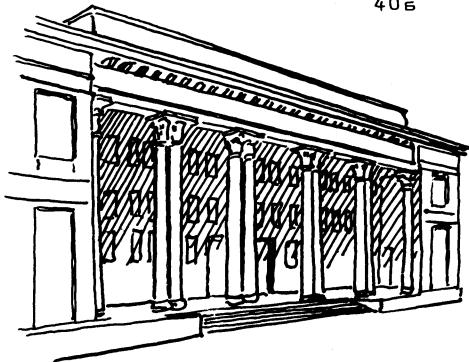
зная  $\Delta$ , сравнительно несложно вычислить и величину  $C_{\min}$ . Представляется очевидным (и подтверждается повседневным опытом), что существует и такая большая величина  $C_{\max}$ , выше которой вообще теряется ощущение какой-бы то ни было закономерной взаимосвязи между двумя элементами – эти элементы начинают восприниматься независимо друг от друга, каждый сам по себе. А это значит, что пропадает ощущение закономерного ритмического ряда и поэтому  $K_3(10) = 0$  (рис.44). Так как функция  $K_3(10) = f_3(C)$  принимает значения, равные 0 при  $C = C_{\min}$  и  $C = C_{\max}$ , на основе известной теоремы функционального анализа можно заключить, что существует такое идеальное значение  $C = C_{id}$  для которого впечатление от ритмического ряда будет максимально сильным (значит  $K_3(10) = 1$ , рис.45). Наличие частных оценок  $K_1(10)$ ,  $K_2(10)$  и  $K_3(10)$  позволяет вычислить и общую оценку ритма  $K(10)$ . Как уже отмечалось, ритм может проявляться при закономерном изменении любых визуально воспринимаемых признаков объекта, и оценка его может быть получена на основе описанных выше предпосылок, необходимо только, чтобы изменение этих признаков поддавалось количественному выражению. При этом автор не может согласиться с Е.Н. Шемшуриной, которая считает, что некоторые виды ритмических закономерностей, например связанные с цветом, фактурой, не могут быть выражены в математической форме, а значит и количественно оценены [236, с.139], [237, с.28, 44]. Как было показано, и цвет, и фактура могут быть выражены количественно, что позволяет дать количественную оценку основанным на них ритмам.

Все сказанное выше прилагалось нами к относительно простым ритмическим рядам (рис.46). Однако в теории архитектурной композиции [138, с.62] выделяют и сложные ритмические ряды, полученные в результате сочетания нескольких простых ритмических или метрических рядов (иначе говоря, элемент сложного ритма сам может быть простым ритмическим или метрическим рядом рис.47): 1) сочетанием метрических рядов; 2) сочетанием метрических и ритмических рядов; 3) сочетанием ритмических рядов. Метод оценки подобных сложных ритмических рядов не отличается принципиально от описанных выше способов оценки простых рядов (требуется только больший объем вычислений).

40а



40б



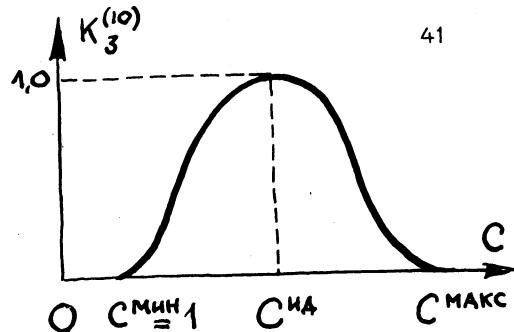
40в



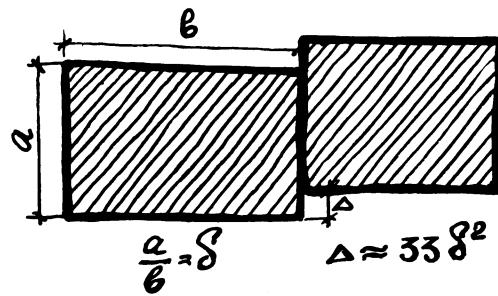
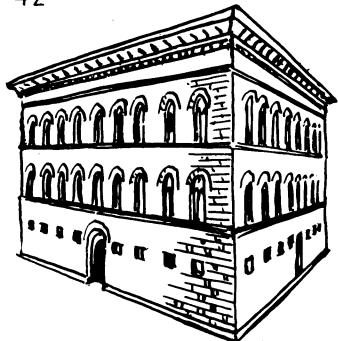
40а | 40б  
40в | 41

Рис. 40. Сложный метр: меняются интервалы или элементы:  
а – Палаццо Питти во Флоренции. Архитекторы Брунеллеско и Амманати, ХУ1 в. На равных интервалах чередуются неравные элементы; б – филиал Института марксизма-ленинизма в Тбилиси. Архит. А. В. Щусев, 1938 г. На неравных интервалах чередуются равные элементы; в – собор в Малаге, Испания. Архит. В. Асеро, ХУШ в. На неравных интервалах чередуются неравные элементы.

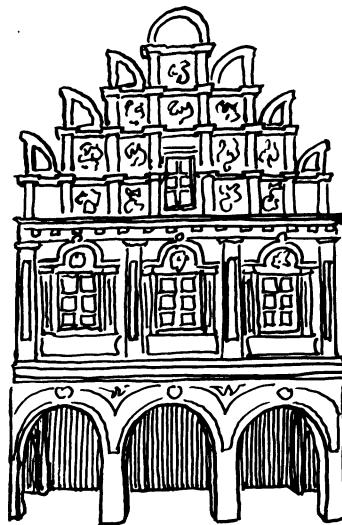
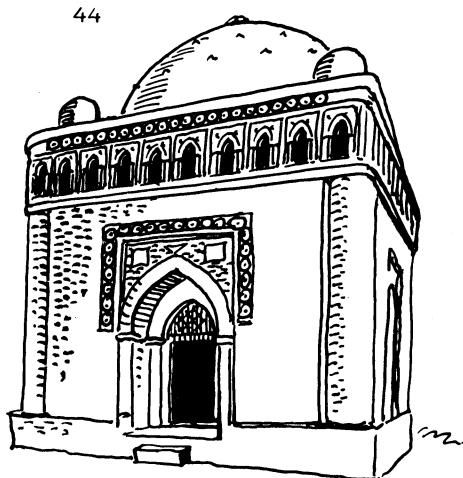
Рис. 41. График функции  $K_3^{(10)} = f_3(C)$ , где  $C$  – соотношение размеров элементов ритмического ряда



42



43



45

$$\begin{array}{c|c} 42 & 43 \\ \hline 44 & 45 \end{array}$$

Рис. 42. Палаццо Строци во Флоренции. Архит. Б. Димайано, ХУ в.  
Разница в высоте этажей настолько незначительна, что ритм почти не ощущается

Рис. 43. Минимальная сдвигка  $\Delta$  двух неравных блокированных объемов, уже создающая впечатление ритма

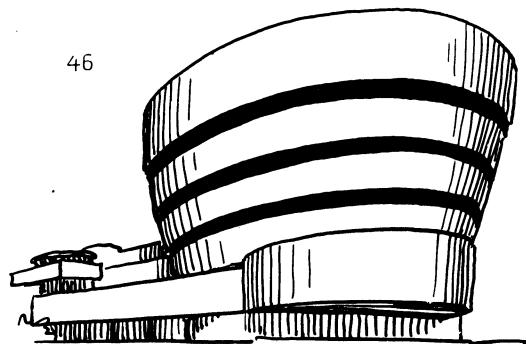
Рис. 44. Мавзолей Саманидов в Бухаре, IX–X вв.

Различие между размерами окон и двери настолько велико, что пропадает ощущение закономерной их связи

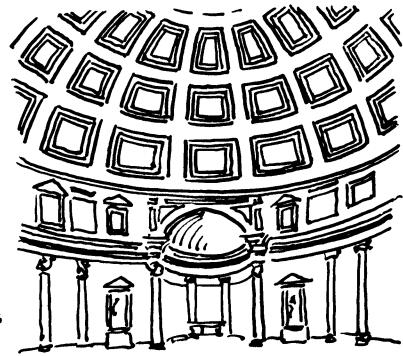
Рис. 45. Жилой дом в Тельче, Чехословакия, 1555 г.

Соотношение размеров элементов близко к идеальному и обеспечивает силу ощущения ритма

46

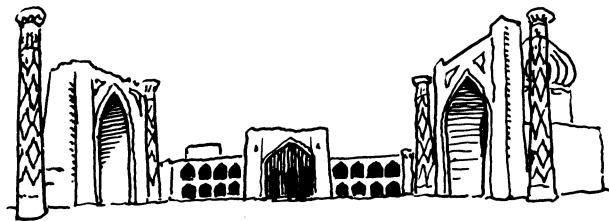


47б

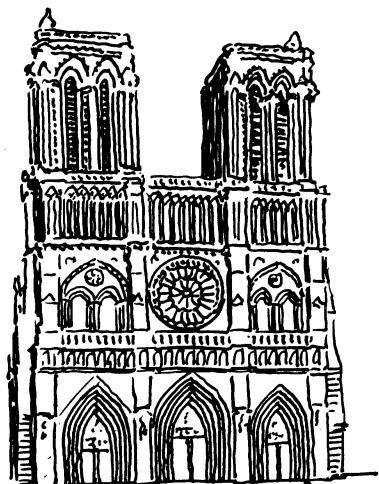


46 | 47а

47б | 47в



47а



47в

Рис. 46. Музей Гугенхайма в Нью-Йорке, архит. Ф. Л. Райт, 1959 г.  
Пример относительно простого ритма

Рис. 47. Сложные ритмические ряды

а – Регистан в Самарканде, XI–XII вв. Сочетание метрических рядов; б – купол Пантеона в Риме. Архит. Аполлодор, 125 г. Сочетание метрических (по горизонтали) и ритмических (по вертикали) рядов; в – собор Парижской Богоматери, XI–XII вв. Сочетание ритмических рядов. Ритм проявляется в обрамлении каждого входа и в соотношении размеров всех трех входов

## СХОДСТВО И РАЗЛИЧИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ ОБЪЕКТА

"Я убежден, что чисто математическое построение позволяет найти те понятия и те закономерные связи между ними, которые дают ключ к пониманию явлений природы".

А. Эйнштейн [252, с. 9]

При визуальном восприятии интерьера и экsterьера архитектурный объект представляется целым, состоящим из совокупности отдельных частей, свойств, признаков, находящихся между собой в различных взаимоотношениях. Эти взаимоотношения можно анализировать с различных точек зрения. Мы их уже анализировали с точки зрения нахождения закономерности чередования этих частей, свойств, признаков (метр и ритм); теперь мы перейдем к исследованию взаимоотношений, важных для выявления их сходства или различий (на примере таких "Элементов красоты", как контраст и нюанс, симметрия и асимметрия, статичность и динамичность, архитектоника) и др.

Несмотря на то что элементы нюанс и контраст, симметрия и асимметрия, статичность и динамичность образуют между собой логические пары, для удобства будем рассматривать каждый из них в отдельности.

### Нюанс (11)

В архитектуре нюансными обычно называют такие отношения признаков и свойств объекта, которые приближаются к равенству, но одновременно позволяют наблюдателю и различать их. Эти признаки могут быть самые различные: размеры, масса, цвет, рельеф, форма, светотень и т.д. Рассмотрим пример, когда нюансным отношением  $C^H \times$  связаны высоты  $a_1$  и  $a_2$  двух рядом расположенных архитектурных объемов 1 и 2:  $C^H \neq \frac{a_1}{a_2}$ . Тогда должно существовать такое минимальное (но большее  $1^{XX}$ ) значение  $C^H_{\min}$ , меньше которого нюанс еще не ощущается, так как

<sup>x</sup> Индекс "н" при величине С означает, что отношение нюансно (в отличие от контрастного, для которого будет использован индекс К).

<sup>xx</sup> Для простоты, здесь и в дальнейшем рассматривается случай, когда  $a_1 > a_2$ .

переходит в тождество. Понятно, что если нет нюансного отношения, то и его оценка  $K(11) = f(C^H_{\min}) = 0$  (рис.48).

Понятно также, что различия между  $a_1$  и  $a_2$  могут быть так велики, что нюансное отношение будет ощущаться уже не как нюансное, а, например, как контрастное. Значит, на графике функции  $K(11) = f(C^H)$  должно быть такое значение  $C^H = C^H_{\max}$ , при превышении которого нюанс исчезает и вследствие этого  $K(11) = 0$ . Ясно также, что в интервале  $C^H_{\min} - C^H_{\max}$  должно существовать такое идеальное значение  $C^H = C^H_{id}$ , для которого впечатление от нюанса достигает максимальной силы [а значит и  $K(11) = f(C^H_{id}) = 1$ ].

В заключение добавим, что общий характер поведения функции  $K(11)$ , по-видимому, останется одним и тем же и при оценке нюанса применительно не только к размеру, но и к другим признакам объекта — массе, цвету, фактуре и т.д. и что общая оценка нюанса может быть получена как некоторая результирующая (например, средняя взвешенная) этих частных оценок.

### Контраст (12)

В противоположность нюансному контрастным в архитектуре считают такое отношение признаков, свойств, которое характеризуется ярко выраженным их неравенством. Между нюансом и контрастом существует взаимосвязь, выражаяющаяся в том, что верхняя граница нюанса  $C^H_{\max}$  будет нижней границей контраста  $C^K_{\min}$ , т.е.  $C^H_{\max} \approx C^K_{\min}$ . Что касается верхней границы контраста  $C^K_{\max}$ , то для таких признаков, как, например, цвет, светотень, фактура, она может совпадать с идеальным значением  $C^K_{id}$ , а для других признаков (размеры, масса) превышать значение  $C^K_{id}$  (так

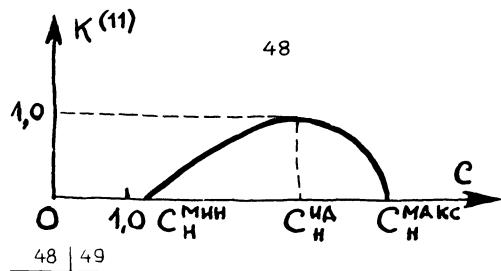


Рис. 48. График функции  $K^{(11)} = f(C^H)$ , где  $C^H$  – нюансное отношение признаков объекта

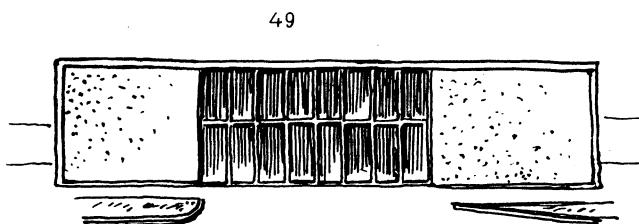
Рис. 49. Технический центр компании "Дженерал Моторс". Корпус для испытания моторов в Детройте, США. Архит. Э. Сааринен, 1951–1955 гг.  
Контраст между глухой стеной и витражом

же, как и для нюанса). Иначе говоря,  $C^K_{id}$  в этом случае может быть таким большим, что теряется возможность сопоставления между собой двух признаков  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – они становятся "несоизмеримыми" [чем и определяется оценка  $K^{(12)} = 0$ ].

В литературе встречаются утверждения, например в работе [218, с. 135], что числовое выражение степени контраста возможно только при сопоставлении геометрических величин – линий, площадей, объемов и что контрастное отношение, например, глухой поверхности стены и стеклянного витража или контраст между горизонтальными и вертикальными элементами не могут быть количественно оценены.

Эта точка зрения нам не представляется убедительной. Рассмотрим контраст между глухой стеной и витражем (рис. 49). Очевидно, ощущение контраста в данном случае будет определяться совокупностью впечатлений от контраста между массивной стеной и легким стеклянным заполнением, от контраста шероховатой поверхности стены и зеркальной поверхности стекла, от контраста между глухой стеной и витражем по светлоте, насыщенности и цветовому тону и т. д. Но, как было показано в предыдущих разделах, каждый из этих признаков контраста может быть количественно выражен, а значит могут быть количественно выражены и соответствующие частные оценки контраста (а, следовательно, и его общая оценка  $K^{(12)}$ ).

Что касается контраста в общепринятом значении, например между вертикальными и горизонтальными элементами объекта, то, приняв в



49

качестве оцениваемого параметра угол  $\alpha$  между сравниваемыми элементами, можно считать, что при  $\alpha = 0 K_\alpha^{(12)} = 0$ , а при  $\alpha = 90^\circ K_\alpha^{(12)} = 1$ . Принципиально вполне возможно найти значение  $K_\alpha$  и для промежуточных значений  $0 < \alpha < 90^\circ$ . Таким образом, любые нюансные и контрастные отношения – отношения, по мнению О. Шуази поочередно доминировавшие в разные эпохи развития архитектуры [242, с. 368] – могут быть количественно оценены.

### Симметрия (13)

Термин "симметрия" (от древнегреческого *бίδμετρικός*), по некоторым данным, был впервые введен Пифагором для обозначения однородного, соразмерного, пропорционального, гармоничного в объекте [215, с. 13, 14]. (То есть первоначальный смысл этого термина был близок к современному понятию "гармоничность".) Симметричность отдельных признаков объекта или всей композиции с момента зарождения искусства (и, в частности, архитектуры) во многих (но не во всех) стилях и направлениях считалась одной из обязательных предпосылок красоты (рис. 50), подтверждением чему служат высказывания многих архитекторов, философов и естествоиспытателей: Л.-Б. Альберти [9, с. 30], Д. Дидро [96, с. 143], О. Шуази [242, с. 40, 317], Г. В. Вульфа [62, с. 6], А. В. Шубникова [244, с. 10] и многих других.

Вопрос о причине определенной эстетической значимости любого проявления симметрии нельзя считать до конца выясненным. Так, если

Виолле ле Дюк просто объявляет, что симметрия "... это инстинкт человеческой природы" [55, с. 46], то например, М. Гика [75, с. 111, 183] и В. Вельякович [50, с. 71] считали, что эстетическая значимость симметрии связана с симметричностью (хотя бы относительно одной плоскости) формы подавляющего числа живых организмов. По мнению О. Шуази, симметрия проявляется не только в животном, но и в растительном мире, что еще больше увеличивает ее значение для человека [242, с. 317]. М. Я. Гинзбург выдвинул идею, что воздействие симметрии связано с тем обстоятельством, что у человека два симметричных глаза [78, с. 23].

В других случаях в качестве главных причин эстетического воздействия симметрии выдвигаются не биологические, а социальные факторы. Например, с точки зрения В. Банслова, симметрия стала эстетическим фактором не как отражение определенных биологических закономерностей, а как следствие многовекового человеческого опыта, подсказывающего, что симметричные орудия, предметы и продукты труда — наиболее удобны в использовании [44, с. 50]. Г. В. Плеханов [172, с. 311], а также С. С. Гольдентрихт [85, с. 35] и другие советские эстетики объединяют и социальные, и биологические факторы, считая причинами воздействия симметрии и объективную полезность, удобство симметричных предметов, и факт всеобщей распространенности симметрии в живой природе.

Н. Крюковский [130, с. 108] высказывает мнение, что эстетическая значимость симметрии связана не только в определенной правильностью формы любых биологических объектов, но и с объективным свойством реального физического пространства иметь строго фиксированное количество возможных симметричных сочетаний. Так, например, в теории симметрии доказано, что на плоскости можно построить лишь 17 видов симметричного расположения одинаковых фигур. Ту же плоскость можно равномерно заполнить только 8 видами равных многоугольников, имеющих параллельные стороны. В трехмерном пространстве возможны только 230 форм симметрии, которые строятся на 14 более общих пространственных формах, называемых решетками Бравэ. Наконец, можно отметить, что в капитальной монографии А. В. Шубникова и В. А. Концика причина эстетического воздействия симметрии увязывается с особенностями психического процесса визуального восприятия объекта [245, с. 13].

Итак, факт определенной обусловленности и эстетической значимости проявления симметрии в различных предметах естественного и искусственно-го происхождения и в частности в архитектурных объектах — бесспорен.

Необходимо подчеркнуть, что в архитектуре симметрия может рассматриваться не только с точки зрения равенства размеров и формы отдельных объемов, частей, конструктивных элементов или деталей сооружения, но и по отношению к целому ряду других признаков, определяющих внешний вид объекта: массе, цвету, фактуре, светотени и т.д. Кроме того, могут присутствовать и некоторые специфические виды симметрии, например симметрия подобия, которая фактически идентична по своим свойствам ритмическому ряду<sup>1</sup>.

В дальнейшем для простоты будет рассматриваться симметрия только формы и размеров. Однако применяемый подход сохраняет свое значение и для оценки симметрии по остальным перечисленным выше признакам. Возьмем один из простейших случаев — симметричное расположение двух близких по размеру квадратов, находящихся на одинаковом расстоянии от оси симметрии (рис. 51). Пусть площади квадратов равны  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$ . Тогда оценка симметричности  $K^{(13)}$  может быть в первом приближении представлена простым выражением

$$K_1^{(13)} = 1 - \frac{|\Phi_1 - \Phi_2|}{\Phi_1} \quad (24)$$

При  $\Phi_1 = \Phi_2$  — наивысшая степень симметрии и, естественно,  $K^{(13)} = 1$ . При  $\Phi_1 \gg \Phi_2$  (или наоборот) симметрия практически отсутствует и соответственно  $K^{(13)}$  близко к 0. Вместо величин  $\Phi_2$  за оцениваемый параметр в формулу (24) можно взять расстояния  $a_1$  и  $a_2$  до оси симметрии (при  $\Phi_1 = \Phi_2$ ) и определить частную оценку  $K_2^{(13)}$ .

$$K_2^{(13)} = 1 - \frac{|a_1 - a_2|}{a_1} \quad (25)$$

Понятно, что и здесь  $0 \leq K_2^{(13)} \leq 1$

<sup>1</sup> Изложение различных видов симметрии с математическим выражением соответствующих закономерностей можно найти в капитальных руководствах по теории симметрий, например в монографиях [245] и [215].

Зная величины  $K_1^{(13)}$  и  $K_2^{(13)}$  для общего случая одновременного изменения и площадей  $\Phi$  и расстояний до оси симметрии  $a$ , можно подсчитать общую оценку симметрии  $K_{об}^{(13)}$ . Понятно, что таким же образом можно оценить степень симметричности, если переменными параметрами будут цвет, фактура, светотень, масса или какие-то другие характеристики квадратов.

Для оценки более сложных типов симметрии целесообразно принять предложенную А. В. Шубниковым классификацию, в соответствии с которой все теоретически возможные симметричные плоские фигуры делятся на три группы: 1) розетки — в них можно указать такую точку, от которой все элементарные фигуры отстоят на одном расстоянии; 2) бордюры — в них элементарные фигуры расположены вдоль одной прямой на равных от нее расстояниях; 3) панно — в них отдельные фигуры или их группы располагаются по узлам правильной сети [243, с.619].

В теории симметрии доказано, что симметрия розеток исчерпывается 3, бордюров — 7 и панно — 17 отдельными типами. Очевидно, что показанный выше элементарный подход к оценке симметрии может быть применен по отношению и ко всем этим 27 случаям существования симметрии на плоскости. Кроме того, с помощью достаточноreprезентативных психологических опытов могут быть найдены и относительные эстетические оценки симметричности взаимовлияния этих трех основных групп и внутри каждой группы в отдельности. Сочетание этих оценок с оценкой  $K_{об}^{(13)}$  и позволит получить итоговую оценку  $K^{(13)}$  для каждого вида плоской симметрии. Подход к оценке пространственной симметрии в принципиальном отношении останется таким же, что и для симметрии на плоскости, а увеличится только трудоемкость вычислений.

### Асимметрия (14)

В архитектурной композиции отнюдь не исключается и применение асимметричности.

В противоположность симметрии, основные категории, понятия и виды которой имеют в настоящее время четкую математическую базу, понятие асимметрии подобного всеобъемлющего математического обоснования не имеет. Выясним принципиальную возможность определения количественной оценки асимметрии  $K^{(14)}$ .

Разберем тот же пример с квадратами, который был рассмотрен в предыдущем разделе. Нетрудно заметить, что для условий  $\Phi_1 \geq \Phi_2$  и  $0 \leq K_1^{(14)} \leq 1$  оценка асимметрии в первом приближении может быть представлена выражением

$$K_1^{(14)} = 1 - \frac{\Phi_2}{\Phi_1}. \quad (26)$$

Аналогично при  $a_1 > a_2$  и  $0 \leq K_2^{(14)} \leq 1$

$$K_2^{(14)} = 1 - \frac{a_2}{a_1}. \quad (27)$$

Общая оценка  $K_{об}^{(14)}$  может быть найдена обычным способом.

Есть основания предполагать, что для каждой пары сопоставляемых признаков (например для  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$ ) существует такое граничное значение  $C_{гр} = \frac{\Phi_1}{\Phi_2}$ ,

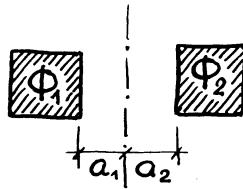
при котором симметрия уже, а асимметрия еще не может считаться выраженной достаточно интенсивно, сильно, четко. Это своеобразная граница между двумя понятиями, граница, на которой отношение  $C_{гр}$  может характеризовать и нечеткую, вялую симметрию, и столь же нечеткую, неявную асимметрию.

### Статичность и динамичность (15)

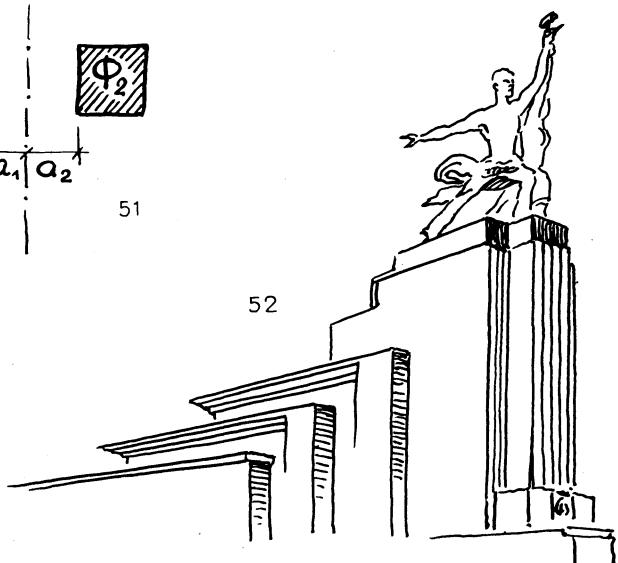
В теории архитектуры динамичностью (динамикой) обычно обозначают такое состояние объекта или отдельных его частей, которое характеризуется закономерным изменением (нарастанием или убыванием) одного или нескольких его признаков: массы, размеров, веса, цвета и т.д. Отсутствие такого изменения приводит к статичности (статике) объекта. Легко заметить, что в такой интерпретации понятия динамики и статики взаимосвязаны с понятиями метра и ритма: действительно, любой ритмический ряд динамичен, так как создает ощущение движения (нарастания или убывания) какого-то признака, в то время как метрический ряд, где отсутствует подобное движение, статичен. Категории динамики и статики связаны с категориями контраста и нюанса: нюанс, близкий к равенству, статичен, а контраст, нарушающий равенство, нарушает статичность и вследствие этого обуславливает динамику. Наконец, нужно отметить и тот



50



51



52

50 | 51 | 52

Рис. 50. Кельнский собор, XIII–XIV вв.

Рис. 51. Пример геометрической симметрии в композиции из двух квадратов

Рис. 52. Всемирная выставка 1937 г. Павильон СССР в Париже. Архит. Б. М. Иофан, скульптор В. Н. Мухина. Впечатлению динаминости способствует ритмическая, контрастная, асимметричная композиция

факт, что симметричные объекты всегда кажутся более статичными, чем объекты асимметричные (рис.52).

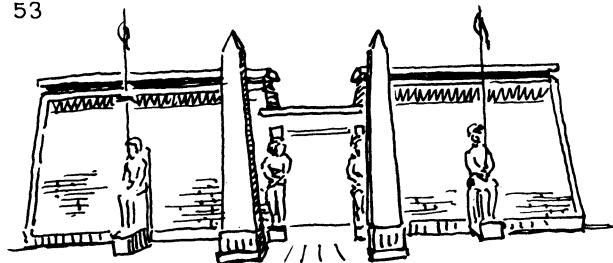
Таким образом, взаимосвязь динамики (статики) с ритмом и метром, с контрастом и нюансом, с асимметрией и симметрией, т.е. с элементами, возможность количественной оценки которых была показана в предыдущих разделах, позволяет утверждать, что и динамика, и статика объекта также могут быть подвергнуты количественной оценке. При получении такой оценки применительно к динамике во внимание должны быть приняты следующие три фактора:

1) насколько близко изменение рассматриваемого признака к определенной, визуально воспринимаемой закономерности (например, к прогрессии) ?

2) как велико различие по этому признаку между двумя соседними элементами формы? Например, в случае прогрессии какова величина ее разности или знаменателя? (При этом нужно учитывать, что так же, как и в случае с ритмом, слишком большое различие в соседних элементах формы может привести к потере ощущения какой-либо закономерности, в частности закономерности динамики);

3) каково общее число признаков данного объекта, обуславливающих ощущение динамики в одном и том же направлении?

Каждому из этих трех факторов соответствуют свои частные оценки динамичности  $K_1$  (15),  $K_2$  (15) и  $K_3$  (15) (которые могут быть получены по методологии аналогично рассмотренной ранее).



53 54

Рис. 53. Египетский храм.

Объект, зрительно воспринимаемый расчлененным на две равные по массе части, не создает эффекта соподчинения

Рис. 54. Военная Академия им. М. В. Фрунзе в Москве. Архитекторы Л. Руднев и В. Мунц, 1937 г.

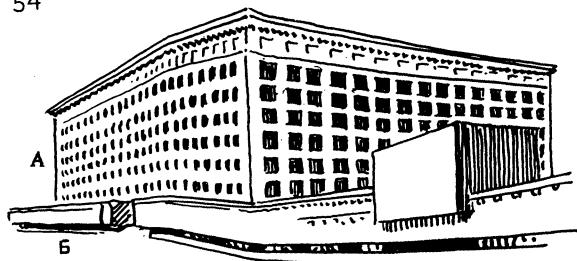
Эффект соподчинения двух прымывающих друг к другу объемов создается из-за различий их массы

Их результирующая и будет являться общей оценкой динамики  $K^{(15)}$ . Сходный подход может быть применен и для оценки статичности. Необходимо отметить, что, вероятно, первую подробную классификацию видов динамики применительно к архитектуре дал Я. Г. Чернихов. Наряду с этим он утверждал, что "Никакими точно обоснованными правилами нельзя установить законы и нормы присутствия динамики в архитектуре. Понятие динамики принадлежит к числу так называемых "понятий высшего порядка" [234, с. 21].

Принимая во внимание возражения по этому поводу В. С. Волги [58, с. 74], а также изложенный выше материал, нам кажется, что утверждение Я. Г. Чернихова сегодня уже не может считаться справедливым.

#### Архитектоника (16)

Архитектоника, отражающая характер соподчинения главных и второстепенных элементов сооружения, а также соподчинения целого и его отдельных частей, строится в большей мере на использовании таких рассмотренных выше элементов, как нюанс и контраст.



Соподчиненность выражается прежде всего в соотношении неравных масс, которое в свою очередь зависит от соотношений размеров, формы, фактуры, цвета и т.д. Объект, расчлененный на две равные части (рис. 53), не создает эффекта соподчинения (при условии, если эти части равны по своей массе, а это предполагает равенство по форме, размеру, цвету, фактуре и т.д.). В композиции, составленной из двух неравных частей (рис. 54), вертикальный элемент А доминирует над горизонтальным Б уже в силу своего большего размера (а это при прочих равных условиях означает и большей массы). Если использовать оценки массы  $K_A^{(2)}$  и  $K_B^{(2)}$  элементов А и Б, то в первом приближении, приняв линейную зависимость, можно выразить оценку архитектоники  $K^{(16)}$  формулой (28)

$$K^{(16)} = \alpha \frac{K_B^{(2)}}{K_A^{(2)}}, \quad (28)$$

где  $\alpha$  — коэффициент пропорциональности, зависящий от характера сооружения и подлежащий специальному определению (например, экспертным способом).

Тот же принцип оценки может быть применен и для более сложных схем архитектоники.

## НЕОБХОДИМЫЕ "ЭЛЕМЕНТЫ КРАСОТЫ"

"Гармония – вот что лежит в основе всех видов искусства на всем протяжении человеческой истории".

И. В. Жолтовский [103, с.29]

В предыдущих разделах были рассмотрены возможные подходы к количественной оценке 16 "элементов красоты". При всех различиях, существующих между этими элементами, им присуща одна особенность: каждый из этих элементов, практически почти всегда участвуя в формировании облика архитектурного объекта и в определенной мере обуславливая возникновение ощущения его красоты, совсем не обязательно должен иметь при этом наивысшую (или даже просто высокую) количественную оценку  $K(j)$  (вычисленную в соответствии с изложенным в предыдущих разделах подходами к анализу). Например, эстетичный архитектурный объект совсем не обязательно должен иметь самую большую массу (с оценкой  $K(2) = 1$ ), или самый сильный контраст (оценка которого  $K(12) = 1$ ), или самую ярко выраженную динамичность (оценка  $K(15) = 1$ ). Каждый из этих трех (и других 13) рассмотренных ранее элементов в конкретных условиях конкретного объекта в соответствии с замыслом архитектора может иметь любую количественную оценку  $K$  (т.е.  $0 \leq K(j) \leq 1$ ,  $j = 1, 16$ ). Кроме рассмотренных ранее 16 мы выдвигаем еще 4 элемента (№17 – пропорциональность, №18 – масштабность, №19 – стилевое единство сооружения и №20 – гармоничность), характерной особенностью которых является тот факт, что общая оценка красоты объекта  $K_K$  является монотонно-возрастающей функцией от количественных оценок  $K(j)$  ( $j = 17, 20$ ) каждого из этих элементов. Иначе говоря, чем более правильно выбраны пропорции сооружения и его масштабность, чем более полно обеспечено его стилевое единство и соответствие этого стиля конкретным условиям места, времени и обстановки, наконец, чем более гармоничным является воспринимаемый наблюдателем облик сооружения, тем оно более красиво. (Иными словами: чем ближе к 1 оценки этих элементов  $K(17)$ ,  $K(18)$ ,  $K(19)$  и  $K(20)$ , тем выше и общая оценка красоты объекта  $K_K$ .)

В силу подобной обязательности, желательности повышения оценок (до 1) каждого из этих четырех

элементов автор и считал нужным чисто условно по отношению к ним применить термин "необходимые элементы красоты" и рассмотреть их отдельно.

### Пропорциональность (17)

Проблема раскрытия законов пропорционирования была и остается одной из наиболее сложных проблем эстетики и архитектурной композиции. Поэтому не случайно, что из всех 20 факторов (элементов красоты), обуславливающих общее эстетическое впечатление от архитектурного сооружения, пропорциям посвящено едва ли не наибольшее количество теоретических работ.

Пропорции, т.е. равенство между двумя отношениями четырех величин, были известны античным математикам уже в У1 в. до н.э. Однако термин "пропорция" (латинское *proporatio*) появился, по-видимому, лишь в 1 в. до н.э. Этим термином Цицерон при переводе на латынь одного из сочинений Платона заменил греческое слово "анология", буквально означающее "вновь-отношение", "повторяющееся отношение" [162, с.37]. С тех пор в математике это понимание пропорции осталось без изменений. В архитектуре же наряду с этим классическим значением пропорции как равенства двух или нескольких отношений привилось и другое значение этого термина, означающее просто одно отношение двух величин<sup>1</sup>.

Подавляющее большинство архитектурных памятников античной эпохи явственно обнаруживает наличие той или иной системы пропорционирования. Но вот относительно основы, на которой базировались эти пропорциональные системы, до сих пор ведутся споры.

Здесь можно выделить несколько групп авторов. Одна из таких групп (условно назовем ее первой) объясняет наличие определенного про-

<sup>1</sup> В архитектурной литературе встречается и целый ряд других трактовок термина "пропорции", например, как закономерных взаимосвязей размеров частей сооружения, обусловленных элементами композиции (И. Шевелев).

порционального строя в памятниках античной архитектуры эстетической привлекательностью некоторых геометрических фигур, а также определенных отношений отрезков или чисел — точка зрения, корнями восходящая еще к взглядам Пифагора. Так, например, Э. Мессель считал таким отношение радиуса круга к стороне правильного вписанного многоугольника, отмечая при этом, что первоначально полученные подобным образом пропорции имели не эстетическое, а религиозно-мистическое значение. Эстетический же характер эти пропорции, с его точки зрения, приобрели гораздо позднее, в эпоху Возрождения [145, с. 16]. Д. Хэмбидж утверждал, что в основе пропорционального строя древнегреческих сооружений лежит не отношение отрезков прямой, а отношение площадей прямоугольников, на этих отрезках построенных [230, с. 33, 37].

Генчельман клал в основу пропорций древних греков так называемый кубический треугольник, т.е. треугольник, построенный на диагонали куба [87, с. 21]. М. Гика утверждал, что некоторые геометрические фигуры обладают своей собственной, сохраняющейся во все эпохи эстетической значимостью [75]. А. Тирш считал базой античных пропорций простые числовые отношения и подобие геометрических фигур [166, с. 251]. Шуази также считал, что в основе пропорций древнегреческих построек лежали простые числовые отношения [242, с. 581]. К этой же группе исследователей, считавших, что чисто математические соотношения сами по себе обладают эстетической значимостью, можно отнести и тех авторов (по выражению Р. Повилейко, "золотопоклонников"), которые абсолютизировали эстетичность золотого сечения (гармонического деления, деления в среднем и крайнем отношении), теоретически обоснованного еще в античности.

Пифагор в VI в. до н.э. называл его золотым делением или золотой пропорцией; начиная с XIII в. оно часто именуется божественной пропорцией, а общепринятое сейчас название золотое сечение впервые встречается у Леонардо да Винчи [215, с. 19]. (Некоторые археологи, основываясь на находках на палеолитических стоянках человека, относят начало практического использования человеком золотого сечения на гораздо более ранний период, отстоящий от нашего времени на 20–25 тыс. лет [274, с. 11].)

Придерживаясь взгляда, что золотое сечение проявляется во всей живой природе (включая и анатомию человека), А. Цейзинг утверждал, что

привлекательность архитектурных пропорций зависит от степени их близости к золотому сечению [233; 297; 298]. Попытки обнаружить проявление золотого сечения в изготовленных человеком предметах материальной искусственной среды предпринимались многими исследователями — от Г. Фехнера, который провел многочисленные опыты с целью определить эстетическую предпочтительность золотого сечения [224], и до кинорежиссера С. Эйзенштейна, на основе своих исследований различных видов искусства (например, поэзии, живописи) утверждавшего, что в любом произведении искусства, имеющем "органичную композицию", используется принцип золотого сечения [251, с. 18]. Необходимо отметить, что чрезвычайно многочисленная литература о золотом сечении в последние годы пополнилась работами, где делается попытка связать числовое выражение золотого сечения с некоторыми фундаментальными константами природы: зарядом электрона, постоянной Планка, скоростью света и др. [215, с. 22].

Этим кратким обзором кончается рассмотрение взглядов авторов, отнесенных нами выше к первой группе.

Вторая группа авторов (например, Альберти [9, с. 322], Гегель [70, с. 218], Г.Д. Гримм) пытается подвести под архитектурные пропорции музыкальную основу. (Отражением этих взглядов, вероятно, и явился знаменитый афоризм Фридриха фон Шлегеля: "Архитектура — это застывшая музыка".) Например, с точки зрения Г. Д. Гримма [87, с. 135] в основе античных и древнеегипетских пропорций лежат численные отношения консонантных интервалов октавы (впервые открытые пифагорейцами [45]).

Исследователи, относимые нами к третьей группе (например, Д. Б. Хазанов [228, с. 55], Р. П. Повилейко [175, с. 105]), придерживаются той точки зрения, что пропорциональный строй сооружения в основном определяется свойствами имеющихся строительных материалов и особенностями применяемых конструкций (мнение, истоки которого восходят еще к Галилео [64, с. 239]).

Признавая роль физических характеристик материала, ряд авторов, которых тоже можно отнести к третьей группе, считает однако, что на выбор той или иной системы пропорционирования влияют не только конструктивные, но и эстетические соображения. К этой группе можно отнести Б. Николаева [156, с. 163], Ю. К. Милонова [147, с. УШ], М. Г. Бархина [17, с. 283], Н. П. Былинкина [40, с. 21].

Еще одна, четвертая группа исследователей (например, К. Н. Афанасьев [ 14, с.211 ], В. П. Зубов [ 108, с.117 ] , И. Шевелев [ 235, с.49 ] ) считает, что эстетическая значимость той или иной системы пропорционирования базировалась в основном на том, что с использованием этих пропорций строителям древности было удобнее всего выполнить необходимые для постройки сооружения проектные и разбивочные работы<sup>1</sup>.

Можно выделить еще и пятую группу ученых, отличительной особенностью которой являются поиски эстетической значимости тех или иных пропорций с учетом особенностей зрительного восприятия и психики человека. К этой группе можно отнести Г. И. Покровского и В. Н. Тростникова [ 176, с.41; 177; 213, с.69 ] , З. Маца [ в кн.: 27, с.106 ], М. Борисавлевича [ 262, с.85 ], А. Моля [ 151 ].

Можно еще упомянуть также, что французский архитектор Клод Перро — переводчик и комментатор Витрувия — придерживался мнения, что эстетичность тех или иных пропорций просто объясняется присущей человеку привычкой подражать ранее построенным сооружениям [ 31, с.341 ].

В результате легко прийти к заключению, что вопрос об истоках эстетической привлекательности тех или иных архитектурных пропорций еще не имеет однозначного и общепринятого решения.

Нет единой точки зрения и по вопросу, сохраняет ли та или иная система пропорционирования свое значение в разные эпохи и для разных сооружений или же ценность ее зависит от функции и назначения сооружения?

Мнения о независимости пропорций от исторической эпохи и характера сооружения придерживались Э. Мессель [ 145, с.6 ], М. Гика [ 75 ], А. Цейзинг [ 233 ]. Однако и Витрувий [ 56, с.105 ], и Альберти [ 9 ], а в наше время, например, Н. П. Брунов [ 32, с.24 ], М. Г. Бархин [ 15, с.81 ], М. В. Федоров [ 220, с.155 ] отстаивают тезис о том, что применение того или иного пропорционального строя должно определяться как характером сооружения, так и социально-культурными особенностями эпохи строительства.

Подытоживая этот краткий обзор взглядов, можно сделать заключение, что проблема выбора наилучшей пропорциональной системы имеет огром-

ную сложность и для ее решения необходимы совместные усилия специалистов разных областей науки — психологов и физиологов, искусствоведов и архитекторов.

С точки зрения исследуемой проблемы основное значение имеет вывод, вытекающий из проведенного выше краткого анализа взглядов многочисленных теоретиков архитектуры и искусства, живших в самые различные эпохи: для каждого сооружения, в каждую конкретную эпоху существовали и существуют какие-то предпочтительные пропорции, которые, в рамках изложенного выше метода, и могут быть приняты в качестве идеального аналога<sup>1</sup>.

Таким образом, оценка пропорции  $K^{(17)}$ , заключенная в интервале  $0 \leq K^{(17)} \leq 1$ , будет тем ближе к 1, чем ближе будет сходство конкретных пропорций оцениваемого объекта с идеальными пропорциями для такого типа объектов данной эпохи. И принципиально не важно, как будут найдены эти идеальные пропорции, то ли на основе чисто теоретических изысканий (подобных, например, "Модулору" Корбюзье [ 279 ], [ 114 ] или работе Я. Д. Гликмана [ 81 ], предложившего, в развитие идей Хэмбиджа, так называемую универсальную систему пропорциональности, включающую в себя 26 взаимосвязанных пропорций), то ли на основе статистической обработки результатов массового психологического эксперимента, важно лишь то, что такие идеальные аналоги могут быть найдены. А при наличии таких аналогов и с учетом математического характера самих пропорций не будет представлять большого труда по обоснованному в конце первой главы алгоритму определить значение оценки пропорций  $K^{(17)}$  — это будет уже область сравнительно несложных вычислений.

## Масштабность (18)

Вопрос о масштабе сооружения относится к числу мало разработанных проблем архитектурной композиции. Да и само понятие масштабности в разные эпохи имело разное содержание. Первоначально, в античную эпоху, соразмерность (в нынешнем понимании — одновременно и масштаб-

<sup>1</sup> Разумеется, отнесение того или иного автора ко всем этим и последующим группам является достаточно условным.

<sup>1</sup> При этом отнюдь не исключено, что эти предпочтительные пропорции могут иногда и совпадать у разных сооружений и в разные эпохи.

ность, и модульность) рассматривалась в основном только под углом зрения соотношения между размерами отдельных элементов сооружения, для чего вводился единый модуль, в греческих храмах определяемый радиусом колонны.

В архитектуре европейского средневековья при создании величественного образа культового сооружения учитывались соотношения между величиной отдельных элементов сооружения и размерами человеческого тела.

В последние два столетия теоретики архитектуры включают в понятие масштабность отношение размеров здания к окружающей архитектурной и природной среде.

**1. Отношение размеров сооружения к целому.** Подавляющее большинство теоретиков и практиков архитектуры признает, что тип масштабных отношений хотя и меняется в различные исторические периоды, в каждую эпоху для данного типа сооружения может считаться более или менее постоянным. Учет типа сооружения особенно важен. Обычно считается, что в большом сооружении детали должны быть относительно мелкими, подробно разработанными, что позволяет подчеркнуть его абсолютный размер. В то же время в малом здании, чтобы оно казалось именно небольшим, а не выглядело как маленькая, тонко сделанная модель большого сооружения, детали должны быть относительно крупными. Игнорирование этого обстоятельства нередко приводило и приводит к снижению эстетической ценности построенного сооружения.

Не вызывает сомнения, что с учетом развития взглядов на архитектурную композицию и принимая во внимание крупноформатный характер современных строительных деталей, для всех основных конструктивных частей здания, от которых зависит ощущение масштабности, может быть задано строго определенное отношение их размеров к величине всего сооружения в целом. (Разумеется, эти отношения будут меняться в зависимости от характера и назначения здания.) Такие отношения размеров и могут быть приняты в качестве идеальных, т. е. отношений-аналогов, что и позволит обычным путем определить значение  $K_1$  (18).

**2. Отношение размеров элементов к размеру человека.** В настоящее время общепризнано, что правильный масштабный строй сооружения предопределяет наличие определенных соотношений между размерами некоторых конструктивных элементов здания (внутренних помещений, лестниц, окон, дверей, балконов, балюстрад и т. д.) и средних

размеров человека. Такой вид масштабности обычно сводится к нормированию абсолютных размеров этих конструктивных элементов. Таким образом, здесь имеется возможность определить идеальные аналоги и на этой основе вычислить оценку  $K_2$  (18).

Но, хотя истоки этого принципа масштабности восходят еще к знаменитому изречению жившего в VI до н.э. древнегреческого философа Протагора из Абдеры "Человек — мера всех вещей", правило сопоставления конструктивных размеров сооружения с размерами человека на практике выдерживается далеко не всегда.

Даже Микеланджело, крупнейший мастер итальянского Возрождения, допустил отступление от позиций этого аспекта проблемы масштабности. Как известно, в соборе св. Петра в Риме гипертрофированные размеры выходящих на главный фасад окон, балконных решеток и т. д. на расстоянии не только не подчеркивают огромной величины сооружения, но и создают противоположный эффект [188], (рис. 55).

Строители средневековых готических соборов умели назначать такие размеры отдельных, связанных с человеческим ростом элементов здания (окон, дверей и т. д.), что неизбежно создавалось впечатление большей высоты, большей величественности сооружения по сравнению с его действительной величиной (рис. 56).

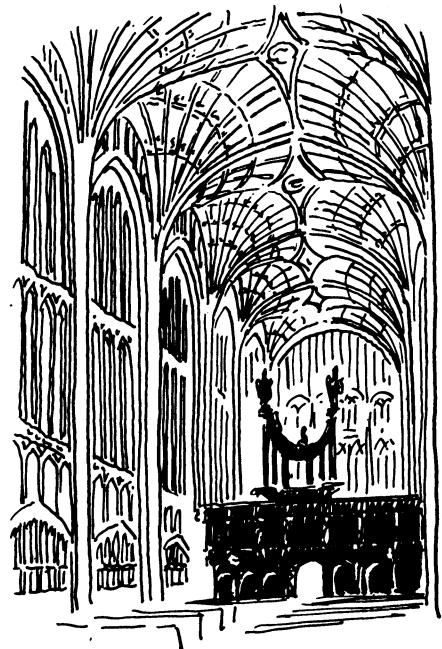
**3. Отношение размеров сооружения к окружающей среде.** Этот аспект проблемы масштабности заключается в характерных для каждой исторической эпохи отношениях абсолютных размеров определенного типа сооружения к размерам рядом стоящих зданий, к характеру рельефа местности, к величине находящегося рядом организованного пространства (улицы, площади, сквера) и т. д.

Понятно, что все соотношения, относящиеся к этой стороне проблемы масштабности, при необходимости также могут быть количественно определены, что и позволит по обычному алгоритму определить значение  $K_3$  (18).

Таким образом, все три частные оценки масштабности  $K_1$  (18),  $K_2$  (18) и  $K_3$  (18) могут быть определены в численной форме, что и позволяет найти общую оценку  $K$  (18).

### Стилевое единство сооружения (19)

Стиль архитектуры — сложнейшее идейно-эстетическое, художественное явление.



56

Рис. 55. Собор св. Петра в Риме. Архитекторы Браманте, Рафаэль, Сангалло, Микельанджело, ХУ1 в.  
Сдвиг масштабности по отношению к человеку.

Рис. 56. Капелла Кингс-колледжа в Кембридже, Англия, архит. Д. Уэстелл, 1446–1575 гг. Интерьер.  
Учет масштабности по отношению к человеку позволяет усилить впечатление величественности, зрительно увеличить размеры сооружения

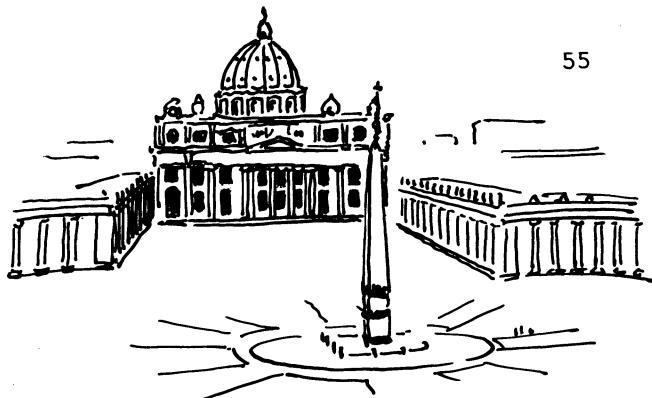
С.О. Хан-Магомедов дает, на наш взгляд правильную, классификацию употребления понятия "архитектурный стиль" [229, с. 44].

Оценка стиля интересует нас только в двух аспектах. Во-первых, в аспекте определения оценки  $K_1$  (19) т.е. с точки зрения безусловной желательности стилевого единства самого сооружения и всех его деталей, соответствия объекта одному определенному стилю. И, во-вторых, очень желательно, чтобы было обеспечено не только стилевое единство внутри данного сооружения, но чтобы сам стиль соответствовал месту (географические условия), времени (социальные условия) и обстановке (окружающая архитектурная среда). Связанная с этим

количественная оценка  $K_2$  (19) (так же, как и оценка  $K_1$  (19)) сегодня может быть определена экспертыным методом, а в будущем, весьма возможно, сможет вычисляться с помощью автоматических устройств. Объединение этих двух оценок ( $K_1$  (19) и  $K_2$  (19)) позволит получить и общую оценку стилевого единства сооружения  $K$  (19).

#### Гармоничность (20)

В архитектуре термин "гармония" – один из наиболее употребительных. Однако распростра-



ненность этого термина отнюдь не сопровождается единым пониманием. Такому положению в немалой степени способствует и тот факт, что в литературе, посвященной архитектурной композиции, практически не встречаются достаточно точные определения этого термина. Одно из немногих – это формулировка А. Тирша [цит. по кн. 75, с. 182]: "Гармония есть результат повторения основной формы произведения в его частях".

Древнегреческий термин "*άρμονία*" (гармония) означает связь, стройность целого, соразмерность его частей. Похожий смысл этого термина встречается и в современных источниках нормативного характера. Например, в 4-томном Академическом толковом словаре русского языка "гармония" – это согласованность, стройное сочетание, взаимное соответствие, соразмерность (разных качеств, предметов, явлений, частей целого). Однако в среде архитекторов и искусствоведов встречается и иное, более узкое или более широкое толкование этого термина. Так, М. Я. Гинзбург вкладывал в это понятие довольно узкий смысл, считая, что "... гармония есть математическая сущность ритма" [78, с. 20]. А. В. Щусев придерживался мнения, что гармония в архитектурном сооружении в основном достигается признаком ему хороших ("прекрасных" по его выражению) пропорций [248]. Г. Б. Борисовский отождествляет гармоничность с наличием как в отдельных частях, так и в здании в целом единой системы пропорционирования [27, с. 105]. В. И. Казаринова дает понять, что гармония – это более узкое понятие, чем соразмерность [113, с. 105]. Наконец, в капитальной монографии В. П. Шестакова "Гармония как эстетическая категория" гармония трактуется как наиболее общее обозначение различных видов совершенства [239, с. 224].

Если попытаться дать общее представление о гармонии (не претендующее быть точным определением), которое бы в наибольшей степени корреспондировалось с различными смысловыми оттенками, связанными с применением этого термина в архитектуре, то, по мнению автора, можно считать, что гармоничность сооружения достигается тогда, когда обеспечивается гармоничность его размеров, формы, цвета и его стилевого единства. В связи с этим общая оценка гармоничности  $K^{(20)}$  может быть выражена нашей точки зрения так:

$$K^{(20)} = \sum_{i=1}^4 K_i^{(20)} M_i^{(20)}, \quad (29)$$

где  $K_i^{(20)}$  ( $i = 1, 4$ ) – частные оценки гармоничности (размеров, формы, цвета, стилевого единства);  $M_i^{(20)}$  – соответствующие коэффициенты весомости 1.

Разберем выделенные нами частные оценки в отдельности.

**1. Гармоничность размеров.** Гармоничность размеров, предполагает, во-первых, правильные соотношения между размерами отдельных частей сооружения и, во-вторых, правильные соотношения размеров этих частей и сооружения в целом. Но, как это было показано ранее, правильность таких отношений определяется правильным выбором масштабности. Значит, оценка масштабности  $K^{(18)}$  в определенной степени может служить оценкой гармоничности размеров:

$$K_1^{(20)} \approx K^{(18)}. \quad (30)$$

**2. Гармоничность формы.** Из самого смысла этого названия вытекает, что гармоничность формы сооружения является функцией его пропорционального строя. Но в архитектуре почти общепринята точка зрения, в соответствии с которой необходимо не только обеспечить пропорциональность частей сооружения, но желательно сделать это с помощью минимального числа систем пропорционирования (в идеале – на основе только одной пропорции). Отсюда вытекает, что оценка гармоничности формы  $K_2^{(20)}$  может быть выражена через оценку пропорциональности  $K^{(17)}$  и оценку единства применяемых систем пропорционирования  $\lambda$ , например, как средняя взвешенная этих двух оценок. Оценку  $\lambda$  нетрудно представить как монотонную функцию количества  $n$  применяемых систем пропорционирования  $\lambda = \varphi(n)$  с крайними значениями, определяемыми, например, так:

$$\begin{cases} \lambda = 1 \text{ при } n = 1; \\ \lambda = 0 \text{ при } n \geq n_{\text{пр}}, \end{cases} \quad (31)$$

где  $n_{\text{пр}}$  – такое предельное (максимальное) число одновременно применяемых в разных частях

<sup>1</sup> Разумеется, формулой (29) можно пользоваться только тогда, когда обеспечена гармоничность размеров, формы, цвета и стилевого единства сооружения.

сооружения систем пропорционирования, при котором полностью теряется ощущение единства этих систем. Понятно, что значение  $\pi$  является специфичным для разных типов сооружений. В первом приближении функцию  $\varphi$  можно принять линейной.

3. Гармоничность цвета. Ранее уже была показана принципиальная возможность количественного определения оценки гармоничности цвета  $K(5)-2$ . В связи с этим можно утверждать, что

$$K_3(20) = K(5)-2. \quad (32)$$

4. Гармоничность стилевого единства. Представляется вполне правомерным считать гармоничным по стилю такое сооружение, в котором, во-первых, соблюдено стилевое единство самого сооружения и его деталей (обеспечена "чистота" какого-то определенного стиля) и, во-вторых, стиль сооружения соответствует социальным, национальным и географическим условиям места строительства, эстетическим представлениям эпохи, а также стилевым особенностям окружающей архитектурной среды. Но такая трактовка означает, что оценка гармоничности стиля сооружения  $K_4(20)$  может быть выражена через общую оценку стиля  $K(19)$ :

$$K_4(20) = K(19). \quad (33)$$

Таким образом, все величины, входящие в формулу (29), могут быть количественно определены, что позволит получить и общую оценку гармоничности  $K(20)$ , заключенную в интервале от 1 (наивысшая степень гармоничности) до 0 (абсолютно негармоничное сооружение).

x            x  
              x

Кратко проведенный в этой главе анализ возможности количественного выражения 20 основных элементов, которые, как было принято ранее, обуславливают представление о красоте архитектурного объекта, при необходимости можно было бы дополнить аналогичным анализом и других, более сложных понятий архитектурной композиции, таких, как монументальность, величественность, стройность, легкость, воздушность,

камерность, напряженность, спокойствие, регулярность и многие другие. Но, учитывая ограниченный объем книги, а также тот факт, что эти последние, сложные понятия в большой мере зависят от уже рассмотренных 20 понятий ("элементов красоты"), можно сделать вывод, что любое из понятий, используемых в архитектурной композиции, может быть закодировано и количественно оценено.

Как видно из текста, для большинства из 20 рассмотренных элементов красоты необходимой предпосылкой определения соответствующих количественных оценок  $K(j)$  является проведение различных психологических экспериментов. Все подобные эксперименты базируются на некоторых фундаментальных представлениях экспериментальной психологии, вытекающих из так называемого "основного психофизического закона Вебера-Фехнера" (с учетом произведенного Дж. К. и С. С. Стивенсами уточнения этого закона [140, с.116]). В соответствии с этими представлениями связь между интенсивностью раздражения органов чувств и интенсивностью возникающего при этом у человека ощущения имеет нелинейный характер, выражаемый логарифмической или степенной функцией. Но это означает, что и все функциональные зависимости, применяемые для выражения количественных оценок отдельных  $j$ -тых элементов красоты  $K(j)$ , также должны быть логарифмическими или степенными функциями.

Широко известно, что подавляющее большинство понятий, употребляемых в эстетике, не являются однозначными. При применении к таким понятиям количественных методов анализа (в частности, при определении количественных оценок  $K(j)$ ) плодотворным может оказаться, как нам кажется, подход, разрабатываемый в последние годы математиком Л. Заде в рамках так называемой "теории нечетких (размытых) множеств" [296]. (Популярное изложение сущности этой теории, см., например, в работах [20, с.358; 21, с.150, 358, 373].) В частности, именно с использованием аппарата этой теории, по-видимому, окажется возможным уточнить характер всех тех функций, которыми выражаются оценки отдельных элементов красоты  $K(j)$  и графики которых в общем виде были приведены на рисунках ранее.

Подытоживая сказанное, можно сделать вывод, что существуют все объективные, принципиальные возможности для квантификации "элементов красо-

ты”<sup>1</sup>, т.е. для выполнения последнего, четвертого условия, необходимого для решения проблемы

<sup>1</sup> В книге все же сказывается тенденция считать “красоту”, эстетические отношения чисто объективными (но они объективно-субъективны) и разложимыми на элементарные составные части (но они – целостные системы гармонических отношений). Но проведенный автором квалиметрический анализ элементов архитектурной композиции весьма интересен. (Прим. науч. ред.)

количественной оценки красоты архитектурных объектов.

Таким образом, в первой и второй главах была показана **принципиальная** возможность получения оценки красоты. Что касается **практических** разработок, уже предложенных для решения этой задачи, то их краткому рассмотрению будет посвящена третья глава.

<http://www.qualimetry.ru>

## НЕКОТОРЫЕ СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ КРАСОТЫ

*"Если исключить из любой науки математику, измерение и вес, то немногое после этого в ней останется"*

Платон [цит. по кн.: 98, с. 6]

Мы здесь хотели бы остановиться только на работах, затрагивающих проблемы эстетики, в которых так или иначе ставится вопрос о методах количественной оценки "красоты".

Такие методы количественного анализа пытаются, в частности, приложить к таким областям искусства, как музыка или поэзия. Здесь появляются, хотя и немногочисленные, работы, посвященные применению математических методов анализа, например монография С. Бьюканана "Поэзия и математика" [263] (критический разбор ее содержится в работе [49]), обширная монография Дж. Шилинджера "Математические основы искусства" [289], монография А. Моля "Теория информации и эстетическое восприятие" [151], монография Р. Х. Зарипова "Кибернетика и музыка" [106].

Применительно же к архитектуре ситуация (в том, что касается использования количественных методов оценки) выглядит значительно скромнее. За исключением кандидатских диссертаций Ю. Г. Божко и Е. Т. Тальковского, немногочисленные работы по этой тематике представлены в лучшем случае отдельными статьями. Их краткому обзору и будет посвящена эта глава. Наряду с работами по количественной оценке красоты в архитектуре здесь же будут рассмотрены и некоторые работы по смежным областям, отдельные

результаты которых можно использовать и при анализе эстетичности архитектурных объектов.

В технологии получения количественной оценки красоты можно выделить два основных этапа: первый, когда создается вспомогательный аппарат оценки, не привязанный к какому-либо конкретному архитектурному объекту, а общий для целой их группы (например, вычисляются постоянные величины в расчетных формулах, строятся расчетные номограммы и т.д.), и второй этап, когда на основе визуальной информации о данном, конкретном объекте определяется оценка его эстетичности. На каждом из этих этапов могут применяться экспертные и аналитические (незадокументированные) способы получения и переработки информации. Поэтому все методы оценки красоты в архитектуре, с точки зрения удобства их рассмотрения в данной книге, целесообразно подразделить на следующие три группы: 1) экспертные методы, характеризующиеся тем, что и на первом, и на втором этапе применяются только экспертные способы получения и переработки информации (а аналитические способы не применяются совсем); 2) комбинированные методы, в которых на первом этапе применяется экспертный способ, а на втором — только аналитический; 3) аналитические (незадокументированные) методы, в которых и на первом, и на втором этапе применяются только аналитические способы получения и переработки информации.

## ЭКСПЕРТНЫЕ МЕТОДЫ

"Трудность научного подхода к искусству в том, что применять оценки, исходя из своего вкуса, — недопустимо (вкусовщина!), основываясь на чужом вкусе — нечестно (конъюнктурщина!), а громко заявить, что суждение выносится при полном отсутствии у его автора вкуса к искусству, — неприлично!"

Н. Акимов [6, с.319]

Экспертный метод (в различных его модификациях) уже сравнительно давно применяется в сфере искусства для количественной оценки таких близких, по нашему мнению, к понятию "красота" категорий, как привлекательность произведений искусства для зрителя (читателя, слушателя), степень его интереса к ним. В большинстве случаев при этом проводят опрос сравнительно многочисленной группы людей, т.е. применяют так называемый "социологический метод" (который можно рассматривать как одну из разновидностей экспериментального метода).

В частности, имеются примеры использования этого метода для оценки впечатлений зрителей о произведениях изобразительного искусства. В Торонто Международным советом музеев при содействии ЮНЕСКО было проведено исследование, в ходе которого получены количественные оценки предпочтительности для разных групп населения 220 картин Пикассо, Мондриана, Поллока, Леже и других художников [161]. У нас (хотя цели и методология этого эксперимента отличались от того, что было сделано в Торонто) количественные оценки 19 репродукций картин, относящихся к абстрактной живописи, были получены в ходе проведенного под руководством В. В. Налимова эксперимента [153].

Количественные экспертные оценки зрительской аудиторией произведений искусства применяются также в кинематографии для оценки фильмов (см., например, итоги одного из ежегодных конкурсов, проводимых журналом "Советский экран" [119], или исследование коллективной зрительской оценки, проведенное в Ленинграде Х. Г. Цвангом [232]); в театральном искусстве для оценки мнений о популярности репертуара (например, работа М. Е. Деза и Г. Г. Дадамяна, касающаяся 20 спектаклей 16 театров в 15 городах нашей страны [94, с.394]); на телевидении с целью оценки популярности передач [133, с.317].

Подобное сравнительно широкое применение

экспертного опроса в значительной степени объясняется его психологической привычностью и внешней простотой методологии. Однако необходимо подчеркнуть, что на самом деле, если ставить цель получение достаточно точных и надежных данных, экспертный метод является совсем не таким простым, как это может показаться на первый взгляд. Экспертный метод — это обуюдоострое оружие: он может дать и вполне достоверные данные о зрительской популярности, и совершенно ошибочные результаты в оценке художественных достоинств произведений искусства, конечно, в зависимости от того, насколько используемая разновидность экспериментального метода соответствует целям и условиям проводимого исследования.

При применении экспериментального метода для получения количественных оценок в эстетике (в частности для оценки красоты в архитектуре) необходимо учитывать специфику как инструмента оценки (самого экспериментального метода), так и очень существенное своеобразие предмета оценки (объектов, имеющих не только эстетический, но и художественный характер). В этом отношении может оказаться небесполезным: во-первых, с помощью общих руководств по методологии экспертной оценки (например, используя работу [см. 183]) выбрать наиболее соответствующую условиям проведения исследования разновидность экспериментального метода и, во-вторых, учсть те особенности применения экспериментального метода для оценки именно эстетических объектов, которые изложены в специальных работах (таких, как работы Г. Мак-Уинни [142], Г. Экмана и Т. Кюннапаса [253]).

Прежде чем перейти к рассмотрению конкретных методик, отметим, что по способу получения от экспертов информации все разновидности экспериментального метода могут быть отнесены к двум группам: 1) методы с осознанной (непосредственной) передачей информации экспертами и 2) методы с неосознанной (опосредствованной) передачей ее.

## Экспертные методы с осознанной передачей информации

Сущность методов этой группы составляет процедура, при которой эксперты, наблюдающие объект, выражают свое впечатление о его красоте (т.е. как бы оценивают его красоту) в некоторой количественной шкале, например, в баллах, или процентах, или долях единицы и т.д. При этом эксперты могут давать количественную оценку двумя разными способами:

1) целостная оценка, при которой эксперты оценивают красоту сооружения сразу, целостно, без промежуточной оценки каких-либо элементов красоты;

2) комплексная оценка (правильнее ее было бы назвать комплексно-дифференцированной), при которой эксперты дают дифференцированную оценку только отдельным элементам красоты, а сама итоговая, комплексная оценка вычисляется (уже не экспертами, а лицами, проводящими экспертный опрос) путем сведения воедино (тем или другим способом) этих отдельных дифференцированных оценок.

Кратко рассмотрим каждый из этих способов в отдельности.

**1. Целостная оценка.** Этот вид оценки стал использоваться раньше, чем любой другой способ. Объясняется это присущей ему крайней простотой процедуры. И не случайно голосование, проводимое на заседаниях жюри конкурса, в экспертных и художественных советах и т.д., — это по существу одна из разновидностей метода целостной оценки. Чаще всего такая оценка вычисляется по выражению

$$K_K = \frac{\sum_{j=1}^r K_K^j}{r}, \quad (34)$$

где  $K_K^j$  = целостная оценка эстетических достоинств объекта, данная  $j$ -тым экспертом ( $j = 1, 2$ );  $r$  — количество экспертов, дающих оценку. (Нетрудно видеть, что при целостной оценке первый и второй этапы работы сливаются в один единственный этап.)

Нужно отметить, однако, что, как показывают эксперименты, разброс оценок  $K_K^j$  у разных экспертов бывает тем больше, чем сложнее по своей композиционной структуре оцениваемый объект (и наоборот). Понятно, что повышение подобного разброса индивидуальных оценок  $K_K^j$  имеет своим

следствием понижение точности и надежности усредненной оценки  $K_K$ . Поэтому на практике применять метод целостной оценки (при условии сохранения достаточной точности и надежности получаемых результатов) оказывается возможным только по отношению к сравнительно простым (в архитектурно-художественном смысле) объектам.

В связи со стремлением повысить точность экспертной оценки, а также определить, от каких компонентов она в основном зависит (например, такого рода информация может оказаться очень полезной как автору проекта, так и лицам, экспертирующим и утверждающим проект), появились предложения по комплексной оценке.

**2. Комплексная (комплексно-дифференцированная) оценка.** Особенности методов этой группы целесообразно рассмотреть на примере работ В. Е. Быкова [39, с. 12, 18, 40–44; 38; 37, с. 32].

Общая оценка красоты архитектурного объекта  $K_K$  определяется с учетом 15 критериев (по терминологии настоящей книги — элементов красоты): 1) гармоническая пропорциональность; 2) ритмический строй (интервалы метра и ритма, количество элементов и т.д.); 3) масштабность (физические размеры и их восприятие); 4) уравновешенность элементов (симметрия, асимметрия); 5) тектоничность (художественное выражение статических принципов конструкции и свойств материалов); 6) избыточность формы (элементарность или не воспринимаемое человеком количество информации); 7) оригинальность формы (необычность и новизна восприятия всех компонентов формы); 8) опознаваемость формы (на основе интеллектуального и интуитивного опыта человека и хранящейся в его сознании информации или "эталонов"); 9) силуэтность формы (фон и характер контура); 10) рельефность формы (условия восприятия при различном освещении и различном характере рельефа и фактуры); 11) цвет формы (монохромия, полихромия, интенсивность и т.д.); 12) типологичность формы (отражение функционального назначения сооружения в его формах); 13) социальные и исторические условия (эстетическое мировоззрение общества); 14) природное окружение (климат, рельеф, зеленые насаждения); 15) архитектурное окружение (город, комплекс).

На первом этапе для каждого  $i$ -го из 15 элементов красоты экспертыным способом опре-

деляются неприведенные коэффициенты весомости  $M'_i$  \*, удовлетворяющие условиям:

$$\left. \begin{array}{l} 0 \leq M'_i \leq 1; \\ \sum_{i=1}^n M'_i = 1 (i = 1, 15). \end{array} \right\} \quad (35)$$

Коэффициенты  $M'_i$  являются общими (постоянными) для любых объектов одного и того же типа.

На втором этапе для каждого конкретного оцениваемого объекта также эксперты путем (т.е. усреднением оценок отдельных экспертов) определяются абсолютные показатели  $K_i$ , удовлетворяющие условию

$$-10 \text{ баллов} \leq K_i \leq 10 \text{ баллов} \quad (36)$$

и отражающие интенсивность, степень выраженности каждого элемента красоты. Далее В. Е. Быков принимает выдвинутое в статье М. Р. Савченко [191] предложение о том, что используемый в итоговом расчете коэффициент весомости  $M_i$  в отличие от неприведенного коэффициента весомости  $M'_i$  (который, как уже отмечалось, является **одинаковым** для всех зданий данного типа) должен быть **разным** для каждого здания (даже одинакового типа). Имеется в виду, что этот коэффициент  $M_i$  кроме относительной важности отдельных элементов красоты должен также учитывать соотношение величин  $K_i$  и  $M'_i$  и определяться при решении системы уравнений (37):

$$\left. \begin{array}{l} M_i = M'_i \frac{K_i P_i}{M'_i P_i}; \\ \sum_{i=1}^{15} M_i = 1 (i = 1, 15). \end{array} \right\} \quad (37)$$

Оценка красоты архитектурного объекта в целом определяется как средняя взвешенная арифметическая:

$$K_k = \sum_{i=1}^{15} K_i M_i. \quad (38)$$

Представляется, что, с точки зрения теории экспериментального метода, изложенный здесь способ

\* Здесь и далее, в целях унификации, терминология и обозначения членов расчетных формул приняты не по цитируемым источникам, а сформулированы нами так, как это было сделано в предыдущих разделах книги.

оценки красоты сооружения не является безупречным и по нему может быть сделан ряд замечаний, как, например:

1. Содержащееся в этом способе требование об учете не только коэффициента  $M'_i$ , но и производного от него коэффициента  $M_i$  является в значительной мере произвольным и не подтверждается теорией экспериментального метода.

2. Серьезные сомнения вызывает применение средней взвешенной арифметической [см. (38)] для сведения воедино оценок всех 15 элементов. Ведь для того чтобы применять среднюю взвешенную арифметическую (так же, как и любую другую среднюю), нужна уверенность, что комплексная оценка красоты  $K_k$  является монотонной функцией от любой оценки  $K_i$  (или, иначе говоря, чем более интенсивно выражен каждый из 15 элементов, тем больше соответствующая оценка  $K_i$  и тем больше комплексная оценка  $K_k$ ). Но разве можно, например, считать, что наиболее ярко выраженный ритм (элемент №2) всегда и во всех случаях способствует усилению ощущения красоты? Конечно же, нет. Проявления ритма могут быть самыми различными: архитектор в соответствии со своим замыслом может предусмотреть в запроектированном им сооружении спокойный, и стремительный, и острый ритм и вообще отказаться от ритма — в каждом из этих случаев сооружение может быть, а может и не быть красивым вне всякой зависимости от численного значения оценки ритма  $K_2$ . Подобного же рода замечания могут быть сделаны и в отношении некоторых других критериев (например, элемент №4 — уравновешенность, элемент №11 — цвет и т. д.).

Необходимо отметить, что к рассматриваемой здесь группе методов могут быть отнесены и те иногда предлагаемые в литературе экспериментальные методы с осознанной передачей информации, в соответствии с которыми в расчетной формуле для определения величины  $K_k$  вообще не должны учитываться коэффициенты весомости  $M_i$ . Ошибочность этих методов доказывается основными положениями квалиметрии (науки о количественной оценке качества), в связи с чем рассматривать их здесь было бы нецелесообразно. Чтобы избежать отмеченных выше недостатков, во многих случаях (т.е. для относительно менее сложных, с точки зрения эстетического восприятия, объектов) оценка красоты может производиться по методу, практическая работоспособность которого автором проверена многократно. По существу этот метод

является комбинацией целостного и комплексного методов.

Оценка красоты  $K_K$  вычисляется по формуле

$$K_K = \sum_{i=1}^4 K_i M_i , \quad (39)$$

где  $K_1$  – целостная оценка красоты интерьера здания;  $K_2$  – целостная оценка красоты экстерьера здания (здания самого по себе, вне зависимости от его окружения);  $K_3$  – целостная оценка эстетической сочетаемости экстерьера здания с окружающей искусственной (т.е. архитектурной) средой;  $K_4$  – целостная оценка эстетической сочетаемости экстерьера здания с окружающей естественной (т.е. природной) средой;  $M_i$  – коэффициенты весомости.

Все величины  $K_i$  и  $M_i$ , входящие в формулу (39), определяются экспертым методом (например, в соответствии с рекомендациями, приведенными в работе [183]).

По поводу всех видов оценок с осознанной передачей информации экспертами можно сделать два общих критических замечания.

1. Даваемая отдельным экспертом оценка красоты объекта в некоторых случаях может недостаточно точно отражать его действительное эстетическое чувство, испытываемое им при визуальном восприятии оцениваемого объекта. Такое расхождение может вызываться рядом причин, например неосознанным стремлением эксперта дать оценку, близкую к оценкам других экспертов (явление конформизма).

2. Даваемая экспертом оценка в силу некоторых психофизиологических особенностей человеческого организма никогда не может быть очень точной (в смысле количества учитываемых ею градаций шкалы). Как правило, такая оценка будет содержать не больше 5–7 (максимум 10) градаций, т.е. будет даваться с точностью, не превышающей 20–10%.

В связи с этим стали разрабатываться методы экспертной оценки, которые были лишены указанных выше недостатков. Эти методы, основанные не

на осознанной, а на неосознанной (самим экспертом) процедуре получения от него информации, рассматриваются ниже.

## Экспертные методы с неосознанной передачей информации

В основе этих методов лежит взаимосвязь между эстетическим впечатлением, получаемым человеком при восприятии архитектурного объекта, и некоторыми характеризующими человека физическими или физиологическими параметрами. Необходимое условие практической реализации этих методов – достаточно точное количественное выявление (например, экспериментальное) отмеченной выше взаимосвязи. А после установления подобной взаимосвязи представляется уже сравнительно нетрудным перевести значения измеряемых у эксперта физических или физиологических параметров в количественную шкалу оценки красоты. (При этом эксперту вообще нет необходимости высказывать свою оценку красоты – он просто молча смотрит на предъявленный ему объект оценки, а специальная аппаратура при этом регистрирует его физические или физиологические характеристики.)

Любому экспертыму методу присущ один принципиальный недостаток. Связан он с тем, что по самой своей сути этот метод предполагает (и, более того, требует) использование экспертов, т.е. высококвалифицированных специалистов. (Термин “эксперт” по-латыни и означает буквально – опытный.) Поэтому, как только делаются попытки расширить масштабы проведения экспертиз, так сразу же возникает сложная проблема привлечения к участию в экспертым опросе достаточного числа высококвалифицированных специалистов. Указанное выше обстоятельство и явилось одной из причин появления так называемых комбинированных методов, в которых трудоемкость работы экспертов резко уменьшена по сравнению с чисто экспертыми методами.

## КОМБИНИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ

“... знание некоторых принципов легко возмещает незнание некоторых фактов”.  
К. А. Гельвеций [71, с. 147]

Особенность всех комбинированных методов заключается в том, что исследования с привлечением экспертов<sup>1</sup> проводятся только на первом этапе, когда устанавливается количественная взаимосвязь между визуально воспринимаемыми характеристиками типологических сходных объектов и эстетическим восприятием, испытываемым при этом экспертом. Подобного рода взаимосвязь, выраженная в виде формул, графиков, таблиц выявляется для целой группы объектов определенного типа при статистическом обобщении достаточно большого числа результатов соответствующих экспериментов (с учетом существования различных типологических групп экспертов).

На втором этапе на основе этой взаимосвязи и количественных характеристик визуально воспринимаемых свойств данного, конкретно оцениваемого объекта (для получения таких характеристик уже не нужно участие экспертов) может быть получена количественная оценка красоты.

Нетрудно заметить, что самым сложным и самым важным является именно первый этап. Начало исследований в этой области связано с работами Г. Ф. Фехнера, особенно с его книгой [224; 271].

Фехнер создал основы экспериментального метода, дающие возможность выражать эстетические проявления в количественной форме. Исследования, начатые Фехнером, совершенствовались другими учеными в двух основных направлениях.

Во-первых, увеличивалось число объектов, с которыми проводились эксперименты. Так, кроме прямоугольников, с которыми работал Фехнер, эстетические предпочтения применительно к простым симметричным геометрическим формам исследовались Е. Пирсом [287], [286], а в отношении пропорций, симметрии, уравновешенности, силуэта, цвета и т. д. — Валентайном [293, с. 45, 62, 71, 93]. Во-вторых, разнообразился и аппарат исследований: при выявлении количественных закономерностей кроме шкал порядка (шкал предпочтения), использовавшихся Фехнером, стали при-

<sup>1</sup> В широком смысле здесь и в дальнейшем под экспертом будет пониматься не только специалист, но и вообще опрашиваемый тем или иным способом человек.

менять и другие, более точные шкалы, см., например, работу [295].

Необходимо отметить, что аналогичный подход использовался не только в эстетических исследованиях, но и при решении некоторых локальных задач архитектурной композиции. Так, в работе В. С. Волги [58, с. 67] приводятся данные эксперимента, в ходе которого было установлено, что для композиций, построенных по принципу зеркальной симметрии геометрических параметров или основных масс, наиболее гармоничными, с точки зрения экспертов, являются такие композиции, силуэт которых может быть вписан в параболическую кривую вида

$$y = ax^2 + b , \quad (40)$$

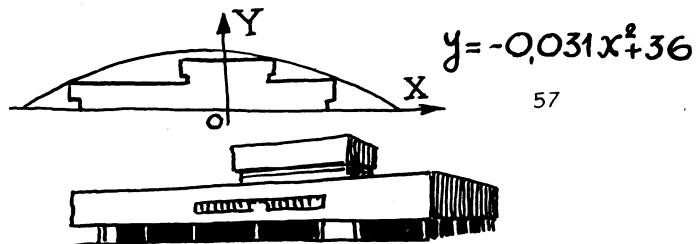
ось симметрии которой вертикальна. Так, например, силуэт композиции Мемориального центра в Ульяновске вписывается в параболу, выражаемую функцией:  $y = -0,031 x^2 + 36$  (рис. 57).

В этом же эксперименте было найдено, что для композиций с шириной основания, приблизительно равной  $A$ , а высотой  $H$  (рис. 58), имеющих по высоте три одинаковых уступа, для случая, когда  $H < 1$ , силуэт формы тем совершеннее, чем парабола

лическая кривая, в которую она вписана, больше удалена от оси симметрии. Для случая же  $H > 1$

какой-либо определенной зависимости совершенства от характера параболы найдено не было. Кроме того, было установлено, что если принять фиксированные значения отношения  $\frac{H}{A}$ , а также параметров, определяющих параболу, то количество и величина создаваемых по вертикали уступов не оказывают влияния на экспертные оценки совершенства силуэта композиции.

Несколько иной подход обоснован в работах В. Т. Тальковского, посвященных вопросу оценки выразительности объемно-пространственных городских композиций. Сущность разработанной им методики заключается в следующем [206, 207, 208]. В зависимости от конкретных условий на



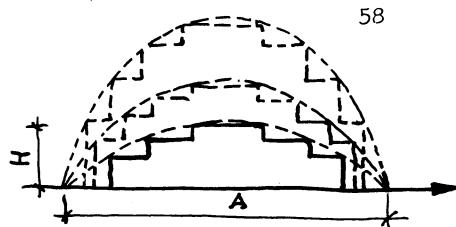
57 | 58

Рис. 57. Мемориальный центр в Ульяновске. Коллектив архитекторов под руководством Б. Мезенцева, 1970 г.  
Контур гармоничного по композиции сооружения вписывается в параболу

Рис. 58. Связь между гармоничностью контура и характером описанной вокруг него параболы

плане застройки намечаются наиболее важные (с точки зрения возможного их использования для обзора застройки) маршруты. На каждом маршруте намечаются так называемые характерные точки, в которых восприятие архитектурного пространства качественно меняется. Для каждой характерной точки каждого маршрута определяется несколько числовых параметров, характеризующих выразительность застройки. Среди этих параметров: габариты фасадов застройки  $S_1$ , габариты плана застройки  $S_2$ , соотношение линейных размеров плана и вертикальных размеров здания и соотношение  $\frac{S_1}{S_2}$ .

Для параметров  $S_1$  и  $S_2$  учитываются только те площади, которые попадают в поле зрения наблюдателя на каждой характерной точке маршрута. Полученные данные наносятся на развертку маршрута и соединяются непрерывной линией. Таким образом возникает график, отражающий



динамику изменения основных параметров выразительности застройки при движении наблюдателя (пешком или на транспорте) по маршруту. При наличии правильно выбранных эталонных аналогов выразительности застройки и с учетом данных, полученных при экспертном опросе специалистов, оказывается возможным использовать этот график для целей количественной оценки выразительности объемно-пространственной архитектурной композиции.

Оба описанных выше метода на нынешней стадии их проработки позволяют оценивать не в целом красоту сооружения, а только отдельные ее компоненты (например, выразительность силуэта архитектурного объекта). Но принципы, на которых базируются эти методы, позволяют их использовать (разумеется, при условии дальнейшего совершенствования) и для решения более широкого круга задач оценки красоты в архитектуре.

#### АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

"Математики – 'своего рода французы: когда говоришь с ними, они переводят твои слова на свой язык, и сразу получается нечто совершенно иное'".

Гете [цит. по кн.: 127, с.29]

Общей особенностью уже рассмотренных экспертных и комбинированных методов является психологический эксперимент (экспертный опрос),

в ходе которого добываются исходные, опытные данные, необходимые для создания тех или иных методов оценки красоты. Что касается методов,

объединенных названием "аналитические", то в основе их лежат не экспериментально полученные данные, а некоторые априорные допущения по поводу того, чем вызывается наслаждение, получаемое при рассматривании красивого предмета.

В этом отношении иногда ссылаются на высказывания мыслителя ХУШ в. Хемстерхьюса [см. в кн.63, с.18] и жившего в XIX в. Гранта Аллена [76, с.568].

Из их — в принципиальной основе крайне спорных — утверждений могло быть выведено, в частности, утверждение о том, что степень эстетичности зависит от количества воспринимаемой зрителем информации. Модификации этого утверждения можно встретить, например у О. И. Генисарского и А. П. Мидлера [72], которые отмечали, что эстетические объекты можно рассматривать и в информационном (познавательном) аспекте, и в аспекте затрат на восприятие информации.

В какой-то степени математической реализацией идей Хемстерхьюса и Гранта Аллена мы можем считать и формулу для оценки степени эстетичности геометрических фигур, предложенную в 1928 г. американским математиком Биркгофом [260, с.21, 82; 259, с.13]:

$$M = \frac{O}{C}, \quad (41)$$

где  $M$  — мера эстетичности (количественная оценка красоты);  $O$  — мера упорядоченности оцениваемого объекта;  $C$  — мера сложности этого же объекта.

В формуле (41) применительно к плоским многоугольникам величины  $O$  и  $C$  определяются так:

$$O = \alpha l + \beta m + \gamma n + \dots, \quad (42)$$

где  $l, m, n \dots$  — отдельные факторы, определяющие упорядоченность, такие, как симметричность (вертикальная, горизонтальная или вращательная), уравновешенность (наличие центра равновесия), непересечение многоугольника любой прямой более чем в двух точках и т.д.;  $\alpha, \beta, \gamma \dots$  — коэффициенты, характеризующие повторяемость каждого фактора упорядоченности,

$$C = r \alpha + s \beta + t \gamma + \dots, \quad (43)$$

где  $\alpha, \beta, \gamma \dots$  — вырабатываемые в мозгу (в подсознании) автоматические поправки, которые при восприятии объекта требуются для понимания

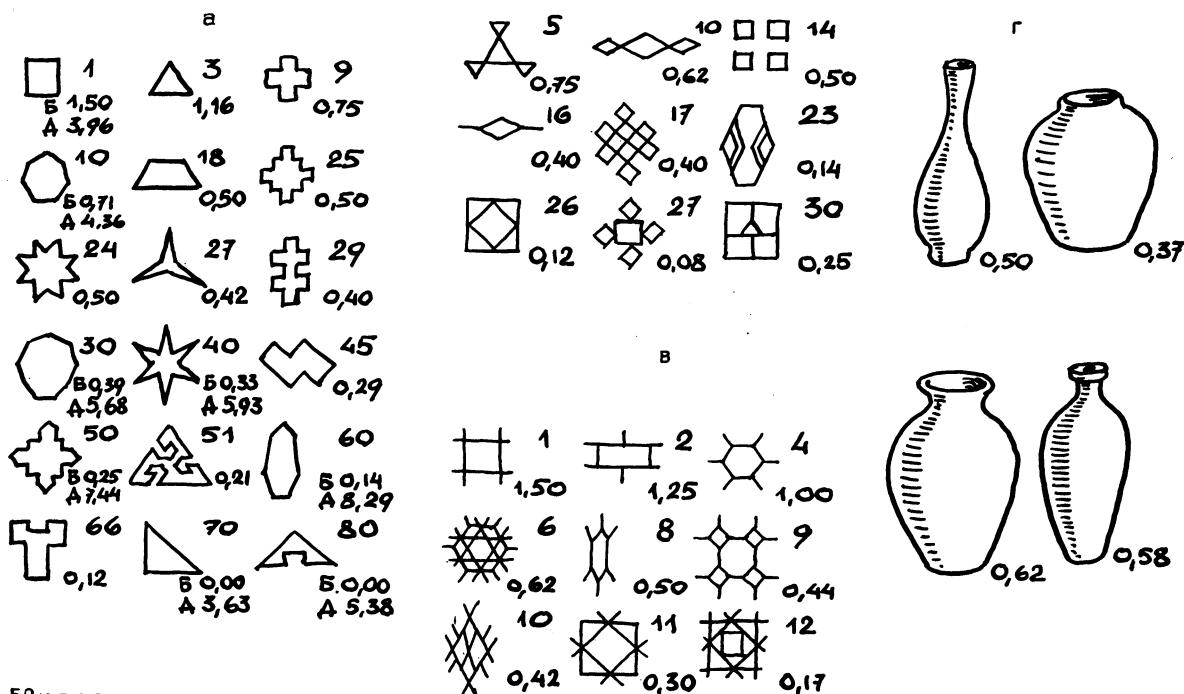
сущности каждого отдельного фактора, предопределяющего меру сложности (например, для многоугольников одним из таких компонентов может явиться число тех прямых, на которых расположены его стороны);  $r, s, t$  — коэффициенты, характеризующие повторяемость каждого фактора сложности.

С помощью предложенного им критерия Биркгоф [259, с.33, 57, 64, 85] вычислил количественную оценку эстетичности 90 плоских геометрических фигур, среди которых наивысшую оценку получил квадрат (некоторые из этих фигур показаны на рис.59), 30 орнаментов, 12 рисунков изразцов и 8 китайских ваз. Практические результаты, полученные Биркгофом чисто аналитически (в частности вычисленные им оценки эстетичности плоских многоугольников), в более поздних исследованиях других ученых подвергались экспериментальной проверке (с помощью различных разновидностей экспериментального опроса). Данные, выявленные в ходе этих экспериментов, являются в значительной мере противоречивыми. И если, по мнению Бригхауз [142, с.258], его собственные опыты свидетельствуют о правильности теории Биркгофа, то, например, в опытах Девиса [267, с.236] испытуемые дали иные (по сравнению с вычисленными Биркгофом) оценки эстетичности плоских многоугольников.

Биб-Центр [257, с.344] выявил, что степень согласованности экспериментальных оценок и аналитических оценок Биркгофа тем меньше, чем более эрудированными в вопросах искусства являются опрашиваемые. На этом основании он сделал вывод, что формула Биркгофа в лучшем случае соответствует вкусу профана, а не человека, разбирающегося в искусстве. В связи с этим высказывалось мнение, что формула, предложенная Биркгофом, отражала эстетические вкусы того времени (20-е годы XX столетия), когда он создавал свою теорию. Правда, по мнению Чайлда, оценки, полученные Биркгофом, возможно, отражают не эстетические вкусы его времени, а полное отсутствие вкуса у самого Биркгофа [142, с.258].

В связи с расходжением аналитических и экспериментальных данных, касающихся опытов Биркгофа, многие исследователи предпринимали попытки модернизации формулы Биркгофа. Эти попытки проводились по двум направлениям.

Первое направление связано в основном с работами Айзенка [268, с.346], который, не меняя сущности параметров упорядоченности ( $O$ ) и слож-



59(а,б,в,г)

Рис. 59. Оценки эстетичности, вычисленные Биркгофом  
а – для 18 (из 90 анализировавшихся) плоских многоугольников; б – для 9 (из 30 исследованных) орнаментов; в – для 9 (из 12) рисунков изразцов; г – для 4 (из 8) китайских ваз (Б – по данным Биркгофа, Д – по данным Девиса).

ности (С), предложил иную, по сравнению с формулой Биркгофа, их взаимосвязь:

$$M = O \cdot C. \quad (44)$$

Исследователи, которых условно можно отнести ко второму направлению, считали возможным оставить структуру формулы Биркгофа без изменений (т.е. как отношения параметров О и С), но сами эти параметры интерпретировали по-иному, с позиций так называемой "информационной эстетики" (основные положения которой в значительной степени базируются на некоторых результатах, полученных К. Шенном в теории информации).

Становление этого направления в значительной степени связано с работами М. Бензе (см., например, [ 258, 18]), А. Моля (например, [ 281; 151; 150, с.17], Р. Гунценхайзера (например, [ 275; 276]). Они исследуют не только содержание, сколько форму произведения искусства, причем эстетичность формы рассматривается с точки зрения заключенной в ней информации, которая в свою очередь считается тем большей, чем менее предсказуема, более неожиданна, более оригинальна эта форма. В конечном итоге мерой эстетичности формы становится мера ее оригинальности, мера заключенной в ней информации. (В этом отношении можно отметить интересную работу Г. Ю. Сомова, в

которой приведены примеры подсчета количества информации применительно к абстрактным композициям из геометрических фигур, отличающихся конфигурацией, площадью и цветом [204, с. 266].)

В работах представителей этого направления [276, с. 204; 18, с. 206] члены формулы Биркгофа, т.е. формулы (41), интерпретируются следующим образом.

Мера сложности С определяется в зависимости от количества статистической информации Н, содержащейся во внешнем облике оцениваемого объекта, рассматриваемого как некоторая знаковая система, отдельные визуально воспринимаемые элементы (знаки) которой могут нести информацию:

$$C = H = - \pi \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i , \quad (45)$$

где  $P_i$  — вероятности реализации, заданные для каждого элемента знаковой системы;  $\pi$  — число таких элементов в системе (т.е. во внешнем облике оцениваемого объекта).

Мера упорядоченности О определяется по формуле так называемой избыточной информации:

$$O = 1 - \frac{H}{H_{\max}} \quad (46)$$

где  $H_{\max}$  — теоретически максимально возможное для данной знаковой системы (для объекта данного типа) количество статистической информации, вычисляемое по формуле (45).

Тогда модифицированная формула Биркгофа будет выглядеть так:

$$M = \frac{O}{C} = \frac{1}{H} - \frac{1}{H_{\max}} . \quad (47)$$

Экспериментальная проверка этой формулы, проведенная на материале двух рисунков Рембрандта, показала достаточное совпадение аналитически вычисленных на ее основе эстетических оценок с оценками, полученными от группы квалифицированных экспертов [18, с. 213]. Нужно отметить, что при этом исследовались отнюдь не все характеристики (знаковые элементы), определяющие "форму" рисунков Рембрандта, а только характеристики, определяющие светотень, мастерское использование которой является одной из отличительных особенностей творчества Рембрандта.

Теоретико-информационный подход применялся не только для получения новой интерпретации

формулы  $M = \frac{O}{C}$ , но также и к предложенной Айзенком ее модификации  $M = OC$  [см. формулу (44)]. Так, Г. И. Покровский и В. Н. Тростников [177, с. 300], основываясь не только на некоторых положениях теории информации, но учитывая также и особенности человеческого восприятия, отраженные в законе Вебера—Фехнера, введя понятие меры выразительности Е (по своему смыслу сходное с понятием меры эстетичности М у Биркгофа), предложили количественно оценивать выразительность визуально воспринимаемого объекта по формуле

$$E = DJ , \quad (48)$$

где  $D$  — четкость угадываемой закономерности в проявлении каждого элемента красоты или совокупности этих элементов [сходно с параметром О — упорядоченность в формулах (41) и (44)], определяемая по формуле

$$D = 1 - \frac{x}{a} , \quad (49)$$

здесь  $x$  — величина отклонения от закономерности;  $a$  — порог восприятия закономерности (т.е. такое минимальное отклонение  $x$ , при котором представление о данной закономерности уже полностью исчезает);  $J$  — количество информации, получаемой при восприятии оцениваемого объекта [сходно с параметром С в формулах (41) и (44)] и определяемой по формуле

$$J = -A \ln \frac{x}{x_0} , \quad (50)$$

здесь  $x_0$  — порог восприятия изменения закономерности (т.е. такое максимальное отклонение  $x$ , при котором еще замечается изменение закономерности);  $A$  — коэффициент пропорциональности, специфический для каждого элемента красоты.

В некоторых работах, несмотря на внешне отличный от описанных выше подход, также явно просматриваются аналогичные идеи. В работе "Теория чистого изображения" Росс [225, с. 129] применительно к станковой живописи обосновывает формулу, согласно которой ценность композиции пропорциональна числу организованных связей, которые она раскрывает. (Нетрудно заметить связь "числа организованных связей" с количеством информации, содержащейся в композиции.)

Кроме теории информации, психофизики, семиотики для аналитического (некспертного) определения меры эстетичности здесь используется аппарат и некоторых других научных дисциплин. Так, математик и биофизик Н. Ращевский построил теорию эстетического предпочтения тупо- и острогульных многоугольников, базируясь на некоторых методах топологии [109, с. 192]. В. М. Петров, обосновывая математическую модель эстетической эмоции (в рамках разрабатываемой им общей теории функционирования произведений искусства), объединяет теоретико-информационный, культурно-типологический и психофизиологический подходы [168, с. 194].

Все упомянутые выше исследования проводились не на материале архитектурной композиции. Что касается архитектуры, то, за исключением работ А. А. Тица и Ю. Г. Божко, исследования в области аналитических методов оценки красоты архитектурных объектов крайне малочисленны. Можно упомянуть И.И. Ноткина [157], работавшего над моделью зрительно-эмоционального восприятия архитектурной среды (этот модель позволяет по ряду показателей оценить композиционные качества объектов), а также В.А. Никитина [155], на основе теории информации обосновавшего упрощенную модель так называемого "естетического информационного поля", образуемого при восприятии зрителем городской застройки.

К группе аналитических методов условно может быть отнесен и метод, изложенный в работах А. А. Тица и Ю. Г. Божко. Сущность этого метода заключается в следующем. Для архитектурного сооружения, методика оценки красоты которого должна быть разработана, подбирается достаточно большое количество объектов — аналогов (т.е. объектов, относящихся к тому же стилевому типу сооружений), эстетическая ценность которых выдержала проверку временем и, как правило, не вызывает сомнений у архитектурной общественности. Для этих аналогов на основе статистической обработки данных, характеризующих геометрические размеры (а также некоторые их соотношения), выявляются числовые параметры, характеризующие наиболее типичное (но не существующее в натуре) сооружение подобного типа. Это "идеальное" сооружение и принимается за эталон, так что проводимое специальным образом сравнение с его параметрами геометрических параметров конкретного оцениваемого объекта и позволяет получить искомую оценку его красоты. Нетрудно заметить, что в основе этот метод близок тому, который в

своем трактате "О статуе" предлагал использовать Альберти (а еще значительно раньше его Поликлет), чтобы найти количественные соотношения, характеризующие прекрасную человеческую фигуру [9, с. 20]. Рассматривать этот метод в группе аналитических (а не экспертных или комбинированных) методов дает основание то обстоятельство, что сама технология разработки расчетной методики и получения на ее основе количественной оценки красоты какого-то объекта совершенно не требует привлечения экспертов.

Вместе с тем мнение экспертов в этом методе если и не прямо, то косвенно все же учитывается: ведь сами объекты-аналоги собираются на основе уже выработавшегося в архитектуре субъективного взгляда на степень их эстетической ценности, хотя в выработке этого взгляда и участвовали наиболее компетентные теоретики и практики архитектуры (т.е. именно эксперты). И все-таки, учитывая отсутствие необходимости проводить специальный опрос экспертов в рамках этого метода (сооружения-аналоги обычно без каких-либо затруднений может отобрать сам разработчик методики), автор считает возможным условно рассматривать этот метод как аналитический<sup>1</sup>.

Сначала кратко опишу реализацию этого метода в рамках решенной А. А. Тицем задачи по количественной оценке красоты русских крестово-купольных храмов [209, с. 118; 210].

В качестве объектов-аналогов А. А. Тиц взял 15 известных церквей этого типа, сооруженных в ХП—ХУП вв. В первом приближении было принято допущение, что эстетичность архитектуры церкви определяется в основном ее объемно-пространственной структурой, которая в свою очередь характеризуется пятью следующими геометрическими параметрами: 1) общей длиной храма с апсидами ( $D$ ) ; 2) общей длиной без апсид ( $d$ ) ; 3) высотой до верха свода барабана ( $B$ ) ; 4) высотой до верха закомар ( $b$ ) ; 5) размером стороны подкупольного квадрата ( $a$ ). Чтобы исключить влияние абсолютных размеров сооружений, числовые характеристики  $H_i$ ; всех пяти геометрических параметров для каждой из 15 церквей ( $i = 1, 5$ ;  $j = 1, 15$ ) давалась не в абсолютных единицах (метрах), а в относительных единицах, модулях (за модуль была принта ширина храма ( $W$ ), но для удобства вычислений ширина ( $W$ ) помещалась не в знаменателе

<sup>1</sup> Автор допускает определенную оправданность и иной точки зрения, в соответствии с которой этот метод можно было бы отнести к группе комбинированных, а не аналитических.

теле, а в числителе дроби). Таким образом, для каждого из 15 аналогов было вычислено пять отношений этих параметров,

$$H_{1j} = \frac{W}{D}; \quad H_{2j} = \frac{W}{d}; \quad H_{3j} = \frac{W}{B}; \quad H_{4j} = \frac{W}{b};$$

$$H_{5j} = \frac{W}{a},$$

затем для каждого из этих пяти отношений  $H_{ij}$  были вычислены средние (для 15 аналогов) значения.

$$\bar{H}_i : \bar{H}_1, \bar{H}_2, \bar{H}_3, \bar{H}_4 \text{ и } \bar{H}_5.$$

Эти средние значения  $\bar{H}_i$ , названные критериями нормализованного качества, характеризуют собой сооружения с наиболее типичными геометрическими параметрами. Для всех параметров отклонения  $O_{ij}^+$  величин  $H_{ij}$  от  $H_i$  для каждого из 15 сооружений может быть в большую (условно обозначается +), или в меньшую сторону (обозначается знаком -). Анализ показал, что для параметров 1–4 отклонения  $O_{ij}^+$  характеризуют тенденцию к статичности, а отклонения  $O_{ij}^-$  – тенденцию к динамичности композиции сооружения (для параметра №5, наоборот: знак – свидетельствует о статичности, а знак + о динамичности).

А. А. Тиц вводит также понятия: критерий статичности  $C_i^+$  и критерий динамичности  $D_i^-$ , понимая под этими критериями средние величины отклонений одного знака от критериев нормализованного качества  $H_i$ .

$$C_i^+ = \frac{\sum_{j=1}^{15} O_{ij}^+}{15} \quad (51)$$

$$D_i^- = \frac{\sum_{j=1}^{15} O_{ij}^-}{15}.$$

Автор метода исходит из следующей основной посылки: красивое сооружение должно иметь такие величины  $H_{ij}$ , которые будут достаточно близки к  $H_i$ , но вместе с тем будут отклоняться от  $H_i$  в интервале  $H_i - C_i^+$  или  $H_i - D_i^-$  (что обеспечит индивидуальность его облика).

А. А. Тиц с помощью предложенных им формул оценил объемно-пространственную структуру всех 15 рассмотренных им памятников архитектуры<sup>1</sup>.

Необходимо отметить плодотворную идею, лежащую в основе метода, предложенного А. А. Тицем: в поисках критериев красоты сооружений опираться на вскрываемые при статистическом анализе большого количества памятников архитектуры общие закономерности формообразования. Вместе с тем конкретная реализация этой идеи, вероятно, еще не может считаться безупречной – желательно иметь более строгие правила выбора сооружений-аналогов и т.д. Но, повторяем, сама идея метода представляется интересной и плодотворной.

В значительной степени сходный подход был заложен и в исследованиях Ю. Г. Божко [23; 24; 25], посвященных разработке метода (доведенного до стадии инженерных номограмм), с помощью которого можно количественно выразить и оценить один из важнейших элементов, характеризующих эстетичность градостроительных объектов, точнее – эстетичность восприятия объемно-пространственной структуры градостроительных композиций, с точки зрения одного лишь взаиморасположения составляющих ее объемов и открытых пространств, т.е. того, что иногда называют "пропорциями в градостроительстве".

Ю. Г. Божко принимает, что общая оценка эстетического качества объемно-пространственной структуры градостроительной композиции зависит от трех частных оценок, характеризующих собой: а) объемно-пространственные отношения внутри градостроительной композиции (отношение общего фронта застройки к площади плана композиции); б) относительные размеры ее плана (отношение средней ширины к средней длине плана композиции); в) степень упорядоченности ее застройки (отношение общего поперечного фронта застройки к общему продольному фронту застройки). Для каждой из этих трех частных оценок им разработаны расчетные формулы и построены инженерные

<sup>1</sup> Оценки художественной выразительности и целостности объемно-пространственной структуры крестово-купольных храмов распределились следующим образом (по баллам): собор Спаса Преображения в Переславле-Залесском, 1152 г. (0,435); Пятницкая церковь в Чернигове, ХП–ХШ вв. (0,524); церковь Покрова Богородицы на Нерли, 1165–1167 гг. (0,565); Благовещенский собор в Московском Кремле, 1484–1489 гг. (0,569); Троицкий собор в Троице-Сергиевом монастыре, 1422–1423 гг. (0,618) и т.д.

номограммы, с помощью которых для конкретной градостроительной композиции могут быть получены соответствующие числовые коэффициенты, позволяющие вычислить критерий эстетичности объемно-пространственной структуры градостроительных композиций.

Замечания, которые могут быть сделаны относительно работы Ю. Г. Божко, в значительной степени сходны с теми, которые касаются работы А. А. Тица.

## О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КРАСОТЫ В АРХИТЕКТУРЕ

Нами были рассмотрены традиционные, так сказать "ручные", методы количественной оценки красоты. Вместе с тем автор глубоко уверен, что в будущем такого рода оценки будут все больше машинизироваться на основе применения ЭВМ. Этот вывод, считает он, вытекает из утверждения о возможности машинного (с помощью ЭВМ) моделирования процесса создания таких объектов, применительно к которым в определенной степени правомерно использовать термин "красота". Проанализируем эту проблему в двух аспектах: 1. Возможность. (Можно ли это сделать?) 2. Необходимость. (Нужно ли это делать?)

На наш взгляд, творчество связано с двумя этапами: а) этапом созидательным, когда собственно и создается произведение; б) этапом оценочным, когда созданное произведение получает общественное оценку.

Поэтому анализ возможности и необходимости машинного моделирования красоты будем производить применительно к каждому из этих двух этапов.

Автор считает необходимым подчеркнуть, что машинное моделирование здесь и далее рассматривается только в отношении тех объектов, которые могут трактоваться как "красивые", а отнюдь не тех, которые принадлежат к принципиально иной категории — произведений искусства, имеющих идеино-художественное содержание.

**Первый этап. Возможно ли создание красивых композиций с помощью ЭВМ?** Исследуя вопрос о возможности чего-то, обычно выделяют два момента: теоретическая, принципиальная возможность и практическая осуществимость. Именно с этих точек

зрения и рассмотрим сформулированную в заголовке этого пункта проблему.

Теоретическая (принципиальная) возможность создания красивых объектов с помощью ЭВМ. Этот вопрос тесно смыкается с близким ему по смыслу вопросом о пределах "умственных" возможностей ЭВМ: "Может ли машина мыслить?" На наш взгляд, весьма убедительный положительный ответ на него обосновывается в монографии "Вычислительные машины и мышление" [223, с.25]. Правда, говорят еще о творческом мышлении, творческой деятельности как высшей форме мышления вообще. В связи с этим Ньюэлл, Шоу и Саймон дают термину "творческая деятельность" определение, позволяющее использовать его при проверке научных гипотез: "... творческую деятельность можно характеризовать просто как вид деятельности по решению специальных задач, который характеризуется новизной, нетрадиционностью, устойчивостью и трудностью в формулировании проблемы". Приняв это определение как исходное, они показали, что и этот вид мышления может быть реализован на ЭВМ [159, с.503].

Но наиболее общий вывод о принципиальной возможности моделирования мышления с помощью ЭВМ вытекает как следствие из известной теоремы Мак-Каллока — Питтса. Точнее, речь идет не об одной теореме, а о десяти теоремах, изложенных в 1943 г. в работе "Логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности" [91, с.18]. В этой работе введено понятие так называемого "формального нейрона", уточненное Мак-Каллоком в 1958—1959 гг. Смысл этой теоремы заключается в

том, что с помощью формальной нейронной сети (которая в принципе может быть искусственно создана при использовании ЭВМ) оказывается возможным воспроизвести любую мыслительную деятельность человека, поддающуюся конечному описанию средствами математической логики. Так обстоит дело с теоретическим аспектом проблемы.

**Практическая (техническая) возможность создания красивых композиций с помощью ЭВМ.** Даже современные, не слишком еще совершенные ЭВМ, которые, как показывает специальное сравнение [150, с.58], во многом уступают человеку по своему "интеллекту", уже нередко совершают такие операции, которые до недавнего времени считались исключительной прерогативой человеческого разума.

В области науки уже имеются программы, с помощью которых ЭВМ не только доказывают (иногда даже более экономным, чем человек, способом) теоремы математической логики и геометрии, но и формулируют новые, ранее неизвестные теоремы; играют в шахматы и шашки; проектируют оптимальные конструкции, схемы (в том числе и для новых, еще не существующих ЭВМ) и т.д. Но возможность машинного моделирования в экспериментальном порядке проверяется и в других сферах. Так, например, с помощью ЭВМ были получены абстрактные графические композиции, экспертная оценка эстетичности которых оказалась достаточно высокой [283, с.132].

В одном из экспериментов ЭВМ по специальной программе за 20 минут создала и напечатала 104 рисунка новых ткацких переплетений, имеющих определенную эстетическую значимость и пригодных для промышленного использования [92, с.386]. Машинное моделирование также применяется в дизайне [105, с.389]; для рисования кадров художественных мультфильмов [120, с.194]; при автоматическом воспроизведении скульптур по фотоснимкам [92, с.381]. Что касается музыки, то мелодии, сочиненные ЭВМ по программе, разработанной Р. Х. Зариповым, получили при экспериментальном опросе более высокие оценки, чем аналогичные по жанру мелодии, созданные профессиональными композиторами и опубликованные издательством "Музгиз" в сборнике избранных песен. Причем эксперты были вполне квалифицированные: артисты Большого театра [92, с.384; 22, с.499].

В области поэзии известна очень удачная мистификация, автором которой был М. Бензе. Он выпустил в ФРГ от имени несуществующего молодого поэта Ульриха Краузе сборник вполне

осмыслиенных стихов, чрезвычайно благоприятно встреченных читателями и критикой. Популярность "молодого поэта", которого один из критиков даже окрестил "восходящей звездой поэзии", устойчиво сохранилась до тех пор, пока М. Бензе не объявил, что автором стихов была ЭВМ [91, с.47].

Разумеется, все приведенные случаи вряд ли можно трактовать как относящиеся к моделированию произведений искусства, скорее речь здесь идет о машинном "создании" красивых формальных композиций.

Что же касается этих композиций, то на первый вопрос, возможно ли создание красивых объектов с помощью ЭВМ, по мнению автора, положительный ответ дает не только теория, но и практика.

**Второй этап. Возможна ли оценка красоты с помощью ЭВМ?** Учитывая характер данной книги, вопрос этот будем рассматривать применительно к оценке красоты архитектурных объектов. По-видимому, процесс использования ЭВМ для этой цели начнется с автоматизации некоторых вспомогательных видов деятельности, в результате чего резко возрастут возможности экспертов по вынесению достаточно достоверных оценок красоты архитектурных объектов. Здесь возможны два направления развития.

**Первое направление.** Еще на стадии оценки проекта представление эксперту более наглядной информации об интерьерах и экsterьере будущего сооружения. На первом этапе делать это будет, по-видимому, на основе автоматизации построения перспектив (в том числе и стереоперспектив) с различных видовых точек и с учетом особенностей человеческого зрения, дающих эксперту близкое к действительности зрительное представление об оцениваемом объекте [291, с.72; 124]. На втором же этапе, который уже не за горами, окажется возможным знакомить экспертов с запроектированным сооружением уже не с помощью перспектив (пусть и стереоскопических), а гораздо более совершенным способом: используя автоматически созданное на основе чертежей проекта голографическое (т.е. объемное) изображение объекта, которое, как известно, создает практически полную иллюзию наблюдения реального объекта (см., например, работы [154, 270]).

**Второе направление.** Создание таких условий для получения от эксперта информации о выносимых ими оценках красоты, при которых эти оценки отражали бы действительные эмоции, испытываемые экспертом и выражались в количественной шкале.

Но вслед за автоматизацией рассмотренных выше вспомогательных операций экспертной оценки придется очередь автоматизации и основных операций. Связано это будет, наиболее вероятно, с развитием методов машинного распознавания зрительных образов (см., например, обзор отечественных работ в этой области [47] или зарубежные исследования типа работы [290]).

Нам представляется, что один из возможных способов использования машинного распознавания образов для оценки красоты может быть таким, как это изложено в совместной с А. В. Сенюковым работе автора [198].

Предположим, что нужно получить экспертную оценку красоты каких-то конкретных сооружений, вынесенную не обычной экспертной комиссией, состоящей из 10–12 архитекторов, а определенную на основе обобщения мнения нескольких тысяч опытных советских архитекторов. Вероятно, такая оценка была бы более точной.

Затем все эти количественные оценки могут быть введены в память мощной ЭВМ, которой, применительно к каждому из  $j$ -ых элементов красоты ( $j = 1, 2, \dots$ ), кроме того, сообщаются данные о численных значениях абсолютных показателей  $P_i^{(j)}$  по каждому их  $i$ -ых оценивающихся сооружений, а также параметры всех функций  $K^{(j)} = f(P^{(j)})$ , см. формулу (1).

Конечно, нужно учитывать, что эстетические вкусы и самих архитекторов со временем подвержены изменениям. Ну что же, это означает только, что периодически в машину нужно будет вводить дополнительные данные, чтобы скорректировать сформировавшиеся в ее памяти "образы" красоты.

Все изложенное выше, по нашему мнению, свидетельствует: для применения вычислительных машин с целью частичной замены человека на обоих этапах — создания и оценки красивых объектов не существует принципиальных непреодолимых препятствий научно-технического характера.

Казалось бы, что автор должен радоваться такому выводу, ибо всю свою книгу он посвятил доказательству тезиса о возможности и необходимости оперирования объективными количественными данными области архитектуры. Однако он не только не рад открываемой этим выводом перспек-

тиве, но и относится резко отрицательно к идеи машинизации, автоматизации творческой работы архитектора, к применению ЭВМ на первом этапе — этапе создания архитектурной композиции (хотя для второго этапа — этапа оценки — подобное использование вычислительной техники он считает не только допустимым, но и прямо желательным). Уяснение позиции автора лучше произвести при рассмотрении еще одного аспекта анализируемой в этом разделе проблемы — аспекта необходимости и целесообразности реализации возможностей машинного моделирования красивых объектов, о которых говорилось выше.

По мнению автора, отрицательный ответ на этот вопрос вызван двумя причинами, которые условно могут быть названы: 1) потребность в творчестве и 2) потребность в соревновании (не говоря уже об очевидной и гораздо более существенной причине, связанной с социально-эстетическими функциями искусства).

Конечно, в профессии архитектора так же, как и в любой другой творческой профессии, приходится выполнять далеко не только творческую работу, в частности работу вычислительную, графическую, оценочную и т.д., механизация и даже автоматизация которой является только благом. Говорят, что архитектура — это и искусство и социальное назначение ее, и техника. Вот и нужно машинизировать то, что связано с технической стороной архитектуры, но не то, что связано с эстетической характерностью создаваемого объекта, все то, что при всех издержках и трудностях этой профессии является для архитектора источником творческой радости.

Таким образом, с точки зрения удовлетворения стремления человека к творчеству, машинное создание красивых архитектурных композиций представляется ненужным.

Что касается оценки произведений зодчества, то чем более точны они будут, в частности чем более будет машинизирована, а затем и автоматизирована процедура вынесения оценок их красоты, тем лучше. Никто от автоматизации таких оценок не пострадает, а общество, видимо, выиграет. В этом суть выводов заключительного раздела нашей книги.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Маркс К. Введение (Из экономических рукописей). К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 12.
- Маркс К. Экономико-философские рукописи 1844 г. — К. Маркс и Ф. Энгельс. Из ранних произведений. М., 1956.
- Маркс К. К критике политической экономии. — К. Маркс, Ф. Энгельс. Соч., т. 13.
- Энгельс Ф. Диалектика природы. К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20.
- Ленин В. И. Материализм и эмпириокритицизм. Полн. собр. соч. Т. 18.
- Ленин В. И. Философские тетради. Полн. собр. соч. Т. 29.
1. Абрамова А. Татлин (К восемидесятилетию со дня рождения). — "Декоративное искусство СССР", 1966, №2.
2. Азгальдов Г. Г. Выступление на заседании Теоретического клуба по теме "Красота и количественная мера". — В кн.: Проблемы современной теории архитектуры. М., 1973.
3. Азгальдов Г. Г. Красота сооружения и количественная мера. — "Архитектура СССР", 1968, №9.
4. Азгальдов Г. Г. Показатель интегрального качества проекта сооружения. — "Стандарты и качество", 1968, №3.
5. Азгальдов Г. Г., Райхман Э. П. О квадратуре. М., 1973.
6. Акимов Н. Мысли о прекрасном. — В кн.: Не только о театре. М.-Л., 1966.
7. Александров П. С. О важнейших предметах воспитания. — "Наука и жизнь", 1967, №7.
8. Алексеев С. С., Теплов Б. М., Шеварев П. А. Цвет в архитектуре. М., 1934.
9. Альберти Л.-Б. О статуе. — В кн.: Альберти Л.-Б. Десять книг о зодчестве. Т. П. М., 1937.
10. Антокольский М. М. Письма В. В. Стасову — В кн.: Мастера искусства об искусстве. Т. 4. М., 1937.
11. Аристотель. Метафизика. М., 1934.
12. Арнхейм Р. Искусство и визуальное восприятие. М., 1974.
13. Асмус В. Ф. Проблема интуиции в философии и математике. М., 1965.
14. Афанасьев К. Н. Построение архитектурной формы древнерусскими зодчими. М., 1961.
15. Бархин М. Г. Основы архитектурно-строительного проектирования. М., 1952.
16. Бархин М. Г. Роль и задачи теории в развитии архитектуры. — В кн.: Теоретические проблемы советской архитектуры. (Материалы к семинару). Вып. П., М., 1970.
17. Бархин М. Г. Город 1945—1970. Практика, проекты, теория. М., 1974.
18. Бензэ М. Введение в информационную эстетику. — В кн.: Семиотика и искусствоведение. М., 1972.
19. Бецольд В. Учение о цветах по отношению к искусству и технике. — В кн.: Мастера искусства об искусстве. Т. П. М., 1933.
20. Бирюков Б. В. Кибернетика и методология науки. М., 1974.
21. Бирюков Б. В., Геллер Е. С. Кибернетика в гуманитарных науках. М., 1973.
22. Бирюков Б. В., Зарипов Р. Х., Плотников С. Н. Примечания. — В кн.: Моль А., Фукс В. И., Касслер М. Искусство и ЭВМ. М., 1975.
23. Боккю Ю. Г. Выступление на заседании Теоретического клуба по теме "Красота и количественная мера". — В кн.: Проблемы современной теории архитектуры. М., 1973.
24. Боккю Ю. Г. Статистическое определение пространственных связей в градостроительных композициях. — В кн.: Проектирование и строительство. Вып. 1. Общие вопросы архитектуры. (Обзор). М., 1969.
25. Боккю Ю. Г. Статическая модель объемно-пространственных отношений в архитектурной композиции. — "Известия высших учебных заведений. Строительство и архитектура", 1968, №10.
26. Бор Н. Свет и жизнь. — В кн.: Бор Н. Атомная физика и человеческое познание. М., 1961.
27. Борисовский Г. Б. Две системы унификации крупноразмерных элементов. — В кн.: Вопросы теории архитектуры. Вып. 4. М., 1958.
28. Борисовский Г. Б. Индустириализация строительства и архитектурное наследие. Вопросы композиции. М., 1956.
29. Борисовский Г. Б. Современная строительная техника и эстетика. М., 1963.
30. Борисовский Г. Б. Цвет и цифра. — "Знание — сила", 1972, №10.
31. Бринкман А. Учение о пропорциях во французской архитектуре XVII столетия. — В кн.: История архитектуры в избранных отрывках. М., 1935.
32. Брунов Н. Пропорции античной и средневековой архитектуры. М. 1935.
33. Брушлинский В. Примечания к "Переписке" Спинозы. — В кн.: Спиноза Б. Переписка. М., 1932.
34. Буров А. И. Эстетическая сущность искусства. М., 1956.
35. Буров А. К. Об архитектуре. М., 1960.

36. Быков В. Архитектура и кибернетика. — "Архитектура СССР", 1968, №1.
37. Быков В.Е. Выступления на заседании Теоретического клуба по теме "Красота и количественная мера". — В кн.: Проблемы современной теории архитектуры. М., 1973.
38. Быков В.Е. О количественных методах эстетической оценки архитектуры. — В кн.: Теоретические проблемы советской архитектуры Вып. П. М., 1970.
39. Быков В.Е. О применении кибернетических принципов и математических методов при проектировании объектов гражданского строительства. (Обзор). М., 1971.
40. Былинин Н. О состоянии и задачах науки в области теории и истории архитектуры. — В кн.: Вопросы теории архитектуры. Вып. 1. М., 1955.
41. Бэкон Ф. Новая Атлантида. Опыты и наставления нравственных и политических. М., 1962.
42. Бэкон Ф. Новый Оргонон. М., 1938.
43. Вавилов С.И. Глаз и солнце. М., 1950.
44. Ванслов В.В. Проблема прекрасного. М., 1957.
45. Варден, ван дер Б.Л. Пробуждающаяся наука. Математика древнего Египта, Вавилона и Греции. М., 1959.
46. Варский Б.В., Гузева М.А. О зависимости пространственных порогов зрения от характера воспринимаемого контура. — "Вопросы психологии", 1962, №2.
47. Василенко В.А., Романов А.Н. Обучение автоматов распознаванию изображений. М., 1973.
48. Васильковский С.В. Крупные блоки в античной архитектуре Греции. — В кн.: Архитектура и строительная техника. М., 1960.
49. Васюточкин Г. О мышлении художественном и математическом. — В кн.: Содружество наук и тайны творчества. М., 1968.
50. Вельянович В. Психофизиологические основания эстетики. СПб., 1878.
51. Вентцель Е. Исследование операций. — "Наука и жизнь", 1968, №12.
52. Винер Н. Высказывания. — "Неделя", 1967, №34.
53. Винчи, Леонардо да. Избранные произведения. Т.1. М., 1935.
54. Виньола, Джакомо Бароцци да. Правило пяти ордеров архитектуры. М., 1939.
55. Биолле ле Дюк. Беседы об архитектуре. Т.1. М., 1937.
56. Витрувий, Марк Поллион. Десять книг об архитектуре. М., 1936.
57. Вланин Г.М. Выступление на заседании Теоретического клуба по теме "Методика архитектурного анализа". — В кн.: Проблемы современной теории архитектуры. М., 1973.
58. Волга В.С. Комплексные модели в проектировании. Киев, 1970.
59. Волга В.С. Стандарт и качество в строительстве. Киев, 1974.
60. Воробьев Н. Математика описывает полезности. — "Наука и жизнь", 1966, №10.
61. Бронский О.Ю. Семантика архитектурной композиции. — В кн.: Автоматизация проектирования как комплексная проблема совершенствования проектного дела в стране. Всесоюз. науч. конференция. Москва, 1973. Тезисы сообщений. Сб. 1. М., 1973.
62. Бульф Г.В. Симметрия и ее проявление в природе. М., 1919.
63. Выбор оптимального варианта проектных решений одноэтажных промышленных зданий. Т.1. М., 1967.
64. Галилей Г. Сочинения. Т.1. М., 1934.
65. Ганзен В.А., Грановская Р.М. Об одном способе количественной оценки сложности контура. — В кн.: Проблемы психологии. Вып. 2. Л., 1965.
66. Ганзен В.А., Кудин П.А., Ломов Б.Ф. О гармонии в композиции. — "Техническая эстетика", 1969, №4.
67. Ганзен В.А., Кудин П.А. Логико-математический анализ понятия гармонии. — В кн.: Точные методы в исследованиях культуры и искусства. (Материалы к симпозиуму). Ч.2. М., 1971.
68. Гегелло А.И. Из творческого опыта. М., 1962.
69. Гегель. Сочинения, т.ХП, кн.1. М., 1938.
70. Гегель. Сочинения, т.ХШ, кн.2. М., 1940.
71. Гельвеций К.А. Об уме. М., 1938.
72. Генисаретский О.И., Мидлер А.П. Искусство в системе массовых коммуникаций. — В кн.: Искусство и научно-технический прогресс. М., 1973.
73. Герцен А.И. Письмо сыну А.А. Герцену. — Избранные философские произведения. М., 1948.
74. Гете В. Статьи и мысли об искусстве. М., 1936.
75. Гика М. Эстетика пропорций в природе и искусстве. М., 1936.
76. Гильберт К., Кун Г. История эстетики. М., 1960.
77. Гинзбург М.Я. Жилище. Опыт шестилетней работы над проблемой жилища. М., 1934.
78. Гинзбург М.Я. Ритмы в архитектуре. М., 1923.
79. Гинзбург М.Я. Стиль и эпоха. М., 1924.
80. Гинзбург М.Я. Архитектура санатория НТП в Кисловодске. М., 1940.
81. Гликин Я.Д. Универсальная система пропорциональности. — "Строительство и архитектура Ленинграда", 1972, №3.
82. Глухаров И. За определяне качествената оценка на жилищните комплекси. — "Архитектура", 1969, №9 (болг.).
83. Глазер В.Д., Цуккерман И.И. Информация и зрение. М.Л., 1961.
84. Гоген П. Из "Записок обо всем". — В кн.: Мастера искусства об искусстве. Т.3. М., 1939.
85. Гольдентрихт С.С. О природе эстетического творчества. М., 1966.
86. Григорьев Э.П. Выступление на заседании Теоретического клуба по теме "Методика архитектурного анализа". — В кн.: Проблемы современной теории архитектуры. М., 1973.
87. Гримм Г.Д. Пропорциональность в архитектуре. М., 1935.
88. Гропиус В. Интернациональная архитектура. — В кн.: Архитектура современного Запада. М., 1932.
89. Гуков В.И. Выступление на заседании Теоретического клуба по теме "Красота и количественная мера". — В кн.: Проблемы современной теории архитектуры. М., 1973.
90. Гуков В.И. Техническая эстетика и стандартизация— "Стандарты и качество", 1966, №1.
91. Гутчин И.Б. Кибернетические модели творчества. М., 1969.
92. Гутчин И.Б. Кибернетическое моделирование произведений искусства. — В кн.: Искусство и научно-технический прогресс. М., 1973.
93. Данизис Я. О критериях оценки качества промышленной продукции. — "Техническая эстетика", 1966, №5.
94. Деза М.Е., Дадамян Г.Г. Опыт применения количественных методов в исследовании театрального зри-

- теля. — В кн.: Точные методы в исследованиях культуры и искусства. (Материалы к симпозиуму). М., 1971.
95. Демин Н.М., Евреинов Ю.Н., Лаврик Г.И. Системные методы исследования в архитектуре и градостроительстве. (Проблемы моделирования). Обзор. М., 1970.
96. Дицро Д. Об искусстве. Т. 1. М., 1936.
97. Дмитриева Н.А. О прекрасном. М., 1960.
98. Дрезен Э. К. Стандартизация научно-технических понятий, обозначений и терминов. М., 1934.
99. Евреинов Ю.Н. О кибернетическом подходе к эстетическому аспекту архитектуры. — В кн.: Проектирование и строительство. Вып. 1. Общие вопросы архитектуры. М., 1969.
100. Евреинов Ю.Н., Лаврик Г.И. Исследование архитектуры методом моделирования. — В кн.: Проблемы моделирования городов и прогнозирование их развития. Секция У. Тезисы докладов. 2-я экономико-кибернетическая конференция "Экономико-математические методы регионального прогнозирования и моделирования территориальных экономических систем", 1968.
101. Евтушенко Е. Непринужденность как свойство поэзии. — "Литературная газета", 1972, №33.
102. Жолтовский И.В. Воспитание мастера архитектуры. — В кн.: Мастера советской архитектуры об архитектуре. Киев, 1953.
103. Жолтовский И.В. Принцип зодчества. — "Архитектура СССР", 1933, №5.
104. Журавлев А.М. Выступление на заседании Теоретического клуба по теме "Методика архитектурного анализа". — В кн.: Проблемы современной теории архитектуры. М., 1973.
105. Завадский С.А. Теория и практика "машинного искусства". — В кн.: Искусство и научно-технический прогресс. М., 1973.
106. Зарипов Р.Х. Кибернетика и музыка. М., 1971.
107. Зенкевич И. Не интегралом единим. Тула, 1971.
108. Зубов В.П. Архитектурно-теоретическое наследие и задачи его изучения. — В кн.: Архитектура. Сб. статей по творческим вопросам. Вып. 1. М., 1945.
109. Зыков М. Роль ученых-естествоиспытников в развитии эстетики. — В кн.: Научно-технический прогресс и искусство. Симпозиум, ноябрь, 1970 г. М., 1971.
110. Иконников А.В. Выступление на заседании Теоретического клуба по теме "Методика архитектурного анализа". — В кн.: Проблемы современной теории архитектуры. М., 1973.
111. Иконников А.В. Язык современной архитектуры. — В кн.: Искусство и научно-технический прогресс. М., 1973.
112. Каган М.С. К постановке вопроса о применимости точных методов в науках об искусстве. — В кн.: Точные методы в исследованиях культуры и искусства. (Материалы к симпозиуму). Ч. 1. М., 1971.
113. Казаринова В.И. Взаимосвязь архитектуры и строительной техники. М., 1964.
114. Казаринова В., Ромм Н. "Модулор" Ле Корбюзье в теории и на практике. — "Архитектура СССР", 1968, № 9.
115. Кант И. Критика способности суждения. Киев, 1955.
116. Карпов С.С. Выступление на заседании Теоретического клуба по теме "Красота и количественная мера". — В кн.: Проблемы современной теории архитектуры. М., 1973.
117. Кон-Винер. История стилей изобразительных искусств. М., 1936.
118. Конгрю А. Уловитель эмоций. — "Знание — сила", 1972, №7.
119. Конкурс-71. Итоги. — "Советский экран", 1971, №10.
120. Константинов Н.Н., Минахин В.В. и Пономаренко В.Ю. Программа, моделирующая механизм и рисующая мультифильм о нем. — В кн.: Проблемы кибернетики. Вып. 28. М., 1974.
121. Контролер цвета. — "Наука и жизнь", 1972, №7.
122. Короеv Ю.И. Методика автоматизированного анализа композиции проектируемой архитектурной среды по коэффициентам коррекции. — В кн.: Машинный метод проектирования. (Тезисы докладов к совещанию 13—15 декабря 1972 г.). М., 1972.
123. Короеv Ю., Семенов В. Объемно-графическое моделирование восприятия архитектурной композиции с помощью ЭВМ. — В кн.: Архитектурная композиция. Современные проблемы. М., 1970.
124. Короеv Ю.И., Семенов В.Н. Технические средства реализации эстетического качества в автоматизированном проектировании. — "Стандарты и качество", 1969, №8.
125. Крамской И.Н. Письма В.В. Стасову. — В кн.: Мастера искусства об искусстве. Т. 4. М., 1937.
126. Красильников Н.А. Выступление на заседании Теоретического клуба по теме "Красота и количественная мера". — В кн.: Проблемы современной теории архитектуры. М., 1973.
127. Красовский А.К. Гражданская архитектура. М., 1886.
128. Кристнер Ш., Рэй Г. Оценка влияния некоторых комбинаций кодов целей и фона на эффективность чтения картографической информации на экране индикатора. — В кн.: Инженерная психология. М., 1964.
129. Крюковский Н.И. Выступление на заседании Теоретического клуба по теме: "Красота и количественная мера". — В кн.: Проблемы современной теории архитектуры. М., 1973.
130. Крюковский Н. Логика красоты. Минск, 1965.
131. Ксенофонт Афинский. Сократические сочинения. М., 1935.
132. Кузьмин В.А. Архитектура как искусство и компьютер. — В кн.: Машинный метод проектирования (Тезисы докладов к научно-творческому совещанию "Архитектурная форма и научно-технический прогресс". 22—24 ноября 1972 г.). М., 1972.
133. Кукаркин А. Массовая культура и ее аполоgetы. — В кн.: Буржуазная эстетика сегодня. М., 1970.
134. Курбэ, Гюстав. Предисловие к каталогу выставки. — В кн.: Мастера искусства об искусстве. Т. П. М., 1933.
135. Лаврик Г.И. Выступление на заседании Теоретического клуба по теме "Красота и количественная мера". — В кн.: Проблемы современной теории архитектуры. М., 1973.
136. Лаврик Г.И. Математическое моделирование архитектурных систем. — В кн.: Вопросы архитектуры. Тезисы докладов У научной конференции по вопросам архитектуры, посвященной 100-летию со дня рождения В. И. Ленина. Харьков, 1969.
137. Лаврик Г.И. Системный подход к оценке архитектурных объектов. — В кн.: Проектирование и строительство. Вып. 1. Общие вопросы архитектуры (обзор). М., 1969.
138. Ламцов И.В., Туркус М.А. Элементы архитектурной композиции. М.—Л., 1938.

139. Лившиц М. Либерализм и демократия (по поводу одной литературной дискуссии). — Вопросы философии", 1968, №1.
140. Ломов Б.Ф. Человек и техника. М., 1966.
141. Лындян В.С. Программа визуальной коммуникации. — В кн.: Искусство и научно-технический прогресс. М., 1973.
142. Мак-Уинни Г. Обзор исследований по эстетическим измерениям. — В кн.: Семиотика и искусствометрия. М., 1972.
143. Маца И. Искусство эпохи зрелого капитализма на Западе. М., 1929.
144. Мачерет А.Я. Выступление на заседании Теоретического клуба по теме "Методика архитектурного анализа". — В кн.: Проблемы современной теории архитектуры. М., 1973.
145. Мессель Э. Пропорции в античности и в средние века. М., 1936.
146. Методика применения экспертных методов для оценки качества продукции. М., 1975.
147. Милонов Ю.К. Предисловие. — В кн.: Гика М. Эстетика пропорций в природе и искусстве. М., 1936.
148. Минервин Г.Б. Эстетические закономерности в архитектуре и специфика архитектурного образа. — В кн.: Основы советской архитектуры (Расширенные тезисы). М., 1958.
149. Михайлов Б.П. Основные формы гармонии в архитектуре. — В кн.: Архитектура. Сб. статей по творческим вопросам, №1. М., 1945.
150. Моль А. Искусство и ЭВМ. — В кн.: Моль А., Фукс В. и Касслер М. Искусство и ЭВМ. М., 1975.
151. Моль А. Теория информации и эстетическое восприятие. М., 1966.
152. Моруа А. Искусство и действительность. — "Иностранная литература", 1966, №12.
153. Налимов В.В. Вероятностная модель языка. О соотношении естественных и искусственных языков. М., 1974.
154. Никашин В.А. и др. Об автоматизированном получении искусственных голограмм, содержащих объемные изображения проектируемых объектов. — В кн.: Организация и методика строительного проектирования с применением вычислительной и организационной техники. Реперативный сборник. Сер.10. 1973, вып.12.
155. Никитин В.А. Некоторые вопросы формирования эстетического облика города. — В кн.: Вопросы архитектуры. Тезисы докладов У научной конференции по вопросам архитектуры, посвященной 100-летию со дня рождения И.И. Ленина, Харьков, 1969.
156. Николаев Б. Физические начала архитектурных форм. (Опыт исследования хронической деформации зданий). СПб, 1905.
157. Ноткин И.И. Количественные методы анализа эстетических качеств архитектурной среды. — В кн.: Машинный метод проектирования. (Тезисы докладов к совещанию 22–24 ноября 1972 г.). М., 1972.
158. Ньютон И. Оптика, или трактат об отражениях, преломлениях, изгибаниях и цветах света. М., 1954.
159. Ньюзлл А., Шоу Дж.С., Саймон Г.А. Процессы творческого мышления. — В кн.: Психология мышления. М., 1965.
160. Оболенский Л.Е. Научные основы красоты и искусства. СПб, 1902.
161. Общественное мнение и современное искусство. Результаты одного опроса. — "Курьер ЮНЕСКО", 1971, март.
162. Орлов В. Пропорция — что это такое? — "Техника молодежи", 1965, №11.
163. Остwald В. Философия природы. СПб, 1903.
164. Павлов И. П. Избранные труды. М., 1951.
165. Павлов И.П. Лекции по физиологии. 1912–1913 гг. М., 1949.
166. Парланд А.А. Храмы древней Греции. СПб, 1890.
167. Переверзев Л.Б. Искусство и кибернетика. М., 1966.
168. Петров В.М. Модель эстетической эмоции и процессы самоорганизации эстетических знаковых систем. — В кн.: Точные методы в исследованиях культуры и искусства. (Материалы к симпозиуму). Ч.2. М., 1971.
169. Петров В.М. О путях формализации эстетических требований в связи с проблемами автоматизации проектирования. — В кн.: Автоматизация проектирования как комплексная проблема совершенствования проектного дела в стране. Всесоюзная научная конференция 22–24 мая 1974 г. Сборник 1. М., 1973.
170. Пирсон К. Грамматика науки. СПб, 1911.
171. Писарев Д.И. Разрушение эстетики. Соч. Т.3. М., 1956.
172. Плеханов Г.В. Избранные философские произведения. Т.У. М., 1958.
173. Повилейко Р.П. Архитектура машины. Новосибирск, 1974.
174. Повилейко Р.П. Симметрия в технике. Новосибирск, 1970.
175. Повилейко Р.П., Шехвиц Э.И. Пропорции в технике. Новосибирск, 1965.
176. Покровский Г.И. Архитектура и законы зрения. К теории архитектурных форм и пропорций. М., 1936.
177. Покровский Г.И., Тростников В.Н. Организация информационного потока. — В кн.: Будущее науки. Перспективы. Гипотезы. Нерешенные проблемы. Международный ежегодник. Вып.2. М., 1968.
178. Приходько П.Т. Тропой науки. Новосибирск, 1965.
179. Программа построения перспективных и аксонометрических изображений для ЭВМ "Минск-22" (Перспектива-1). М., 1972.
180. Пул Д. Цвет в зданиях. (Рационализация подбора). — "Строительные материалы, изделия, оборудование", 1966, №7 (англ.).
181. Рабинович В.И. Выступление на заседании Теоретического клуба по теме: "Красота и количественная мера". — В кн.: Проблемы современной теории архитектуры. М., 1973.
182. Райт Ф.Л. Третье измерение. — В кн.: Архитектура современного Запада. М., 1932.
183. Райхман Э.П., Азгальдов Г.Г. Экспертные методы в оценке качества товаров. М., 1974.
184. Раппапорт А. Выступление на заседании Теоретического клуба по теме "Красота и количественная мера". — В кн.: Проблемы современной теории архитектуры. М., 1973.
185. Раппапорт А.Г. Выступление на заседании теоретического клуба по теме "Современные проблемы художественного образа в архитектуре". — В кн.: Проблемы современной теории архитектуры, М., 1973.
186. Раппапорт А. О методах и критериях анализа в архитектуре. — "Архитектура СССР", 1971, №10.

187. Рейнольдс Д. Из речей, произнесенных в Королевской академии. — В кн.: Мастера искусства об искусстве. Т. П. М., 1933.
188. Рейни И. Е. Заметки художника. — В кн.: Мастера искусства об искусстве. Т. 1У. М., 1937.
189. Рихтер Л. Основы учения о цветах для художников и деятелей художественной промышленности. М., 1931.
190. Рубаненко Б. Архитектурно-художественные проблемы индустриального домостроения. — "Архитектура СССР", 1966, №3.
191. Савченко М. Качественная оценка проекта. — "Архитектура СССР", 1969, №4.
192. Савченко М. Модели детализации зрелиц. — В кн.: Точные методы в исследованиях культуры и искусства. (Материалы к симпозиуму). Ч.2. М., 1971.
193. Сандрат И. Немецкая академия. — В кн.: Мастера искусства об искусстве. Т. 1. М., 1937.
194. Сареф М. О "функциональном" и "эстетическом". — "Техническая эстетика", 1969, №3.
195. Свирский А.О. Выступление на заседании Теоретического клуба по теме "Методика архитектурного анализа". — В кн.: Проблемы современной теории архитектуры. М., 1973.
196. Семенов В.Н. Автоматизация построения наглядных изображений в архитектурном проектировании. — В кн.: Автоматизация строительного проектирования. Материалы семинара. М., 1970.
197. Семенов В.Н. Автоматизированный объемно-графический метод архитектурно-строительного проектирования. — В кн.: Автоматизация проектирования как комплексная проблема совершенствования проектного дела в стране. Всесоюз. науч. конференция. Москва, 1973 г. Тезисы сообщений. Сб. 1. М., 1973.
198. Сенюков А.В., Азгальдов Г.Г. Преодоление некоторых недостатков экспертных методов определения эстетического качества продукции. — "Стандарты и качество", 1971, №3.
199. Сергеев Г. Можно ли улавливать "мозговые волны"? Можно? — "Знание — сила", 1972, №7.
200. Середюк И. Информационная ценность эстетических средств современной архитектуры. — "Архитектура СССР", 1972, №2.
201. Середюк И.И. Оценка информационных качеств современной архитектуры. — "Известия вузов. Строительство и архитектура", 1971, №10.
202. Смагин А. Роль автоматизации в архитектурном проектировании. — В кн.: Архитектурная композиция. Современные проблемы. М., 1970.
203. Сомов Ю. Анализ и конструирование. — "Техническая эстетика", 1966, №3.
204. Сомов Ю.С. Композиция в технике. М., 1972.
205. Тажурзина З. Кардинал-еретик. — "Вопросы и ответы", 1967, №5.
206. Тальковский В.Т. Графо-аналитический способ оценки застройки. — В кн.: Планировка и застройка городов. Научно-технический тематический сборник. Вып.7.
207. Тальковский В. О количественной оценке композиции застройки. — "Моспроектовец", 1971, 13 августа.
208. Тальковский В. Условия восприятия и оценка композиции новых жилых районов. — В кн.: Архитектурная композиция. Современные проблемы. М., 1970.
209. Тиц А.А. Архитектура, стандарт, красота. Киев, 1972.
210. Тиц А.А. Выступление на заседании Теоретического клуба по теме "Красота и количественная мера". — В кн.: Проблемы современной теории архитектуры. М., 1973.
211. Тендраков В. Природа типичного. — "Литературная газета", 1967, №40.
212. Толстой Л.Н. Что такое искусство? — Собр. соч. Т.15. М., 1964.
213. Тростников В.Н. Алгебра гармонии. М., 1968.
214. Уиттиг А. Всегда ли типизация приводит к однобразию? — "Строительные материалы, изделия и оборудование", 1966, №2. (англ.)
215. Урманцев Ю.А. Симметрия природы и природа симметрии. М., 1974.
216. Файн В.С. К вопросу об опознавании образов в сложных изображениях. — "Известия АН СССР. Энергетика и автоматика", 1962, №2.
217. Файн В.С. О количестве координатных описаний изображения в системах для опознавания видимых образов. — "Известия АН СССР. Энергетика и автоматика", 1960, №2.
218. Федоров М.В. Контраст и нюанс. — В кн.: Очерки теории архитектурной композиции. М., 1960.
219. Федоров М.В. Критерии эстетического в дизайне и в искусстве. — В кн.: Научно-технический прогресс и искусство. Симпозиум, ноябрь 1970 г. М., 1971.
220. Федоров М.В. О пропорционировании архитектурных элементов. — В кн.: Архитектура и строительная техника. М., 1960.
221. Федоров М.В. Оптические коррективы. — В кн.: Очерки теории архитектурной композиции. М., 1960.
222. Федоров М.В., Коров Ю.И. Объемно-пространственная композиция в проекте и в натуре. М., 1961.
223. Фейнбаум Э., Фельдман Дж. Введение. — В кн.: Вычислительные машины и мышление. М., 1967.
224. Фехнер Г.Т. Из книги "Введение в эстетику". Сокращенный перевод. — В кн.: Семиотика и искусствометрия. М., 1972.
225. Фрай Р. Заметки по эстетике. — В кн.: Современная книга по эстетике. М., 1957.
226. Фрилинг Г., Ауэр К. Человек. Цвет. Пространство. М., 1973.
227. Фукс В. По всем правилам искусства. Точные методы в исследованиях литературы, музыки и изобразительного искусства. — В кн.: Моль А., Фукс В. и Касслер М. Искусство и ЭВМ. М., 1975.
228. Хазанов Д.Б. Модуль и масштаб в греческой архитектуре. — В кн.: Вопросы теории архитектурной композиции. Т. 4. М., 1958.
229. Хан-Магомедов С.О. Выступление на совещании по вопросам социалистического архитектурного стиля. — В кн.: Вопросы теории архитектуры. Вып.6. М., 1960.
230. Хэмбидж Д. Динамическая симметрия в архитектуре. М., 1936.
231. Хогарт В. Анализ красоты. — В кн.: Мастера искусства об искусстве. Т.П. М., 1933.
232. Цванг Х.Г. Коллективная зрительская оценка (фильмов) и ее применение. — В кн.: Точные методы в исследованиях культуры и искусства. (Материалы к симпозиуму.) М., 1971.
233. Цейзинг А. Золотое деление как основной морфологический закон в природе и искусстве. М., 1876.
234. Чернихов Я.Г. Основы современной архитектуры. Л., 1931.

235. Шевелев И. Геометрическая гармония в архитектуре. — «Архитектура СССР», 1965, №3.
236. Шемшурин Е.Н. Метр и ритм. — В кн.: Очерки теории архитектурной композиции. М., 1960.
237. Шемшурин Е.Н. Ритм в архитектуре. — В кн.: Вопросы теории архитектурной композиции. Т.2, М., 1962.
238. Шемякин Г.А. О месте и значении закономерностей архитектурной композиции в творчестве советского архитектора. — В кн.: Основы теории советской архитектуры (расширенные тезисы). М., 1958.
239. Шестаков В.П. Гармония как эстетическая категория. М., 1973.
240. Шиллер Ф. Статьи по эстетике. М., 1935.
241. Шуази О. История архитектуры. Т.1. М., 1935.
242. Шуази О. История архитектуры. Т.2. М., 1937.
243. Шубников А.В. Гармония в природе и искусстве. — «Природа», 1927, №7—8.
244. Шубников А.В. Симметрия. (Законы симметрии и их применение в науке, технике и прикладном искусстве). М., 1940.
245. Шубников А.В., Копчик В.А. Симметрия в науке и искусстве. М., 1972.
246. Шуман Р. Избранные статьи о музыке. М., 1956.
247. Шипанов А.С. Освещение в архитектуре интерьера. М., 1960.
248. Щусев А.В. Советская архитектура и классическое наследство. — «Архитектурная газета», 1967, 18 июня.
249. ЭВМ определяет цвет. — «Знание — сила», 1972, №10.
250. ЭВМ подбирает цвета. — «За рубежом», 1971, №44.
251. Эйзенштейн С.М. О строении вещей. — «Искусство кино», 1939, №6.
252. Эйнштейн А. Высказывания. — «Неделя», 1967, №34.
253. Экман Г., Кюннапас Т. Шкалирование эстетических оценок «прямым» и «косвенным» методами. — В кн.: Семиотика и искусствометрия. М., 1972.
254. Яглом И.М., Береснева В.Я. Симметрия как основа орнаментального мышления. — В кн.: Точные методы в исследованиях культуры и искусства. (Материалы к симпозиуму). Ч.1. М., 1971.
255. A bibliography of psychological and experimental aesthetics. 1864—1937. By Albert R.Chandler and Edward N.Barnhart. Berkeley, California, University of California Press, 1938.
256. Barron F., Welsh G.S. Artistic perception as possible factor in personality style. — «The Journal of psychology», 1952, v. 33, second half.
257. Beebe-Center J.G., Pratt C.C. A test of Birkhoff's aesthetic measure. — «The Journal of general psychology», 1937, v. 17, first half.
258. Bense M. Extrakt einer statistischen Ästhetik. — «Das Kunstwerk», 1958, N. 7.
259. Birkhoff G.D. Aesthetic measure. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 1933.
260. Birkhoff G.D. Mathematics of aesthetics. — In: The world of mathematics. V. 4. New York, 1956.
261. Borillo A., Borillo M., Bourelly L., Chouraqui E., de la Vega W.Fernandez, Guénocque A., Hesnard A., Tognotti I., Virbel I. Description des outils (mathématiques, linguistiques et informatiques) impliqués par la construction d'une chaîne automatique intégrée de traitement de l'information textuelle et graphique. — «Information storage and retrieval», 1973, v. 9, N. 10.
262. Borissavlievitch M. The golden number and the scientific aesthetics of architecture. London, 1958.
263. Buchanan S. Poetry and mathematics. Philadelphia and New York, J.B.Lippincott Co., 1962.
264. Campion D. Computers in architectural design. Amsterdam, London and New York, Elsevier Publ. Co., 1968.
265. Ďerný V. Architektura a hodnoty. — «Architektura CSSR», 1970, N 4.
266. Child J.L. Personality correlates of esthetic judgement in college students. — «Journal of personality» 1965, v. 33, N 3.
267. Davis P.C. An evaluation and test of Birkhoff's aesthetic measure formula. — «The Journal of general psychology», 1936, v. 15, N 2.
268. Eysenck H.J. The experimental study of the good gestalt. A new approach. — «Psychological review», 1942, v. 49, N 4. —
269. Eysenck H.J. The general factor in aesthetic judgements. — «The British journal of psychology», 1941, v. 31, part I.
270. Fader L., Leonard C. Holography: a design process aid. — «Progressive architecture», 1971, v. 52, N 6.
271. Fechner G.T. Vorschule der Ästhetik. Erster Teil. Leipzig, Druck und Verlag von Breitkopf und Hörtel, 1929.
272. Ford C.S., Prothro T.E. Child J.L. Some trans-cultural comparisons of esthetic judgment. — «The Journal of social psychology», 1966, v. 68, first half.
273. Frank H. Grundlagenprobleme der Informationssästhetik und erste Anwendung auf die mime pure. Stuttgart, 1959.
274. Frolov B. The Golden Section enigma. — «Moscow news». 1974, N 6.
275. Gunzenhäuser R. Ästhetisches Mass und aesthetische Information. Hamburg, Verlag Schnelle Quickborn, 1962.
276. Gunzenhäuser R. Das ästhetische Mass Birkhoffs in informationsästhetischer Sicht. — In: Kunst und Kybernetik. Köln, Verlag M. Du Mont Schauberg, 1968.
277. Iwao S., Child J.L. Comparison of esthetic judgments by American experts and by Japanese potters. — «The Journal of social psychology», 1966, v. 68, first half.
278. Le Corbusier Ch. Oeuvre complète 1946—1952. Zurich, 1961.
279. Le Corbusier. The modulor. A harmonious measure to the human scale universally applicable to architecture and mechanics. London, Faber and Faber, 1963.
280. Le "maquetteoscope". — «Techniques et architecture». 1954, N 9—10.
281. Moles A. Information und Redundanz. — In: Kunst und Kybernetik. Köln, Verlag M. Du Mont Schauberg, 1968.
282. Monroe M. The apparent weight of colour. — «The American journal of psychology», 1925, v. 36, N 2.
283. Nake F. Künstliche Kunst — zur Produktion von Computer-Grafiken. — In: Kunst und Kybernetik. Köln, Verlag M. Du Mont Schauberg, 1968.
284. Negroponte N. The architecture machine. Toward a more human environment. Cambridge, Massachusetts, MIT Press, 1970.
285. Noll A.M. Stereographic projections by digital computer. — «Computers and automation», 1965, v. 14, N 5.

286. Pierce E. The aesthetics of simple forms. I. Symmetry. — "The Psychological review", 1894, v. 1, N 5.
287. Pierce E. The aesthetics of simple forms. II. The functions of the elements. — "The Psychological review", 1896, v. 3, N 3.
288. Richards W., Polit A. Texture matching. — "Kybernetik", 1974, B. 16, H. 2.
289. Schillinger J. The mathematical basis of the arts. New York, Philosophical library, 1944.
290. Schuh J.F. Some aspects of visual pattern recognition. — "Kybernetes", 1973, v. 2, N. 4.
291. Stewart C.D. Can a 54-year-old architectural firm find romance and happiness with an interactive computer system? — "Progressive architecture", 1971, v. 52, N 7.
292. Symmes E.F. Aesthetic preferences by comparison with standards. — "The American journal of psychology", 1927, v. 38, N. 3.
293. Valentine C.W. The experimental psychology of beauty. London, 1962.
294. Wever E.G. Figure and ground in the visual perception of form. — "The American journal of psychology", 1927, v. 38, N 2.
295. Whitmore C.E. The psychological approach to esthetics. — "The American journal of psychology", 1927, v. 38, N 1.
296. Zadeh L. Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. — "IEEE transactions on systems, man and cybernetics", 1973, v. SMC-3, N 1.
297. Zeising A. Aesthetische Forschungen. Leipzig, 1855.
298. Zeising A. Neue Lehre von den Proportionen der menschlichen Körpers. Leipzig, 1854.

<http://www.qualimetry.ru>

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

ПРЕДИСЛОВИЕ . . . . .	3
ВВЕДЕНИЕ . . . . .	5
ГЛАВА 1. ПРОБЛЕМА ОЦЕНКИ КРАСОТЫ В АРХИТЕКТУРЕ . . . . .	7
ПРИМЕНЯЕМЫЕ ТЕРМИНЫ . . . . .	7
ЧТО ГОВОРЯТ СПЕЦИАЛИСТЫ . . . . .	9
УСЛОВИЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ КРАСОТЫ . . . . .	14
ГЛАВА 2. ВОЗМОЖНОСТЬ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ОТДЕЛЬНЫХ "ЭЛЕМЕНТОВ КРАСОТЫ" (ЭЛЕМЕНТОВ КОМПОЗИЦИИ) . . . . .	19
ХАРАКТЕР КОМПОЗИЦИИ . . . . .	20
Виды композиции (1) . . . . .	20
ФОРМА ОБЪЕКТА . . . . .	27
Масса формы (2) . . . . .	28
Весовые соотношения элементов формы (3) . . . . .	30
Цельность формы (4) . . . . .	32
ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТА . . . . .	34
Цвет (5) . . . . .	34
Фактура поверхности (6) . . . . .	36
Светотень (7) . . . . .	40
Оптические искажения (8) . . . . .	42
ЧЕРЕДОВАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ ОБЪЕКТА . . . . .	44
Метр (9) . . . . .	44
Ритм (10) . . . . .	48
СХОДСТВО И РАЗЛИЧИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ ОБЪЕКТА . . . . .	52
Нюанс (11) . . . . .	52
Контраст (12) . . . . .	52
Симметрия (13) . . . . .	53
Асимметрия (14) . . . . .	55
Статичность и динамичность (15) . . . . .	55
Архитектоника (16) . . . . .	57
НЕОБХОДИМЫЕ "ЭЛЕМЕНТЫ КРАСОТЫ" . . . . .	58
Пропорциональность (17) . . . . .	58
Масштабность (18) . . . . .	60
Стилевое единство сооружения (19) . . . . .	61
Гармоничность (20) . . . . .	62
ГЛАВА 3. НЕКОТОРЫЕ СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ КРАСОТЫ . . . . .	66
ЭКСПЕРТНЫЕ МЕТОДЫ . . . . .	67
Экспертные методы с осознанной передачей информации . . . . .	68
Экспертные методы с неосознанной передачей информации . . . . .	70
КОМБИНИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ . . . . .	71
АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ . . . . .	72
О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КРАСОТЫ В АРХИТЕКТУРЕ . . . . .	78
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	81