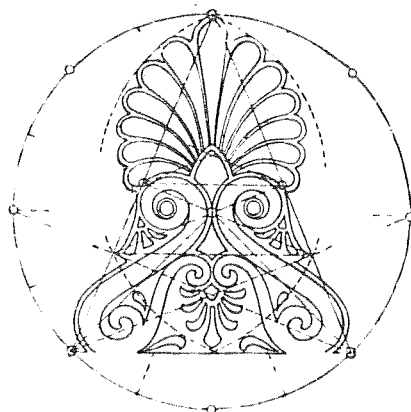

ПРОПОРЦИИ АНТИЧНОЙ И СРЕДНЕВЕКОВОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Н. БРУНОВ



ИЗДАТЕЛЬСТВО ВСЕСОЮЗНОЙ АКАДЕМИИ АРХИТЕКТУРЫ



АРХИТЕКТУРНЫЕ
ПРОПОРЦИИ

ВЫПУСК

I

19 ☆ МОСКВА ☆ 35

Н. БРУНОВ

ПРОПОРЦИИ
АНТИЧНОЙ И СРЕДНЕВЕКОВОЙ
АРХИТЕКТУРЫ

ИЗДАТЕЛЬСТВО ВСЕСОЮЗНОЙ АКАДЕМИИ АРХИТЕКТУРЫ

Долгое время в истории архитектуры господствовало мнение, что классические греческие архитекторы пользовались в своей работе так называемой модульной системой, т. е. что они принимали известную часть здания, например диаметр колонны или высоту триглифа, за единицу и придавали различным частям здания размеры, которые выражались в простых целых числах по отношению к основному модулю. Однако исследования последнего времени доказали, что классические греческие здания основаны на иррациональных числах, среди которых особенно большую роль играет отношение золотого сечения, т. е. деление любого отрезка на две неравных части так, чтобы малый отрезок относился к большему, как больший к целому. На важность в искусстве этого соотношения первый среди ученых XIX века указал Цейзинг, который считал золотое сечение „пропорцией“ всякой хорошей архитектуры и проанализировал с этой точки зрения ряд выдающихся архитектурных произведений различных эпох.

Цейзинг сформулировал целую сложную эстетическую систему золотого сечения, сводящуюся к трем основным положениям, которые я формулирую применительно к архитектуре: 1) золотое сечение господствует в архитектуре; 2) золотое сечение господствует в природе; 3) золотое сечение господствует в архитектуре потому, что оно господствует в природе. Творчество архитектора рассматривается при этом как продолжение общего творчества природы. Поэтому плохим считается все то, что идет вразрез с природой.

За последние десятилетия в западно-европейской научной литературе об искусстве появились всевозможные сочинения по изучению пропорций архитектурно-художественных

произведений прошлых эпох. Но огромное большинство этих исследований отличается большим субъективизмом, излишней усложненностью геометрических построений и малой убедительностью выводов. Иногда сложнейшие и запутаннейшие геометрические схемы и числовые данные приводят к правильному частичному результату, однако последний не отличается достаточно общим характером, являясь только незначительным следствием основных принципов данной системы архитектурных пропорций; при этом в аналогичных случаях тот же результат может быть получен несравненно более простым путем.

Наиболее убедительными и интересными теориями пропорций классической греческой архитектуры V века до н.э. являются теории Жолтовского, американца Хэмбиджа и немца Мёсселя, которые совершенно независимо друг от друга подошли с разных точек зрения к проблеме классических греческих пропорций и вскрыли каждый по-своему пропорциональные закономерности, лежащие в основе греческих храмов V века. Свои наблюдения эти три автора распространяют также и на другие эпохи истории архитектуры, но на примере их анализов классических греческих зданий — и особенно Парфенона, наиболее совершенного среди них — яснее выступают основные различия методов исследования упомянутых авторов, а также достоинства и недостатки каждого из этих методов.

Теоретическая база системы архитектурных пропорций Жолтовского исчерпывается в основном тремя приведенными выше положениями Цейзинга. Творчество архитектора рассматривается Жолтовским как часть творчества природы, архитектор — как „дитя природы“. Архитектурные формы должны члениться, следовать одна за другой, друг из друга вырастать, как ветки из древесного ствола. Общим законом для органической (а может быть, и для неорганической) природы и для произведений архитектуры является золотое сечение. Жолтовский вносит в эту теоретическую систему, целиком сформулированную в 50-х годах XIX века Цейзингом („*Neue Lehre von den Proportionen des menschlichen Körpers*“, 1854, „*Aesthetische Forschungen*“, 1855), очень существенное добавление, вводя в свои исследования, наряду с основным отношением золотого сечения (отношение 0,618 к 0,382), еще другое отношение, являющееся производным от этого основного отношения и называемое Жолтовским „функцией золотого сечения“, или просто „функцией“. Жолтовский называет функцией отношение 0,528 к 0,472. Функция является удвоенным большим отрезком золотого сечения от малого отрезка золотого сечения

любого отрезка, взятого за единицу; или, другими словами, функция является удвоенной третьей величиной нисходящего ряда золотого сечения от единицы. Ряд золотого сечения составляют следующие приближенные значения: 1 — 0,618 — 0,382 — 0,236. Другими словами, если мы возьмем большой отрезок золотого сечения, равный 0,618, и вновь расчленим его по золотому сечению, то мы получим отрезки 0,382 и 0,236, которые в сумме дадут 0,618.

Или:

$$\frac{0,382}{0,236} = \frac{0,618}{0,382}$$

Удвоенный отрезок 0,236 даст 0,472, т.е. малый отрезок функции Жолтовского.

Жолтовский потому именно выбирает данную „функцию“ золотого сечения, что прямоугольник, построенный на функции, очень близок к квадрату. Квадрат Жолтовский считает фигурой „мертвой“. Прямоугольник, построенный на отношении функции, является „живым квадратом“ и заменяет собой квадрат в архитектуре, которая должна быть построена на золотом сечении (Жолтовский указывает при этом на то, что в природе квадрат не встречается).

В своих анализах архитектурных памятников прошлого (в частности Парфенона) Жолтовский комбинирует основное отношение золотого сечения и отношение функции, причем широко пользуется вспомогательными точками, попадающими в пространство и не соответствующими никаким точкам или линиям в самом здании, но приводящим в дальнейшем, при откладывании от них отрезков золотого сечения или функции, к определению пропорциональных соотношений между частями здания. Жолтовский допускает не только вспомогательные точки первого порядка, но и вспомогательные точки второго и третьего порядка, которые необходимы, по мнению Жолтовского, для определения некоторых соотношений, например, в классических греческих зданиях.

Одним из доказательств того, что античные архитекторы шли именно тем путем, которым идет и предлагает итти Жолтовский, служит для Жолтовского пропорциональный циркуль, хранящийся в Национальном музее в Неаполе, найденный при раскопках в Помпеях. Этот пропорциональный циркуль наглухо закреплен на отношении золотого сечения. Вся его длина составляет 146 мм (что равняется половине римского фута), причем большие отрезки его имеют длину 90 мм, а малые 56 мм.

Огромной заслугой Жолтовского в истории архитектуры является очень убедительное исследование с точки зрения золотого сечения и функции весьма большого количества построек различных эпох, особенно классических греческих зданий и зданий Ренессанса. Но, к сожалению, весь этот материал до сих пор не опубликован и известен только из публичных лекций Жолтовского и частных разговоров с ним. Так как исследования Жолтовского представляют весьма важные достижения в области изучения архитектурного наследия, необходимо их скорейшее опубликование.

Недостатками теории Жолтовского являются: оперирование только отрезками, т. е. исключительно двухмерными величинами, слишком широкое пользование вспомогательными точками и необоснованное чередование основного отношения золотого сечения и функции. Для Жолтовского очень типично, например, что прямоугольные поля, играющие огромную роль в архитектурном образе, разлагаются на отрезки, из которых эти прямоугольники составлены. Например, план Парфенона разлагается Жолтовским на отрезок, определяющий длину, и на отрезок, определяющий ширину плана. А между тем прямоугольные поля представляют в архитектурно-художественной композиции неразложимые, цельные формы, причем пропорциональные свойства этих полей не сводятся к пропорциональным свойствам ограничивающих их отрезков. Вспомогательные воздушные точки до известного предела допустимы при исследовании пропорций художественной архитектуры, но Жолтовский вводит их слишком много, причем особенно сомнительными являются вспомогательные точки второго и третьего порядка. Чередование в анализах Жолтовского золотого сечения и функции носит несколько произвольный характер.

Жолтовский идет эмпирическим путем и при помощи двух пропорциональных циркулей, из которых один поставлен на золотое сечение, а другой на функцию, ищет посредством комбинации отрезков этих двух порядков пропорциональный принцип того или иного здания. Однако должен ведь существовать известный закон, который определяет метод чередования отрезков золотого сечения и функции в архитектуре прошлых эпох, и ссылка на интуицию и художественное чутье мастера в данном случае не решает вопроса. Пока же не будет установлен точный принцип, лежащий в основе комбинирования золотого сечения и функции, всегда останется достаточно оснований сомневаться в том, действительно ли пользовались классические греческие архитекторы и зодчие других эпох отношением, называемым

Жолтовским „функцией“. Ведь поскольку это отношение является производным простого ряда золотого сечения, всегда могло быть, что архитекторы имели в виду другие комбинации величин золотого сечения, из которых между прочим вытекали и величины („функции“) Жолтовского. Кроме того, если принять во внимание, что в архитектуре решающие точки даны всегда с довольно большим приближением, так что три знака дают более чем достаточную точность, то напрашивается вывод, что при широком использовании вспомогательных точек в пространстве, усложненных вспомогательными точками второго и третьего порядка, и, кроме того, при комбинировании величин основного отношения золотого сечения и так называемой функции — можно получить почти любую точку любого архитектурного произведения.

Но основным недостатком теории Жолтовского является неразработанность теоретической базы закономерности золотого сечения. Этот пробел был восполнен не менее блестящими и значительными теориями Хэмбиджа и Мёсселя.

Что касается пропорционального циркуля в Неаполе, закрепленного на золотом сечении, на который ссылается Жолтовский, то этот циркуль доказывает, что в античности, действительно, применяли в архитектуре золотое сечение, но неаполитанский циркуль был орудием римского скульптора, а не классического греческого зодчего. Остается недоказанным, пользовался ли греческий архитектор V века до н. э. пропорциональным циркулем, как его римские преемники. Новейшие анализы Парфенона и других классических греческих произведений бесспорно доказали, что в них очень большую роль играет золотое сечение. Но возможно, что классический греческий зодчий употреблял более примитивные инструменты, например бичевки с колышками на концах, что становится вероятным после исследования Мёсселя (см. ниже).

Но, кроме неаполитанского циркуля, приводимого Жолтовским, до нас дошло еще целых три античных пропорциональных циркуля. Все три представляют собой, как и неаполитанский циркуль, раз навсегда закрепленные и неподвижные пропорциональные циркули. Ни один из них не поставлен на золотое сечение. Римский пропорциональный циркуль в Музее античного прикладного искусства в Мюнхене имеет длину 201 мм, которая разделена на отрезки длиной в 134 мм и 67 мм. Римский пропорциональный циркуль в Немецком музее в Мюнхене имеет длину 219 мм, разделенную на отрезки длиной в 146 мм и 73 мм. Оба циркуля в Мюнхене поставлены, таким образом, на удвое-

ние отрезков, что связано с формой квадрата и прямоугольника, стороны которого относятся друг к другу, как 1 к 2. Обе формы очень типичны для древнеримской архитектуры. Римский пропорциональный циркуль в Музее терм в Риме имеет длину 146 мм, которая разделена на отрезки длиной 94 и 52 мм; он закреплен, таким образом, на отношении, близком к 5:9.

Перечисленные три древнеримских циркуля в Мюнхене и Риме доказывают, что античные архитекторы пользовались, кроме золотого сечения, еще и другими пропорциональными соотношениями, что доказывается также и анализом пропорций сохранившихся древних памятников. Важно отметить, что поставленный на золотое сечение неаполитанский циркуль (инв. № 76684) найден вместе с другими инструментами в мастерской скульптора в Помпеях. Все же несомненно, что и римские архитекторы пользовались аналогичными пропорциональными циркулями. Все четыре дошедшие до нас древнеримские пропорциональные циркули доказывают, что античные архитекторы пользовались не исключительно золотым сечением, а допускали, наряду с этой закономерностью, которая играла в их архитектуре очень большую роль, также и другие пропорциональные соотношения.

В отличие от линейного метода Жолтовского Хэмбидж исследует прямоугольники как неразложимые элементы пропорциональных построений в классической греческой архитектуре. При этом Хэмбидж тоже является сторонником теории золотого сечения и принимает за основу своей теории три основных положения Цейзинга. Измерения, произведенные за последнее время над различными формами природы, как будто, действительно, подтверждают, что в органической и даже в неорганической природе золотое сечение играет довольно большую роль. Для Хэмбиджа золотое сечение является характерной пропорцией растущих форм; оно рассматривается Хэмбиджем по преимуществу как закономерность органического роста. Однако для Хэмбиджа золотое сечение является только частным случаем более общих закономерностей, и, в отличие от односторонней установки Жолтовского исключительно на золотое сечение, он подводит под закономерность золотого сечения широкую теоретическую базу.

Хэмбидж различает два типа прямоугольников: статические и динамические. Статические прямоугольники — это прямоугольники, отношение сторон которых выражается в простых целых числах. Сюда относятся, например, квадрат, прямоугольник, состоящий из двух квадратов, и другие

аналогичные прямоугольники. Динамические прямоугольники — это прямоугольники, отношения сторон которых могут быть выражены только в иррациональных числах. Такие прямоугольники наглядно выражают, по Хэмбиджу, идею роста, движения и развития, так как Хэмбидж убежден, что в органической природе рост живых организмов и их членов протекает по закону золотого сечения и других связанных с ним пропорциональных соотношений.

Среди всего бесконечного количества динамических прямоугольников Хэмбидж особенно выделяет три прямоугольника, в которых, если их короткие стороны принять за единицу, длинная сторона будет равняться корню квадратному из двух, трех и пяти.

Хэмбидж получает свои три динамических прямоугольника геометрическим методом, взяв за исходную точку квадрат; он откладывает циркулем диагональ квадрата на продолжении одной из сторон его и строит на получившемся отрезке прямоугольник, короткая сторона которого равна стороне первоначального квадрата. Тогда, по теории Пифагора, длинная сторона построенного таким образом прямоугольника будет равна $\sqrt{2}$. Это — прямоугольник $\sqrt{2}$, первый динамический прямоугольник Хэмбиджа.

Далее Хэмбидж проводит диагональ прямоугольника $\sqrt{2}$ и, отложив ее тем же способом циркулем на продолжении длинной стороны прямоугольника $\sqrt{2}$, строит на получившемся отрезке новый, более удлиненный прямоугольник, меньшей стороной которого является все та же сторона первоначального квадрата, принимаемая за единицу; длинная же сторона, по теореме Пифагора, равняется $\sqrt{3}$. Это — прямоугольник $\sqrt{3}$, второй динамический прямоугольник Хэмбиджа.

Далее Хэмбидж производит те же построения над прямоугольником $\sqrt{3}$ и получает прямоугольник, длинная сторона которого равна диагонали прямоугольника $\sqrt{3}$. Эта диагональ равняется, на основании теоремы Пифагора, $\sqrt{4}$, т. е. 2. Таким образом, получился прямоугольник, состоящий из двух квадратов. Проводя и в нем диагональ и построив на основе этой диагонали вышеописанным способом новый прямоугольник, Хэмбидж получает свой третий динамический прямоугольник — прямоугольник $\sqrt{5}$. [Что длинная сторона этого прямоугольника действительно будет равна $\sqrt{5}$, легко наглядно убедиться, проделав, на основе теоремы Пифагора, следующее рассуждение. Длинная сторона прямо-

угольника $\sqrt{5}$ является, согласно вышеприведенному, диагональю прямоугольника, стороны которого относятся друг к другу, как 1 к 2, или, что то же, гипотенузой прямоугольного треугольника, малый катет которого равен 1, а большой катет равен 2. Площадь квадрата, построенного на гипотенузе этого треугольника, равна площади квадрата, построенного на его малом катете, плюс площадь квадрата, построенного на большом его катете. Но так как длина большого катета равна 2 (если малый катет равен 1), то площадь квадрата, построенного на большом катете, равна площади четырех квадратов, построенных на малом катете. Отсюда площадь квадрата, построенного на гипотенузе, равна площади пяти квадратов, построенных на малом катете.]

Прямоугольник $\sqrt{5}$ имеет из всех динамических прямоугольников Хэмбиджа больше всего значения для классической греческой архитектуры и вообще для пропорций художественной архитектуры, но и остальные два динамических прямоугольника Хэмбиджа встречаются в классической греческой архитектуре и играют в ней очень большую роль.

Совершенно исключительными свойствами обладает прямоугольник $\sqrt{5}$, и большой заслугой Хэмбиджа является подробный анализ этого замечательного прямоугольника. Главной проблемой, занимающей при этом Хэмбиджа, и притом проблемой, имеющей огромное значение для истории архитектуры, является расчленение прямоугольника $\sqrt{5}$. Если разделить пополам одну из длинных сторон прямоугольника $\sqrt{5}$ и провести полуокружность, радиусом которой будет половина этой длинной стороны, то эта полуокружность пересечет противоположную длинную сторону прямоугольника $\sqrt{5}$ в двух точках, расстояние между которыми равно короткой стороне прямоугольника $\sqrt{5}$. Если на противоположную длинную сторону из этих двух точек опустить по перпендикуляру, то весь прямоугольник $\sqrt{5}$ оказывается расчлененным на центральный квадрат и примыкающие к нему с каждой стороны два прямоугольника золотого сечения. Если короткую сторону прямоугольника $\sqrt{5}$ принять за единицу, то приближенное значение его длинной стороны будет 2,236. При помощи полуокружности эта длинная сторона членится на один отрезок, равный единице, и два отрезка длиной 0,618. Таким образом, прямоугольник золотого сечения содержится в прямоугольнике $\sqrt{5}$.

Кроме того, так как сумма квадрата и прямоугольника золотого сечения дает опять-таки прямоугольник золотого

сечения, весь прямоугольник $\sqrt{5}$ распадается на два прямоугольника золотого сечения, ориентированные под прямым углом друг к другу и отношение сторон которых может быть выражено, как $\frac{1}{0,618}$ и $\frac{1,618}{1}$. Далее, если мы

к прямоугольнику $\sqrt{5}$ прибавим квадрат, то получим два прямоугольника золотого сечения; длинная сторона полученного таким образом прямоугольника будет равна 3,236. Если же длинную сторону прямоугольника $\sqrt{5}$ принять за единицу, то приближенное значение для его короткой стороны будет 0,447.

Важно отметить, что разница между диагональю прямоугольника, состоящего из двух квадратов, и длинной стороной этого прямоугольника составляет 0,236, что равняется половине малого отрезка функции Жолтовского по отношению к короткой стороне прямоугольника, состоящего из двух квадратов, или, другими словами, является величиной третьего порядка уменьшающегося ряда золотого сечения по отношению к малой стороне прямоугольника, состоящего из двух квадратов, которая принимается за единицу.

Другой геометрический метод начертания прямоугольника $\sqrt{5}$ состоит в том, что берется прямоугольник, составленный из двух квадратов, причем один из этих двух квадратов делится пополам при помощи прямой, параллельной длинной стороне общего прямоугольника, составленного из двух квадратов; далее проводится диагональ прямоугольника, представляющего собой половину квадрата, так, чтобы эта диагональ соединила друг с другом одну из угловых точек большого прямоугольника, составленного из двух квадратов, и точку пересечения прямой, подразделяющей общий прямоугольник на два квадрата, и прямой, делящей пополам один из этих двух квадратов. (Важно заметить, что прямоугольники, получившиеся в результате деления квадрата пополам, представляют собой каждый—прямоугольник, состоящий из двух квадратов, так что их диагонали дают ту же конструкцию, которая применялась выше для начертания прямоугольника $\sqrt{5}$.) Принимая точку, делящую пополам прямую между двумя квадратами, за центр, а диагональ половины одного из квадратов за радиус, описываем вокруг нашего основного прямоугольника окружность. Далее проводим касательные к окружности, параллельные коротким сторонам основного прямоугольника, и продолжаем длинные стороны основного прямоугольника до пересечения их с касательными. По-

лучившийся прямоугольник будет прямоугольником $\sqrt{5}$, так как его длинные стороны равны диаметру окружности, равному диагонали прямоугольника, составленного из двух квадратов. Отрезки длинных сторон полученного прямоугольника $\sqrt{5}$ между короткими сторонами прямоугольника, составленного из двух квадратов, и короткими сторонами прямоугольника $\sqrt{5}$ равны каждый 0,118.

Описанными построениями Хэмбидж перевел исследования пропорций из области линейных отношений в область изучения пропорций прямоугольников как цельных данностей и разработал теоретические предпосылки пропорций прямоугольников, которыми пользовалась классическая греческая архитектура. Прямоугольник золотого сечения оказался при этом частным случаем динамического прямоугольника, который выводится из прямоугольника $\sqrt{5}$.

Хэмбидж называет основной принцип пропорций классической греческой архитектуры „динамической симметрией“. Под симметрией Хэмбидж, в отличие от нашего общераспространенного значения этого понятия, понимает повторение в архитектуре подобных прямоугольников в разных размерах, что создает гармоническое единство множественности архитектурно-художественной композиции. Хэмбидж доказывает, что таков был первоначальный смысл слова „симметрия“ у греков, оно в дословном переводе означает „соразмерность“. Динамической симметрией Хэмбидж называет повторение в разных размерах подобных динамических прямоугольников.

Если описать наружные массы Парфенона параллелепипедом, то, по Хэмбиджу, этот параллелепипед будет иметь в основе прямоугольник, составленный из квадрата и прилегающего к нему своей длинной стороной прямоугольника $\sqrt{5}$. Длинная сторона составленного таким образом прямоугольника будет приблизительно выражаться, в силу вышесказанного, числом 1,447. План Парфенона состоит, по Хэмбиджу, из двух таких прямоугольников (имеющих отношение сторон 1 к 1,447), поставленных под прямым углом друг к другу так, что длинная сторона одного из них равняется короткой стороне другого. Это построение Хэмбиджа делает очень вероятным предположение, что классические греческие архитекторы знали прямоугольник $\sqrt{5}$ и его свойства и пользовались им в своей архитектурно-художественной практике.

Очень ценной мыслью Хэмбиджа является выведение формы лицевой стороны здания и плана из одних и тех

же основных прямоугольников. Если описать прямоугольник вокруг крайних точек одной из узких сторон Парфенона, то этот прямоугольник оказывается составленным из четырех прямоугольников $1 \times 1,447$ и двух прямоугольников $\sqrt{5}$. Весь прямоугольник лицевой стороны Парфенона делится пополам, затем, принимая половину его верхней длинной стороны за $\sqrt{5}$, Хэмбидж откладывает на коротких сторонах вниз отрезки, равные единице, и соединяет их друг с другом прямой. Эта прямая, совпадающая с нижней границей антаблемента, образует два прямоугольника $\sqrt{5}$. Каждый из образовавшихся под этой горизонтальной линией прямоугольников Хэмбидж делит пополам и, принимая половину верхней длинной стороны каждого из них за $\sqrt{5}$, откладывает вниз отрезки, равные единице, и соединяет их прямой. Таким образом, вся нижняя часть основного прямоугольника оказывается разбитой на четыре квадрата, дополненных каждый сверху прямоугольником $\sqrt{5}$, т. е. на четыре прямоугольника $1 \times 1,447$.

Хэмбидж получает все точки лицевой стороны Парфенона при помощи диагоналей прямоугольников, на которые он разбил основной прямоугольник узкой лицевой стороны Парфенона. Точка пересечения диагонали основного прямоугольника и диагонали одного из верхних прямоугольников $\sqrt{5}$ определяет положение горизонтали, совпадающей с верхней линией карниза. Далее Хэмбидж каждый из нижних прямоугольников $1 \times 1,447$ разбивает на два вертикальных прямоугольника (состоящие каждый из нескольких прямоугольников золотого сечения), которые определяют собой расположение промежуточных колонн: оси их совпадают с вертикалью, делящей пополам каждый из соответствующих прямоугольников. Диагональ, проведенная через точку пересечения линии карниза и боковой стороны основного прямоугольника и через точку пересечения горизонтали нижней границы двух верхних прямоугольников $\sqrt{5}$ и вертикали, делящей пополам крайний прямоугольник 1,447, пересекает вертикальную линию, разделяющую основной прямоугольник на две равные части в точке, которая определяет положение горизонтали, совпадающей с верхней границей стилобата. Расположение угловых колонн, ближе других придвинутых к соседним, определяется диагоналями прямоугольников, состоящих из двух нижних прямоугольников $1 \times 1,447$. Точки пересечения этих диагоналей с горизонталью верхней линии стилобата определяют положение осей угловых ко-

лонн. Аналогичным методом Хэмбидж определяет также и расположение основных членений антаблемента Парфенона.

Блестящим подтверждением теории Хэмбиджа является его чертеж, объединяющий план и узкую лицевую сторону Парфенона, вернее, вписывающий расчлененный прямоугольник узкой лицевой стороны в расчлененный прямоугольник плана. Благодаря этому обнаруживается глубокая внутренняя связь общей формы прямоугольника узкой лицевой стороны Парфенона с общей формой прямоугольника его плана, а также основных членений того и другого прямоугольников. Оказывается, что квадраты нижней части лицевой стороны равны четверти большого квадрата плана; отсюда прямоугольники $1 \times 1,447$ нижней части лицевой стороны равны четверти большого прямоугольника $1 \times 1,447$ плана, большие прямоугольники $\sqrt{5}$ лицевой стороны равны половине большого прямоугольника $\sqrt{5}$ плана, а каждый малый прямоугольник $\sqrt{5}$ лицевой стороны равен половине каждого большого прямоугольника $\sqrt{5}$ лицевой стороны. На этом чертеже особенно ясно выступает динамическая симметрия Парфенона, которая вскрывает действительно очень существенную сторону системы пропорций классического греческого архитектора.

Длинные лицевые стороны Парфенона вписываются, по Хэмбиджу, в прямоугольник, составленный из двух прямоугольников узкой лицевой стороны, удлинённых каждый на 0,118, т. е. оба вместе удлинённых на 0,236. Таким образом, все размеры Парфенона выводятся Хэмбиджем довольно просто из прямоугольника $\sqrt{5}$. Несколько усложненным и менее убедительным является только метод членения Хэмбиджем узкой лицевой стороны Парфенона при помощи диагоналей.

Хэмбидж исследовал также и ряд других классических греческих построек, а также древнегреческие вазы и предметы прикладного искусства. Все эти анализы подтвердили, по мнению Хэмбиджа, его положения.

Мёссель создал еще более всеобъемлющую теорию архитектурных пропорций античности, причем динамические прямоугольники Хэмбиджа оказываются уже только частным случаем, вытекающим из основного принципа архитектурных пропорций Мёсселя. Мёссель противопоставляет новую европейскую архитектуру, начиная с Ренессанса, архитектуре античной и средневековой и предполагает, что архитекторы до Ренессанса работали главным образом эмпирически, геометрическим методом, в то время как вся ар-

хитектура, начиная с Ренессанса, является архитектурой чертежа.

Свой основной принцип архитектурных пропорций античности Мёссель выводит из технических и идеологических предпосылок. По Мёсселю, проблема пропорций превратилась в эстетическую проблему только впоследствии, окончательно только в эпоху Ренессанса, в то время как в древности проблема пропорций была главным образом, с одной стороны, проблемой технической, с другой — проблемой религиозно-магической, так как в древнейшие эпохи архитектура находилась на службе у религии, и работа архитекторов была под контролем жрецов, которые ими руководили. Уже в древней Греции проблема пропорций рассматривается, согласно Мёсселю, с эстетической точки зрения, но окончательный перелом в этом смысле совершился только в эпоху Ренессанса. Указывая на идеологические и технические предпосылки античной системы пропорций, Мёссель не затрагивает, однако, социально-экономических предпосылок идеологии той или иной эпохи.

Элементарнейшим инструментом древнего архитектора была бичева с двумя колышками на концах. С другой стороны, членение пространства и времени по кругу диктовалось магическими наблюдениями над звездным небом. До сих пор мы время членим по кругу, о чем свидетельствует форма наших часов. Окружность была разбита на 360° на основе неточного исчисления года, состоявшего, как думали первоначально, из 360 дней. Мысль расчленения окружности для измерения пространства и времени мог дать воткнутый в песок шест, тень которого в течение дня описывает полуокружность, — отсюда вытекает принцип солнечных часов. Мёссель предполагает, что в древнейшие времена членение пространства основывалось на членении окружности, точно так же, как и членение времени. К архитектурным пропорциям метод разбивки на части при помощи членения окружности оказался особенно применимым благодаря техническим предпосылкам архитектурно-художественной композиции. Античные архитекторы не пользовались нашей системой чертежей, ставшей возможной только благодаря изобретению перспективы, основные положения которой были систематизированы и окончательно сформулированы Филиппо Брунеллеско в начале XV века.

Наша система чертежей начала оформляться, повидимому, в эпоху готики, но окончательно сложилась только в эпоху Ренессанса, причем и тут огромную роль сыграл, очевидно, Брунеллеско.

В классической Греции существовали планы и наружные основы проектируемых зданий, как о том можно судить на основании Витрувия и других источников, но, должно быть, эти планы носили характер приблизительных эскизных набросков, а разрезов не было вовсе. Греческие планы и виды зданий были только зародышами наших чертежей и служили для того, чтобы составить себе общее представление о формах будущего здания. Мёссель предполагает, что античные архитекторы выравнивали площадку, на которой должно было возвышаться будущее здание, и проводили непосредственно на земле при помощи простейших инструментов, и главным образом бичевки с колышками на концах, очертания будущих своих сооружений. Мышление греческого архитектора еще не абстрагирует чертеж от здания. Для него план — это реальный след стен на земле.

Гипотеза Мёсселя очень соответствует конкретному и реальному мышлению древнего грека, которое еще сильно отличается от абстрактного мышления европейца, развившегося в древнем Риме и окончательно сложившегося в эпоху Ренессанса. Можно предположить, что древний грек пользовался своим чертежом в натуральную величину на земле и при обтесывании камней, из которых складываются колонны и антаблементы. Повидимому, греческий архитектор чертил на земле в натуральную величину одновременно и план и лицевую сторону здания. Что при таком способе постройки можно достигнуть очень точных результатов, показывает существующая поныне традиция древнегреческого судостроения, которое продолжается, например, в керченском судостроении. Как указал мне Н. А. Милютин, греки достигают замечательной точности при изготовлении судов, форма которых основывается на очень сложных кривых, пользуясь при этом исключительно бичевками с привязанными к ним колышками, при помощи которых очертания кораблей и их частей наносятся на песок.

Основным принципом пропорций, по Мёсселю, является членение окружности посредством вписывания в нее различных правильных многоугольников. При этом Мёссель различает три основных типа членения окружности этим методом.

Простейшим случаем в смысле геометрического метода расчленения окружности является вписывание в окружность правильного шестиугольника посредством шестикратного откладывания по окружности радиуса (который равен стороне правильного шестиугольника, вписанного в окружность). Если мы соединим друг с другом две противолежащих стороны вписанного в окружность правильного

шестиугольника, то мы получим прямоугольник $\sqrt{3}$, знакомый нам по теории Хэмбиджа, так как, согласно теореме Пифагора, площадь квадрата, построенного на длинной стороне нашего прямоугольника, равна площади квадрата, построенного на его диагонали (равного четырем квадратам, построенным на короткой стороне нашего прямоугольника), за вычетом квадрата, построенного на его короткой стороне, т. е. трем таким квадратам.

Путем подразделения каждой стороны вписанного в окружность правильного шестиугольника на две равных части в окружность легко вписать правильный двенадцатиугольник.

Вторую группу составляет членение окружности на 4, 8, 16 и т. д. частей. Путем проведения двух диаметров окружности под прямым углом друг к другу легко вписать в окружность квадрат. Построив прямоугольник на касательных к окружности, параллельных двум сторонам квадрата, мы получаем прямоугольник $\sqrt{2}$, также знакомый нам по Хэмбиджу, так как его длинные стороны равны диагонали квадрата. Путем деления стороны квадрата на два равных отрезка мы легко вписываем в окружность правильный восьмиугольник. Соединив друг с другом две противолежащие его стороны, мы получаем прямоугольник, длинная сторона которого равна $1 + \sqrt{2}$. При помощи касательных Мёссель строит несколько более удлиненный прямоугольник, тоже вытекающий из расчленения окружности на восемь частей. Таким образом, Мёссель своим методом вписывания в окружность правильных многоугольников получает два первых динамических прямоугольника Хэмбиджа (прямоугольник $\sqrt{2}$ и прямоугольник $\sqrt{3}$). Третий динамический прямоугольник Хэмбиджа, прямоугольник $\sqrt{5}$, Мёссель тоже получает при помощи расчленения окружности, но путем вписывания в окружность прямоугольника, составленного из двух квадратов, как это было изложено выше. Этот метод отличается от вышеизложенного метода вписывания правильных многоугольников в окружность, но подходит все же под общий принцип Мёсселя, состоящий в различном расчленении окружности, так что в итоге Мёссель своим методом выводит из окружности все три динамических прямоугольника Хэмбиджа.

Третья группа прямоугольников, получаемых путем вписывания в окружность правильных многоугольников с различным числом сторон, основывается на расчленении окружности на пять и десять частей. Этот метод представ-

ляет больше всего трудностей для графического начертания и вместе с тем приводит к очень интересным результатам, так как из него вытекает и отношение золотого сечения и прямоугольник $\sqrt{5}$, так что получение прямоугольника $\sqrt{5}$ путем вписывания в окружность прямоугольника, составленного из двух квадратов, является для Мёсселя второстепенным. Мёссель может без него обойтись и получить прямоугольник $\sqrt{5}$ путем расчленения окружности на десять частей.

Как известно, сторона правильного десятиугольника, вписанного в окружность, является малым отрезком золотого сечения по отношению к радиусу, который является большим отрезком золотого сечения. Геометрическое построение стороны правильного десятиугольника сводится к построению золотого сечения при помощи прямоугольного треугольника с катетами, относящимися друг к другу как 1 к 2, или, другими словами, к построению диагонали прямоугольника, составленного из двух квадратов. Проводят диаметр окружности, в которую нужно вписать правильный десятиугольник. Под прямым углом к нему проводят второй диаметр, а окружность вписывают в квадрат, который разбивают этими двумя диаметрами на четыре части. В одной из половин квадрата проводят диагональ, половину которой откладывают от точки пересечения ее с диаметром на тот же диаметр в сторону центра окружности. Расстояние от центра окружности до конца полученного таким образом отрезка радиуса будет стороной правильного десятиугольника, вписанного в данную окружность. Это явствует из того, что вся отложенная на радиус половина диагонали является гипотенузой прямоугольного треугольника с катетами 1 и 2, большой катет которого равен радиусу окружности; отсюда полученный в результате всего построения отрезок равен гипотенузе прямоугольного треугольника с катетами 1 и 2 за вычетом малого катета, т. е. он равен большому отрезку золотого сечения по отношению к большому катету, принятому за единицу (и равному радиусу нашей окружности). Соединив через один друг с другом углы правильного десятиугольника, мы получим правильный пятиугольник, вписанный в ту же окружность.

Если соединить, как это делал Мёссель уже во всех вышеприведенных случаях, противолежащие стороны правильного вписанного в окружность десятиугольника и, проведя касательные к окружности, параллельные соединенным друг с другом сторонам десятиугольника, по-

строить прямоугольник на касательных, то мы получим прямоугольник, составленный из двух прямоугольников золотого сечения, так как его длинные стороны равны диаметру окружности, а его короткие стороны равны стороне правильного вписанного в окружность десятиугольника. Вместе с тем прямоугольник, составленный из двух прямоугольников золотого сечения, примыкающих друг к другу своими короткими сторонами, является не чем иным, как прямоугольником $\sqrt{5}$, к которому прибавлен квадрат (см. выше построения Хэмбиджа). Таким образом, Мёссель выводит из расчленения окружности при помощи вписывания в нее правильного десятиугольника и прямоугольника золотого сечения и прямоугольник $\sqrt{5}$.

Последним построением Мёсселя является начертание прямоугольника, короткие стороны которого равны стороне правильного вписанного в окружность пятиугольника, а длинные стороны соединяют друг с другом две противолежащие стороны двух вписанных в окружность правильных пятиугольников, стороны которых образованы путем соединения друг с другом через один двух групп углов правильного десятиугольника, по пяти углов каждая.

Когда окидываешь общим взглядом полученные Мёсселем при помощи различного расчленения окружности прямоугольники, то узнаешь в них то одну, то другую форму классических греческих зданий и произведений других эпох. В одном из этих прямоугольников узнаешь план такого-то здания, в другом — план другого известного сооружения. Один прямоугольник совпадает с наружными очертаниями лицевой стороны такой-то постройки, другой прямоугольник передает форму известной архитектурной детали. Действительно, когда Мёссель проделал огромную работу проверки своих выводов на конкретном материале архитектурно-художественных произведений прошлых эпох, и главным образом античности, то оказалось, что метод его, действительно, вскрывает очень многое в системе пропорций классических греческих архитекторов и зодчих других эпох.

Для выводов Мёсселя очень важно еще отметить, что если соединить друг с другом углы правильного пятиугольника и правильного десятиугольника, вписанных в окружность, горизонтальными прямыми, параллельными диаметру окружности, то расстояния между всеми этими прямыми будут выражаться в значениях ряда золотого сечения, причем отрезки, соответствующие этим расстояниям, образуют сложную переплетающуюся систему больших и малых отрезков золотого сечения.

В чертежах, дающих анализы пропорций конкретных памятников античности и других эпох, Мёссель находит подтверждение изложенных им теоретических предпосылок. Мёссель проанализировал около 1500 чертежей древних и средневековых построек с точки зрения построения пропорций на основе разработанного им принципа геометрии круга. Наиболее интересны и убедительны чертежи Мёсселя, относящиеся к Парфенону и к Пропилеям. Крупным открытием Мёсселя является его тезис о том, что план Парфенона по верхней ступеньке стилобата представляет собой прямоугольник $\sqrt{5}$. Этим снимаются более сложные решения других исследователей. Мёссель наносит на одном и том же чертеже план здания и его лицевую сторону; он предполагает, что архитектор Парфенона взял за единицу ширину верхней площадки стилобата и что верхняя площадка его имела ширину в 100 греческих футов. От этой основной величины, взятой за единицу, архитектор Парфенона взял $\sqrt{5}$ и получил длинную сторону верхней площадки стилобата. Далее зодчий шел по уменьшающемуся ряду золотого сечения и при внутреннем расчленении плана и при построении и расчленении короткой лицевой стороны. Большой отрезок золотого сечения от ширины стилобата определяет собой, с одной стороны, внутреннюю ширину целлы, с другой — всю высоту здания до верхней точки фронтона. Если ширина стилобата равна единице, то внутренняя ширина целлы и высота здания равны 0,618. Следующее значение уменьшающегося ряда золотого сечения определяет собой как расстояние между колоннами внутри целлы, так и высоту здания до основания антаблемента. Таким образом, ширина ограниченной колоннами средней части целлы и высота здания до основания антаблемента равны 0,382. Отсюда на лицевой стороне высота антаблемента и фронтона, взятых вместе, равняется 0,236 (следующее значение уменьшающегося ряда золотого сечения); по тем же причинам эта величина определяет собой в плане сумму ширины двух боковых нефов целлы, включая и колонны. По аналогии с этим ходом мысли можно сказать, что сумма ширины двух боковых наружных портиков Парфенона, включая и толщину стен целлы и колонн, составляет 0,382. Наконец, на узких лицевых сторонах Парфенона обозначен прямоугольник, составленный из двух квадратов, верхняя сторона которого совпадает с верхней линией карниза антаблемента. Таким образом, на узкой лицевой стороне Парфенона ясно читаются зрителем два квадрата и основанная на их диагонали конструкция золотого сечения.

Не менее значительно другое открытие Мёсселя, касающееся Парфенона. Форма нормальной наружной колонны Парфенона определяется прямоугольником, полученным путем соединения друг с другом двух противолежащих сторон правильного двадцатиугольника, вписанного в окружность, сторона которого равна среднему диаметру колонны Парфенона. Это подтверждается тем, что колонны Парфенона имеют по 20 каннелюр, которые определяются пересечением диагоналей прямоугольника, полученного при помощи двадцатиугольника.

Не менее важным и значительным является чертеж Мёсселя, исследующий антаблемент Пропилей, где верхняя ширина колонны является стороной правильного десятиугольника, при помощи которого (и отчасти при помощи построенного на нем правильного двадцатиугольника) оказывается возможным определить основные линии антаблемента, находящиеся друг к другу в отношениях золотого сечения. Капитель храма на о. Эгине вписывается, по Мёсселю, в полуокружность, что применительно к трехмерной форме дорической капители позволяет сказать, что она вписывается в полусферу.

Очень убедителен анализ Мёсселя капители коринфского ордера из Эпидавра (IV век до н. э.), в которой господствует комбинация отрезков золотого сечения в той форме, какую мы находим в пентаграмме. Очень интересны и многие анализы Мёсселем архитектурных деталей. Те же пропорции, что и коринфская капитель из Эпидавра, обнаруживает также и коринфская капитель так называемого памятника Филоппа в Афинах, относящегося ко времени около 115 года н. э. и представляющего собой памятник римского искусства на почве Греции. Это произведение замечательно тем, что оно в своих общих пропорциях точно повторяет пропорции своей капители, так что композиция целого и детали подчинены одному и тому же закону. При этом памятник Филоппа расчленен в ширину на основе прямоугольника $\sqrt{5}$, в середину которого вписан квадрат. Этот памятник подтверждает лишний раз, что греки и римляне знали прямоугольник $\sqrt{5}$ и его отношение к прямоугольнику золотого сечения и пользовались им в своей архитектуре.

Основным недостатком теории Мёсселя, а также и теорий других авторов, занимавшихся специально пропорциями, является абстрактное рассмотрение проблемы пропорций, вне связи с общим стилем данного архитектурно-художественного произведения. Совершенно неверной является рас-

пространенная в наше время точка зрения, что пропорции являются в архитектуре основным элементом ее художественной композиции. Многие думают даже, что безразлично, в каком „стиле“ построено или строится здание, что все архитектурные формы представляют собой только поверхностную одежду, лишенную значения оболочку, за которой скрывается настоящее ядро архитектурно-художественной композиции — пропорции. При этом многие полагают, что только „стили“ обусловлены исторически, а суть архитектуры, ее пропорции, восходят ко вневременным истокам всякого человеческого творчества, к природе и т. д. Так и по Мёсселю пропорции остаются в основном неизменными в архитектуре Египта, Греции, Рима и европейского средневековья. Эта ошибка Мёсселя произошла именно оттого, что Мёссель абстрагировал вопрос о пропорциях.

Можно сослаться на множество доказательств того, что пропорции меняются на протяжении развития архитектуры. Привожу только старый чертеж, дающий ключ к пропорциям Миланского собора и вообще к готической системе пропорций. Оказывается, что Миланский собор основан на равнобедренном треугольнике и на системе закономерно построенных равнобедренных треугольников различной величины. Несмотря на общность принципа членения окружности при помощи правильных многоугольников, который мы находим в Парфеноне и в Миланском соборе (исследование этого общего технического приема составляет большую заслугу Мёсселя), оба произведения не имеют друг с другом ничего общего в смысле своих основных пропорциональных отношений. В Парфеноне господствует прямоугольник $\sqrt{5}$ и золотое сечение, в Миланском соборе — равнобедренный треугольник и прямоугольник $\sqrt{3}$. В данном случае с точки зрения техники и практики архитектора сходство важнее различия, но с точки зрения архитектурно-художественного образа различия важнее сходства. Нет сомнения в том, что пропорции художественной архитектуры изменяются в связи с изменением общего архитектурно-художественного стиля.

Пропорции здания многочисленными и очень сложными нитями переплетаются с различными другими сторонами его архитектурно-художественной композиции. В области теории архитектуры предстоит исследовать отношение пропорций к различным сторонам архитектурно-художественного стиля и изучить характер этих связей. В области истории архитектуры нужно рассмотреть историю систем пропорций и проследить, как входит каждая из этих систем в то единство, которым является архитектурно-художест-

венный образ. Момент выбора архитектором тех или иных соотношений всегда является решающим.

Объяснить пропорции архитектурного произведения прошлого можно только в связи с объяснением целостного архитектурно-художественного образа данного здания. Выбор той или иной системы пропорций теснейшим образом переплетается с решением архитектором основных художественных проблем данного здания и вместе с общим единством архитектурного образа обусловлен идеологическими и отчасти техническими, а в конечном счете социально-экономическими предпосылками эпохи.

ЛИТЕРАТУРА

- A. Zeising. Neue Lehre von den Proportionen des menschlichen Körpers. Leipzig 1854. Aesthetische Forschungen. Leipzig 1855. Aesthetische Studien im Gebiet der geometrischen Formen. „Deutsche Vierteljahrsschrift“, IV, 1864. Das Pentagramm, kulturhistorische Studie. „Deutsche Vierteljahrsschrift“, I, 1868.
H. Pfeifer. Der goldene Schnitt. Augsburg 1885.
O. Wolf. Tempelmasse. Wien 1921, 1932.
M. Raphael. Der dorische Tempel. Augsburg 1930.
A. Thiersch. Die Proportion in der Architektur. „Handbuch der Architektur“, IV, Leipzig 1904.
M. Ghyka. Esthétique des proportions dans la nature et dans l'art. Paris 1927². Le Nombre d'or, I, II, Paris 1930.
G. Hambidge. The Parthenon. New Haven 1924. Practical application of dynamic symmetry. New Haven 1932.
E. Moessel. Die Proportion in Antike und Mittelalter. München, I, 1926. II, 1931.
G. Dehio. Ein Proportionsgesetz der antiken Baukunst. Strassburg 1895.
O. Шлязи. История архитектуры, I. Москва 1935.
Золотое деление, как основной морфологический закон природы и искусства (открытие проф. Цейзинга). Москва 1876.
Г. Тиммердинг. Золотое сечение. Москва 1924.
M. Texier. Géométrie de l'architecture. Paris 1934.
Г. Гримм. Пропорциональность в архитектуре. Ленинград 1935.

ПОЯСНЕНИЯ К РИСУНКАМ

Рис. 1 и 2. Устарелое объяснение пропорций классического греческого храма при помощи модульной системы: R — средний радиус колонны, r — ее верхний радиус, d — разница между радиусами.

Рис. 3. Пропорции Арсенала в Пирее восстановлены Шуази на основании надписи, содержащей указания на размеры здания. $AB = \frac{1}{2} AA'$, $EC = + 1 \frac{2}{3} AA'$. Ширина каждого дверного пролета составляет $\frac{1}{6} AA' \cdot DD' = \frac{1}{2} AA' \cdot DD'$ расположен на половине CE .

Рис. 4—8. Объяснения пропорций, содержащие много фантастического и излишне усложняющие проблему.

Рис. 9. Остроумная попытка объяснить расположение колонн Парфенона из интервалов древнегреческой музыкальной гаммы. В действительности пропорции в архитектуре и числа, лежащие в основе музыкальных соотношений, объясняются из общих предпосылок.

Рис. 10. Теория Бориссавлевича очень близка к системе Тирша.

Рис. 11. Три различных метода геометрического построения золотого сечения и геометрический метод построения стороны правильного десятиугольника и правильного пятиугольника восходят все к прямоугольному треугольнику с катетами, равными 1 и 2, гипотенуза которого (согласно теореме Пифагора) равна $\sqrt{5}$, приближенным значением которого является 2,236. Нижний справа рисунок показывает основное свойство прямоугольника золотого сечения, которое состоит в том, что вычитание из него квадрата или прибавление к нему квадрата дает в результате тоже прямоугольник золотого сечения. Другим выражением того же свойства является положение, что сумма двух смежных величин ряда золотого сечения дает следующую величину восходящего ряда, а разница между двумя смежными величинами дает следующую величину нисходящего ряда золотого сечения.

Рис. 12. Это построение восходит тоже к прямоугольному треугольнику с катетами 1 и 2, так как прямоугольник, представляющий собой половину квадрата, составлен из двух квадратов. CF — сторона правильного пятиугольника, вписанного в окружность с радиусом MF ; EC — сторона звездчатого пятиугольника (пентаграммы), вписанного в ту же окружность

$$\frac{MB}{BF} = \frac{CF}{EC} = 0,618.$$

Рис. 13. Анализ пентаграммы с точки зрения золотого сечения:

$$\frac{HJ}{JB} = \frac{HJ}{EH} = 0,618. AJ = JB.$$

Треугольники HAI , ABH , BDA подобны.

Рис. 14. Таблицы дают приближенные значения нисходящего и восходящего рядов золотого сечения, начиная с единицы. Чертеж показывает основные соотношения, вытекающие из прямоугольного треугольника с катетами 1 и 2.

Рис. 15—28. Тирш первый указал на повторение подобных прямоугольников различных размеров в древних зданиях как на один из основных принципов их архитектурно-художественной композиции, благодаря которому целое и части подчинены общему закону формообразования. Однако Тирш пользуется еще простыми целыми числами для объяснения пропорций классических греческих зданий.

Рис. 29, 30, 32. Анализы Цейзинга и Пфейфера, которые стремятся доказать, что золотое сечение господствует в природе.

Рис. 31, 43, 44. Анализ по золотому сечению пропорций античных статуй Цейзинга и Жолтовского показывает, что древние греки представляли себе идеального человека построенным по золотому сечению.

Рис. 33 и 34. Анализ Цейзингом Парфенона по золотому сечению послужил отправной точкой исследований Жолтовского, выводы которого в значительной степени основываются на результатах изысканий Цейзинга.

Рис. 35. Анализ Цейзингом готической архитектуры с точки зрения золотого сечения мало убедителен и обращает больше внимания на детали, чем на основные членения.

Рис. 36 и 37. Показанные на рис. 36 отношения повторяют расчленение горизонтальной стороны пентаграммы и встречаются в капители рис. 105, в композиции рис. 121 и очень часто наблюдаются в других памятниках Греции и Рима. Можно было бы возразить на эти чертежи Жолтовского, что показанные на них соотношения далеко не все видны непосредственно глазом. Однако для древнего грека классической эпохи характерно, что он мог руководствоваться не только зрительными соотношениями, как архитектор эпохи Ренессанса и барокко, но и действительными соотношениями, как архитектор древнего Востока, хотя бы эти существующие в действительности соотношения и не воспринимались глазом. Типично промежуточное положение древнегреческой культуры между культурой древнего Востока и культурой Европы. В древнегреческой архитектуре имели большое значение наряду с „видимыми“ ценностями также ценности, о которых можно было только знать, что они существуют.

Рис. 38—42. Все эти рисунки, взятые вместе, дают очень характерный пример анализа Жолтовским пропорций произведений архитектуры прошлого. Принцип комбинирования отношений золотого сечения и „функций“ пока не поддается определению. Вспомогательные воздушные точки играют очень большую роль. Очень типично, что Жолтовский оперирует только двухмерными величинами. Например анализ плана Парфенона (рис. 42) распадается на две задачи: 1) построить длинную сторону плана, если дана короткая (чертеж справа); 2) построить короткую сторону плана, если дана длинная (чертеж слева).

Рис. 43 и 44. См. примечание к рис. 31.

Рис. 45. Не следует забывать, что этот циркуль найден в Помпеях в мастерской скульптора, что он относится к римской эпохе и что известны три других римских циркуля, поставленных на другие соотношения. Этот циркуль наглухо закреплен на отношении золотого сечения.

Рис. 46 и 47. Спираль раковин построены на основе прямоугольника золотого сечения.

Рис. 48. Цветок, в основе построения которого лежит правильный пятиугольник.

Рис. 49 и 50. Схема Агриппы Неттесгеймского (1486—1535) натолкнула на мысль проверить ее фотографическим путем. Приходится отметить, что ноги изображенного на рис. 50 человека пришлось бы укоротить, чтобы вписать его фигуру в окружность.

Рис. 51 и 52. Анализ по золотому сечению „красивого“ женского лица. Знак φ обозначает коэффициент золотого сечения.

Рис. 53. Прямоугольник $\sqrt{5}$, полученный на основе диагонали двух квадратов.

Рис. 54. Прямоугольник $\sqrt{5}$, полученный путем последовательного построения прямоугольников на диагоналях меньших прямоугольников, начиная с квадрата.

Рис. 55. Расчленение прямоугольника $\sqrt{5}$ при помощи полуокружности (ср. рис. 12).

Рис. 56. Результат расчленения прямоугольника $\sqrt{5}$ при помощи полуокружности. Так как на основании чертежа справа внизу на рис. 11 сумма одного из полученных на рис. 55 прямоугольников и квадрата представляет собой также прямоугольник золотого сечения, то прямоугольник $\sqrt{5}$ распадается на два прямоугольника золотого сечения, повернутых под прямым углом друг к другу, так что длинная сторона меньшего из них равна короткой стороне большего.

Рис. 57. Вся кастрюля вписывается в прямоугольник золотого сечения. Длина ручки равняется малому отрезку золотого сечения по отношению к короткой стороне общего прямоугольника золотого сечения, которая принята за большой отрезок золотого сечения. Попытка определить геометрическим методом рисунок на ручке страдает сложностью, причем не всегда достигается совпадение точек чертежа с линиями орнамента.

Рис. 58. Анализ древнегреческой вазы дает типичный пример динамической симметрии, как ее понимает Хэмбидж. Прямоугольник, определяемый с одной стороны верхней и нижней линиями силуэта вазы, с другой стороны крайними боковыми точками ее главной части (без ручек), представляет собой прямоугольник $\sqrt{5}$. Он расчленен горизонтальной линией, проходящей по границе между вазой и ножкой, на два ориентированных по горизонтали прямоугольника золотого сечения (т. е. на прямоугольник $\sqrt{5}+1$. (Ср. на рис. 70 членение окружности при помощи вписанного в нее правильного десятиугольника.) Тот же прямоугольник $\sqrt{5}+1$ получается в малом размере, если провести перпендикуляры на основание основного большого прямоугольника $\sqrt{5}$ через крайние точки ножки вазы. Тот же прямоугольник $\sqrt{5}+1$ получается еще дважды, если опустить перпендикуляры на продолжение основания основного прямоугольника $\sqrt{5}$ через крайние точки ручки вазы. Но два последних прямоугольника $\sqrt{5}+1$ ориентированы, в отличие от двух первых, по вертикали.

Рис. 59. Параллелепипед, в который вписываются наружные массы Парфенона, распадается, по Хэмбиджу, на ряд прямоугольников, составленных из квадратов и прямоугольников $\sqrt{5}$. Чаще всего встречается соединение квадрата и прямоугольника $\sqrt{5}$, длинная сторона которого равна стороне квадрата. Длинная сторона полученного таким образом прямоугольника равна 1,447 (приближенное значение), так как короткая сторона прямоугольника $\sqrt{5}$ равна 0,447, если за единицу принять его длинную сторону. Хэмбидж членит прямоугольник, описывающий узкую лицевую сторону Парфенона, следующим образом: он принимает половину верхней длинной стороны этого прямоугольника за $\sqrt{5}$ и откладывает на коротких сторонах

отрезки, равные единице. Получаются два больших прямоугольника $\sqrt{5}$. Затем он проделывает то же с каждой из нижних длинных сторон этих двух прямоугольников и получает четыре маленьких прямоугольника $\sqrt{5}$. Нижняя часть всего прямоугольника узкой лицевой стороны равна четырем квадратам. Таким образом, весь прямоугольник узкой лицевой стороны Парфенона состоит из четырех прямоугольников, стороны которых относятся друг к другу, как 1 к 1,447, и из двух больших прямоугольников $\sqrt{5}$, длинные стороны которых равны каждой сумме двух сторон нижних квадратов.

Рис. 60. Хэмбидж получает основные членения узкой лицевой стороны Парфенона при помощи диагоналей. За основу берется описанный прямоугольник узкой лицевой стороны, расчлененный, как это показано на рис. 59. Граница между четырьмя нижними прямоугольниками 1,447 и двумя верхними прямоугольниками $\sqrt{5}$ совпадает с нижней линией антаблемента. Точка пересечения диагонали всего прямоугольника лицевой стороны (CD) и диагонали одного из верхних больших прямоугольников $\sqrt{5}$ (AE) дает верхнюю линию карниза (GI). Диагональ, проведенная через точки G и N, пересекает среднюю вертикальную линию в точке K, которая определяет высоту стилобата. Полученный прямоугольник ABML членится на восемь одинаковых прямоугольников (оказывается при этом, что каждый из них состоит из шести прямоугольников золотого сечения). Вертикальная линия, делящая пополам каждый из этих прямоугольников, является средней осью одной из наружных колонн Парфенона. Исключение составляют только две угловые колонны, придвинутые к соседним ближе, чем другие колонны (ср. решение проблемы угловых колонн у Жолтовского — рис. 40). Их оси определяются пересечением диагонали RQ с верхней границей стилобата.

Рис. 61—66. Последовательные стадии конструкции, показанной на рис. 60. Рис. 61 дает определение верхней линии карниза антаблемента, рис. 62 показывает, что прямоугольник, описывающий узкую лицевую сторону Парфенона без фронтона, распадается на прямоугольник AC, составленный из двух прямоугольников золотого сечения, и на четыре прямоугольника, стороны которых относятся друг к другу, как 1 к 0,236. Рис. 63 показывает, как получается верхняя граница стилобата. Рис. 64 дает расстановку колонн, кроме крайних. Рис. 65 дает расстановку угловых колонн. Наконец, рис. 66 показывает принцип расчленения антаблемента.

Рис. 67. Этот чертеж особенно важен, так как он показывает взаимоотношение прямоугольников, на которые членится план, и прямоугольников, на которые распадается узкая лицевая сторона Парфенона. Сторона квадрата лицевой стороны (AB) представляет собой $1/4$ стороны большого квадрата плана (AD). Отсюда длинная сторона прямоугольника 1,447 лицевой стороны (AE) представляет собой $1/4$ длинной стороны большого прямоугольника 1,447 плана (AG). Короткая сторона маленького прямоугольника $\sqrt{5}$ лицевой стороны представляет собой половину короткой стороны большого прямоугольника $\sqrt{5}$ лицевой стороны, которая в свою очередь представляет собой $1/2$ короткой стороны большого прямоугольника $\sqrt{5}$ плана. Все части созвучны друг другу. На примере этого чертежа особенно ясно, что разумеет Хэмбидж под динамической симметрией.

Рис. 68. Прямоугольник, описывающий длинную лицевую сторону Парфенона, представляет собой, по Хэмбиджу, сумму двух прямоугольников, описывающих его короткую лицевую сторону (см. рис. 60), и прямоугольника, стороны которого относятся друг к другу как 1 к 0,236.

Рис. 69. Конструкция эхина капителей Парфенона на основе прямоугольника $\sqrt{5}$ и прямоугольника золотого сечения.

Рис. 70. Основа системы Мёсселя. Окружность разбивается на 1) 4, 8, 16 и т. д. частей; 2) 3, 6, 12 и т. д. частей; 3) 5, 10, 20 и т. д. частей.

Прямоугольник, составленный из двух квадратов, описывается окружностью (конструкция, тесно связанная с конструкциями на рис. 11). Важно отметить различие прямоугольного треугольника с катетами 1 и 2 и прямоугольного треугольника с катетом 1 и гипотенузой 2, который получается при вписывании в окружность правильного шестиугольника, разбитого на равносторонние треугольники. Другой катет этого прямоугольного треугольника равен $\sqrt{3}$ (на основании теоремы Пифагора). И прямоугольник золотого сечения и прямоугольник $\sqrt{5}$ получаются у Мёсселя уже из членения окружности на 10 частей, так как сумма двух прямоугольников золотого сечения представляет собой сумму прямоугольника $\sqrt{5}$ и квадрата. Во всех построениях Мёсселя очень большую роль играют прямоугольники, построенные на касательных, проведенных к окружности.

Рис. 71. Звездчатый правильный десятиугольник второго порядка (т. е. десятиугольник, в котором его стороны соединяют друг с другом углы через два угла), содержит в себе сложную систему отношений золотого сечения. Как и на других чертежах Мёсселя, и на этом чертеже M обозначает большой отрезок золотого сечения, m — малый отрезок золотого сечения, R — радиус, p — коэффициент золотого сечения. Сравните рис. 101, где соотношения, устанавливаемые теоретически на чертеже рис. 71, прослеживаются в пропорциях антаблемента афинских Пропилей. Нижний чертеж дает пропорциональные подразделения угла между радиусами окружности, проходящими через вершины углов правильного пятиугольника и десятиугольника, вписанных в окружность, а также пропорциональные подразделения углов, представляющих собой сумму трех и четырех углов между радиусами окружности, проходящими через вершины углов правильного десятиугольника, вписанного в окружность.

Рис. 72. Расчленение лежащего и стоячего прямоугольников золотого сечения, p — коэффициент золотого сечения.

Рис. 73. Приближенные целые числа для практической замены сложных дробей, определяющих отрезки, вытекающие из членения окружности на восемь частей.

Рис. 74. Египетская, греческая и средневековая системы пропорций, по Мёсселю.

Рис. 75—83. Анализы Мёсселем памятников древнеегипетской архитектуры. Членение окружности на семь частей для объяснения пропорций пирамиды Хеопса неубедительно. Помимо геометрической трудности этого членения, нужно указать на то, что разрез пирамиды Хеопса, бесспорно, представляет собой треугольник со сторонами 5, 5 и 6, т. е. два составленных вместе египетских „священных“ треугольника (прямоугольный треугольник, стороны которого равны 3, 4 и 5; это единственный прямоугольный треугольник, длина сторон которого выражается в простых числах). На рис. 81 следует отметить золотое сечение ($M—m$), которое встречается здесь в очень элементарном виде и вытекает из конструкции пропорций двери, получаемой при помощи окружности и правильного вписанного в нее десятиугольника.

Рис. 84. Очень интересны все попытки Мёсселя связать пропорции декоративной скульптуры с пропорциями архитектуры.

Рис. 85. Принцип построения классического греческого храма по Мёсселю и Гика: ac — ширина стилобата; cd — ширина целлы; ad — длина целлы; $\frac{ad}{2}$ — высота фронтона и т. д.

Рис. 86—88. Схемы пропорций дорического периптера с шестью колоннами, по Мёсселю. Мёссель пользуется формулами, основанными на прямоугольном треугольнике с катетами 1 и 2, для суммирования в одном условном чертеже основных пропорциональных соотношений здания. На рис. 88 показано, как получается эта формула, и дан ключ к условным

буквенным обозначениям, применяемым Мёсселем в его формулах пропорций.

Рис. 89 и 91. Формулы Мёсселя для пропорций храмов Геры в Олимпии и Конкордии в Акраганте.

Рис. 90—96. Анализы пропорций архаических греческих зданий, по Мёсселю.

Рис. 97—100. Анализ Мёсселем пропорций Парфенона. Рис. 100 излишне усложняет проблему и является гораздо менее убедительным, чем рис. 97—99.

Рис. 101. Этот чертеж следует связать с теоретическим чертежом рис. 71.

Рис. 102. Настоящий чертеж нужно перенести в план трехмерных соотношений. Тогда капитель окажется вписанной в полусферу.

Рис. 103. Следует отметить связь основных композиционных линий скульптуры метоп с архитектурой.

Рис. 104—112. Анализ Мёсселем деталей греческих зданий. Следует отметить рис. 105 (ср. рис. 13 и 36) и рис. 106, из которого явствует, что капитель памятника Лисикрата построена на основе квадрата.

Рис. 113—115. Композиционная схема рис. 115 отдаленно напоминает чертежи Рафаэля (ср. рис. 4).

Рис. 116—120. Анализы римских капителей. Ср. рис. 116 с рис. 48; рис. 118, 119 и 120 — с рис. 105.

Рис. 121. Замечательно соединение в одном памятнике прямоугольника $\sqrt{5}$ и отношений золотого сечения, вытекающих из пентаграммы. Следует обратить внимание на соотношение пропорций целого и капители (ср. чертежи Тирша, рис. 15 и сл.).

Рис. 122. Золотое сечение занимает в Пантеоне лишь второстепенное место. В нем главное — равенство высоты вершины купола от пола и диаметра купола. Вследствие того, что карниз, отделяющий купол от стен, проходит на половине высоты внутренности здания, зритель мысленно дополняет полусферу купола Пантеона до полной сферы. Таким образом, основная архитектурно-композиционная идея Пантеона — это сфера, вписанная в куб, что дает в разрезе круг, вписанный в квадрат.

Рис. 123. Схема пропорций портика Пантеона, пристроенного лишь позднее к основному зданию. Золотое сечение продолжает играть большую роль еще в древнехристианскую эпоху, как показывает чертеж Сан Стефано Ротондо в Риме.

Рис. 124—136. Чертежи Мёсселя, исследующие пропорции древнехристианских, романских и готических построек. Рис. 126 представляет собой попытку связать пропорции готической архитектуры с интервалами „пифагорейской“ гаммы (ср. рис. 9). Вопрос о роли золотого сечения в пропорциях романских и готических зданий представляет собой любопытную проблему, разработанную еще далеко не достаточно.

Рис. 137—140. Чертежи Мёсселя, относящиеся к средневековым тимпанам и к их античным предшественникам. Крайне любопытна древнегреческая стена (рис. 139), предвосхищающая кривую средневековой арки.

Рис. 141 и 142. Пропорции Миланского собора точно определяются на основании старого чертежа и очень важны для изучения специфически готической системы пропорций.

Рис. 143—145. Система танца, изображенная на рис. 143, может дать толчок мысли современного архитектора. Идеальные пропорции выводятся из расчленения сферы при помощи пяти вписанных в нее правильных многогранников. Проблема пропорций трехмерных объемов и пространств является самостоятельной проблемой, которую нельзя свести к проблеме пропорций плоскостных фигур и линейных отрезков.

ПЕРЕЧЕНЬ ТАБЛИЦ

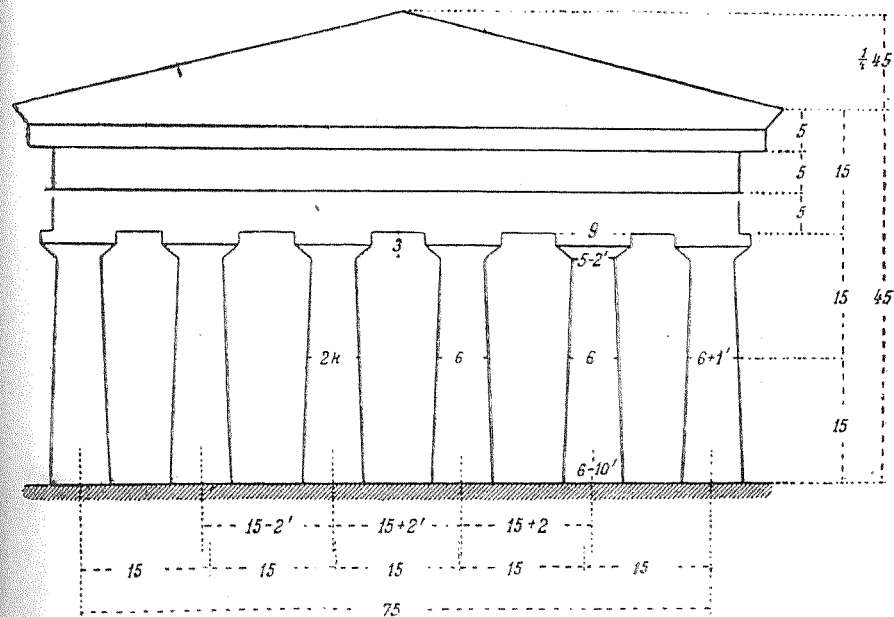
1. Храм Посейдона в Пестуме (по Шуази)	37
2. Капитель храма Посейдона в Пестуме (по Шуази)	37
3. Арсенал в Пирее (по Шуази)	38
4 — 6. Храм Посейдона в Пестуме (по Рафаэлю)	38—40
7 — 8. Парфенон (по Вольфу)	41
9. Расстановка колонн Парфенона (по Георгиадису)	42
10. Перспективные конструкции для определения пропорций зданий (по Бориссавлевичу)	42
11. Геометрические методы построения золотого сечения и правильных пятиугольника и десятиугольника (по Гика)	43
12 — 13. По Тиммердингу	44
14. Таблица приближенных значений золотого сечения (по Мёсселю)	45
15 — 17. Храм Посейдона в Пестуме (по Тиршу)	45—46
18 — 19. Храм Афины на о. Эгине (по Тиршу)	47—48
20 — 23. Парфенон (по Тиршу)	48—50
24. Храм в Бассах (по Тиршу)	51
25. а) Храм Юпитера в Пальмире, б) Пантеон (по Тиршу)	52
26. Арка Августа в Сузе (по Тиршу)	53
27. Арка Траяна в Анконе (по Тиршу)	54
28. Церковь св. Елизаветы в Марбурге (по Тиршу)	55
29. Пропорции листа (по Пфейферу)	56
30. Пропорции человеческого скелета (по Цейзингу)	56
31. Аполлон Бельведерский (по Цейзингу)	57
32. Пропорции быка (по Цейзингу)	57
33 — 34. Парфенон (по Цейзингу)	58
35. Церковь св. Елизаветы в Марбурге (по Цейзингу)	59
36 — 37. Акрополь (по Жолтовскому)	60
38 — 42. Парфенон (по Жолтовскому)	61—62
43. Венера Милосская (по Жолтовскому)	63
44. Аполлон Бельведерский (по Жолтовскому)	63
45. Пропорциональный циркуль из Помпей в музее в Неаполе	64
46 — 47. Рентгеновский снимок раковины	64—65
48. Цветок в виде пятиконечной звезды	66
49. Пропорции человеческого тела (по Агриппе Неттесгеймскому)	66
50. Человеческое тело, вписанное в правильный пятиугольник	67
51. Анализ пропорций человеческого лица (по Гика)	68

Стр.

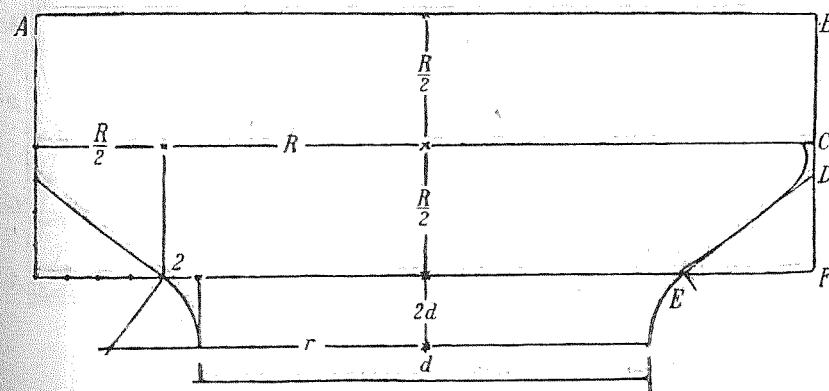
52. Анализ пропорций человеческого лица (схема пропорций лица, изображенного на рис. 51) (по Гика)	69
53. Статические и динамические прямоугольники (по Хэмбиджу)	70
54. Система прямоугольников от квадрата до прямоугольника $\sqrt{5}$ (по Хэмбиджу)	70
55. Внутреннее членение прямоугольника $\sqrt{5}$ (по Хэмбиджу)	71
56. Прямоугольник $\sqrt{5}$ (по Хэмбиджу)	71
57. Пропорции античной каструли (по Хэмбиджу)	72
58. Пропорции античной вазы (по Хэмбиджу)	73
59 — 66. Парфенон (по Хэмбиджу)	73—77
67. Парфенон. Его план и вписанная в него короткая лицевая сторона (по Хэмбиджу)	77
68. Парфенон. Его длинная лицевая сторона (по Хэмбиджу)	78
69. Парфенон. Капитель (по Хэмбиджу)	78
70. Система различных членений окружности (по Мёсселю)	79
71. Пропорциональные отношения, вытекающие из членения окружностей при помощи правильного десятиугольника (по Мёсселю)	80
72. Внутренние членения прямоугольника золотого сечения (по Мёсселю)	81
73. Приближенные значения, заменяющие собой в практическом употреблении отношения, вытекающие из членения окружности на восемь частей (по Мёсселю)	81
74. Различные системы пропорций (по Мёсселю)	82
75. Пирамида Хеопса (по Мёсселю)	83
76. Система пропорций египетского храма (по Мёсселю)	84
77. Храм Хонсу в Карнаке (по Мёсселю)	84
78. Храм Гатор в Дендерах (по Мёсселю)	85
79. Пилоны большого храма в Луксоре (по Мёсселю)	86
80. Пилоны египетского храма, изображенные на рельефе (по Мёсселю)	86
81. Храм в Мединет-Абу (по Мёсселю)	87
82. Капители из большого храма в Филэ (по Мёсселю)	88
83. Капитель из большого храма в Эдфу (по Мёсселю)	88
84. Львиные ворота в Микенах (по Мёсселю)	89
85. Приемы одновременного построения плана и узкой лицевой стороны греческого храма (по Мёсселю)	90
86 — 87. Одновременное построение плана и узкой лицевой стороны греческого храма (по Мёсселю)	91
88. Система пропорций дорического периптера (по Мёсселю)	92
89. Схема пропорций храма Геры в Олимпии (по Мёсселю)	93
90. Храм Немесиды в Рамне (по Мёсселю)	93
91. Схема пропорций храма Конкордии в Акрганте (по Мёсселю)	94
92. Пропилеи на мысе Суннион (по Мёсселю)	94
93. Храм Посейдона в Пестуме (по Мёсселю)	95
94 — 95. Храм Афины на о. Эгине (по Мёсселю)	95—96
96. Гробница в скалах в Мире в Малой Азии (по Мёсселю)	96
97 — 100. Парфенон (по Мёсселю)	97—100
101. Пропилеи Акрополя в Афинах (по Мёсселю)	101
102. Капитель храма Афины на о. Эгине (по Мёсселю)	101
103. Фриз храма в Селинунте (по Мёсселю)	102
104. Капители стел с о. Кипра в Лувре (по Мёсселю)	103
105. Капитель из Эпидавра (по Мёсселю)	103
106. Капитель памятника Лисикрата в Афинах (по Мёсселю)	104

	Стр.
107. Акротерий храма Афины на о. Эгине (по Мёсселю)	105
108. Антефикс храма Бескрылой Победы на афинском Акрополе (по Мёсселю)	105
109. Антефикс Парфенона (по Мёсселю)	106
110. Антефикс храма Артемиды в Элезине (по Мёсселю)	106
111. Орнамент с храма Бескрылой Победы на афинском Акрополе (по Мёсселю)	107
112. Декорация Эрехтейона и декорация круглого храма в Эпидавре (по Мёсселю)	108
113. Фронтон храма Афины на о. Эгине (по Мёсселю)	109
114. Фронтон храма Зевса в Олимпии (по Мёсселю)	110
115. Рельеф из Национального музея в Афинах (по Мёсселю)	111
116. Капитель храма Марса Ультора на форуме Августа в Риме (по Мёсселю)	112
117. Живописное изображение в древнеримском доме около виллы Фарезины (по Мёсселю)	112
118. Капитель Ворот Адриана в Афинах (по Мёсселю)	113
119. Капитель Олимпийейона в Афинах (по Мёсселю)	113
120. Капители храма Юпитера в Баальбеке (по Мёсселю)	114
121. Так называемый Памятник Филоппа в Афинах (по Мёсселю)	115
122. Пантеон (по Винеру)	116
123. Пантеон и Сан Стефано Ротондо в Риме (по Гика)	116
124. Старая базилика св. Петра в Риме (по Мёсселю)	117
125. Системы пропорций средневековых церквей (по Мёсселю)	118
126. Готическая система пропорций (по Гика)	119
127. Церковь св. Михаила в Альтенштадт (по Мёсселю)	120
128. Церковь Нотр-Дам в Клермон-Ферран (по Мёсселю)	121
129. Церковь в Марна-Лаах (по Мёсселю)	121
130. Церковь в Альби (по Мёсселю)	122
131. Церковь в Лимбурге (по Мёсселю)	123
132. Собор Нотр-Дам в Париже (по Мёсселю)	124
133. Собор в Кёльне (по Мёсселю)	125
134. Собор в Ульме (по Мёсселю)	126
135 — 136. Собор в Фрейбурге (по Мёсселю)	127—128
137. Геометрическое построение арки, основанной на пентаграмме (по Мёсселю)	128
138. Типы пропорций античных и средневековых тимпанов (по Мёсселю)	129
139. Стела Ксенократейи в Гипотек в Мюнхене (по Мёсселю)	130
140. Тимпан церкви св. Сесальды в Нюрнберге (по Мёсселю)	131
141. Пропорции собора в Милане. По чертежу 1491 г.	132
142. Пропорции собора в Милане (по Гика)	133
143. Построение танца путем вписывания движений в правильный двадцатигранник (по Лаблану)	134
144. Пять правильных многогранников	134
145. Пять правильных многогранников, вписанных в сферу.	135

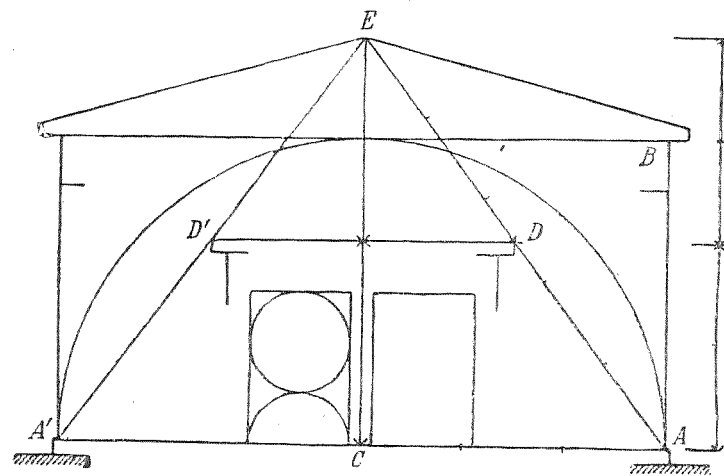
ТАБЛИЦЫ



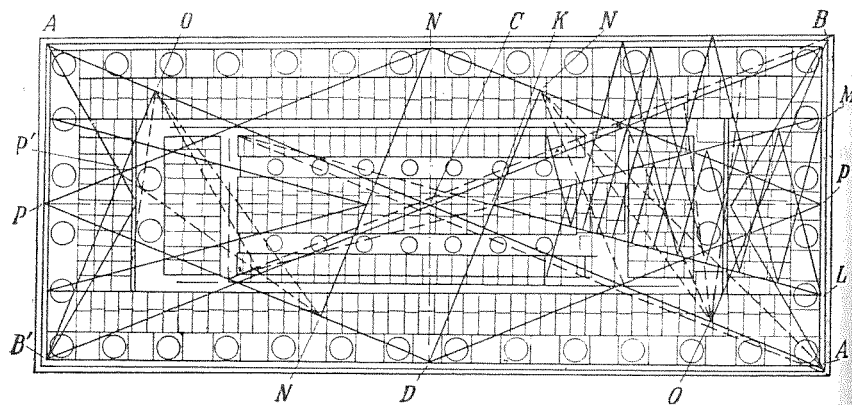
1. Храм Посейдона в Пестуме (по Шуази)



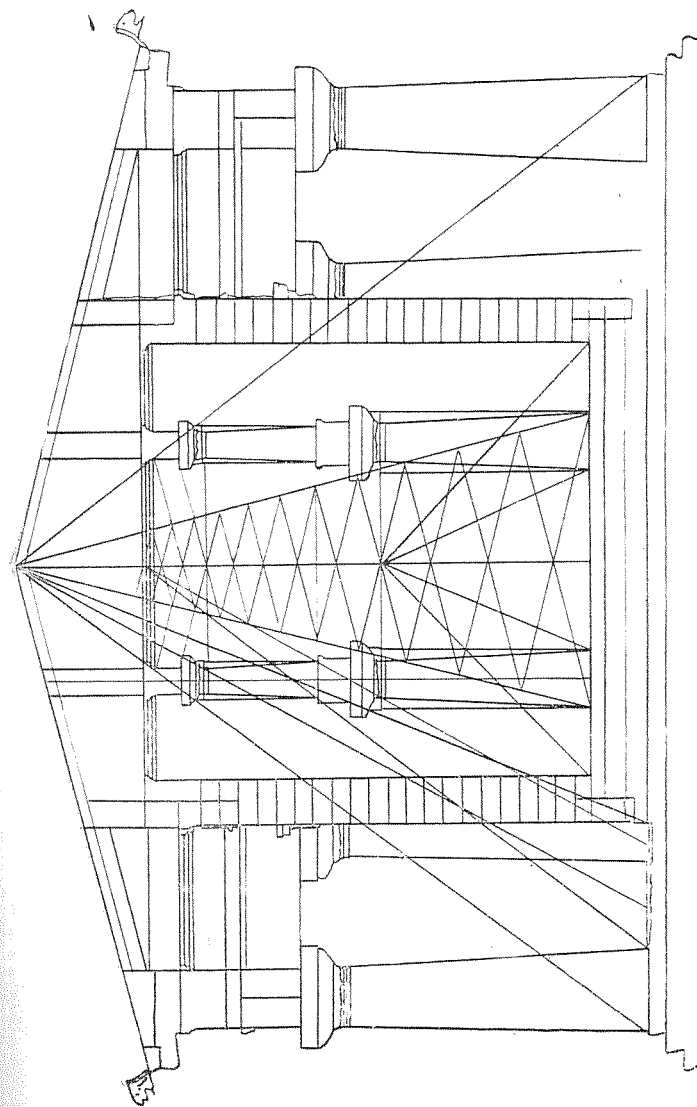
2. Капитель храма Посейдона в Пестуме (по Шуази)



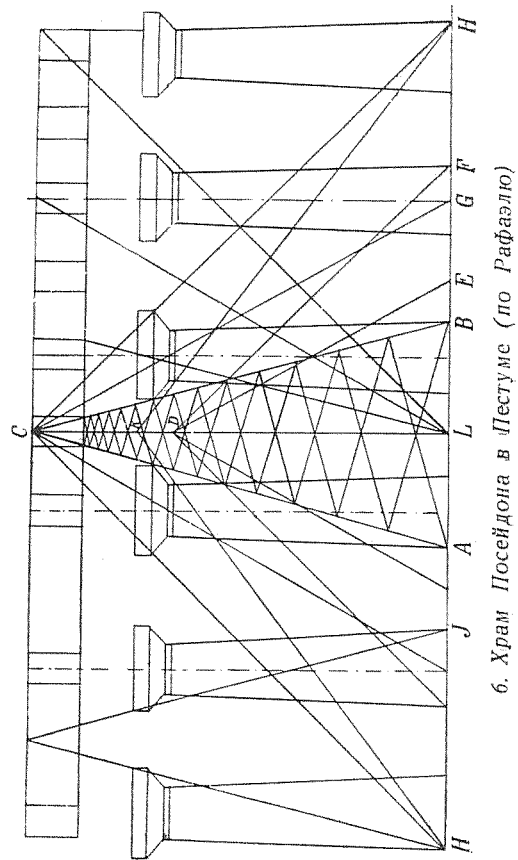
3. Арсенал в Пирее (по Шуази)



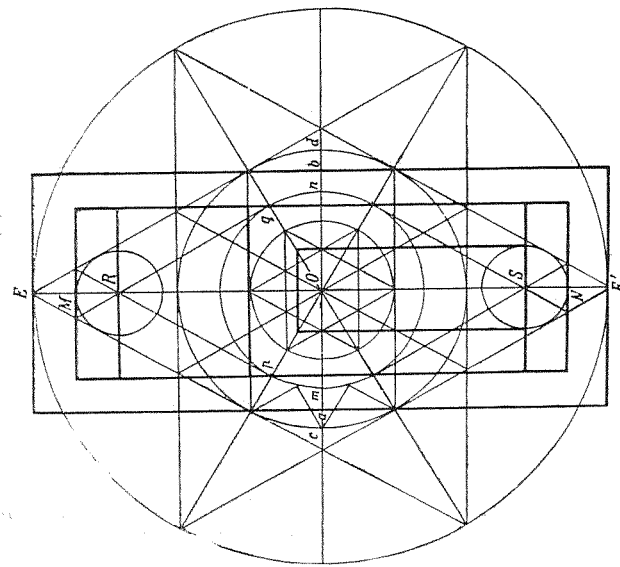
4. Храм Посейдона в Пестуме (по Рафаэлю)



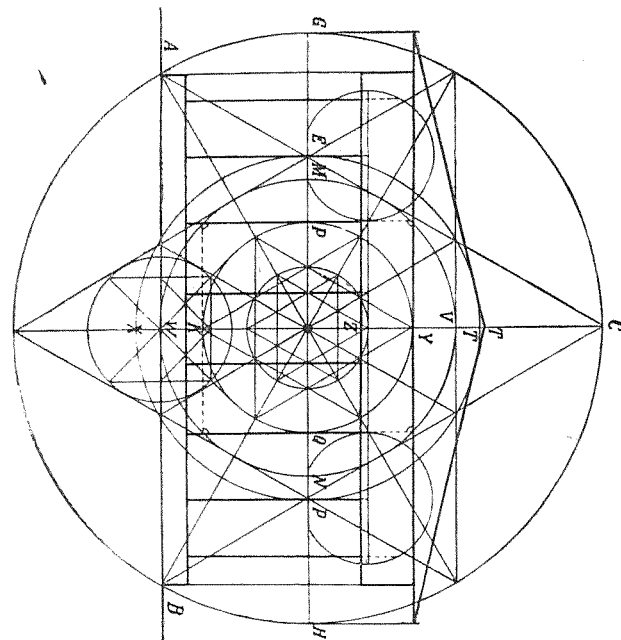
5. Храм Посейдона в Пестуме (по Рафаэлю)



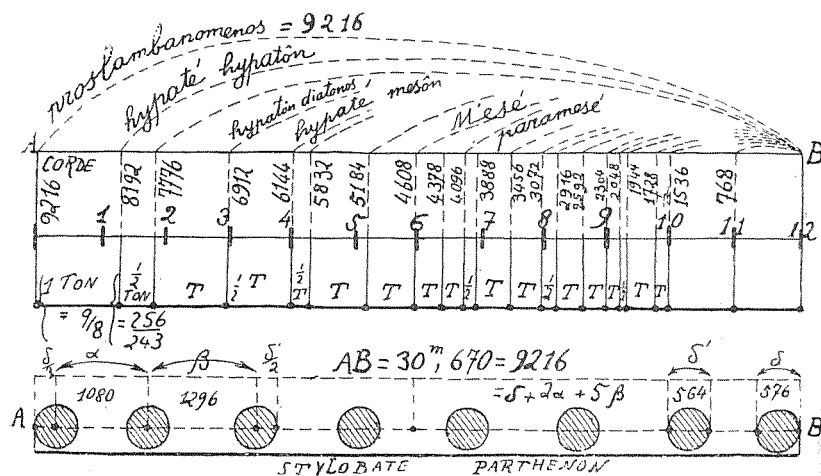
6. Храм Посейдона в Пестуме (по Рафаэлю)



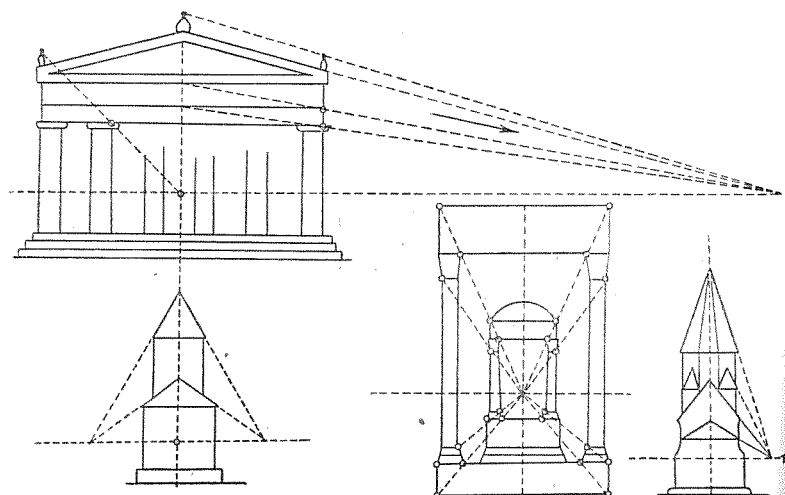
7. Парфенон (по Вольфу)



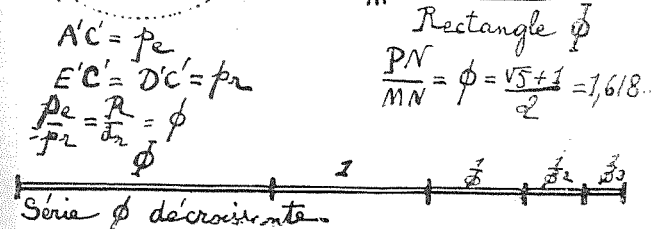
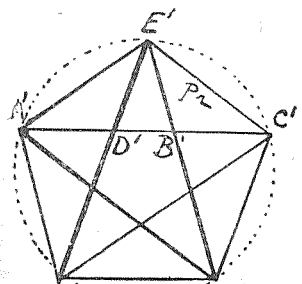
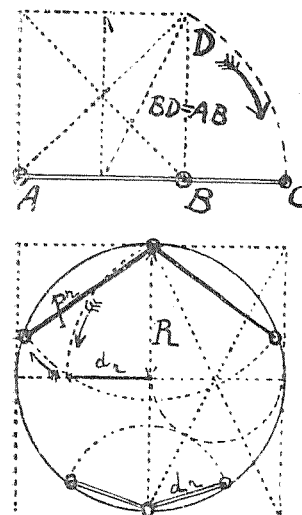
8. Парфенон (по Вольфу)



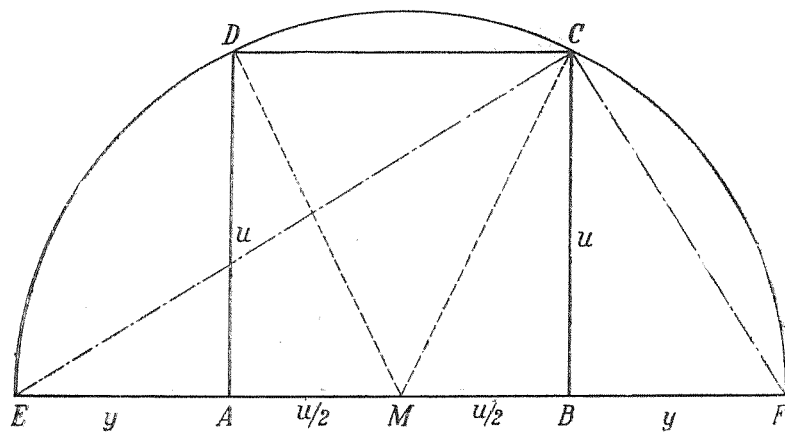
9. Расстановка колонн Парфенона (по Георгнидису)



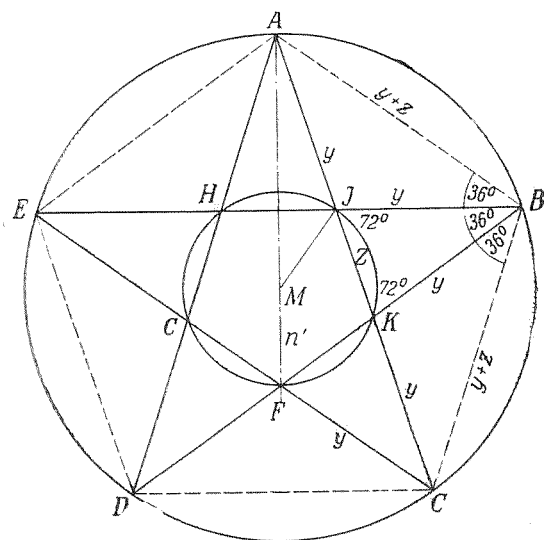
10. Перспективные конструкции для определения пропорций зданий (по Бориссавлевичу)



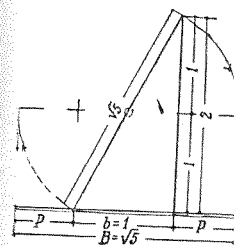
11. Геометрические методы построения золотого сечения и правильных пятиугольника и десятиугольника (по Гика)



12. По Тиммердингу

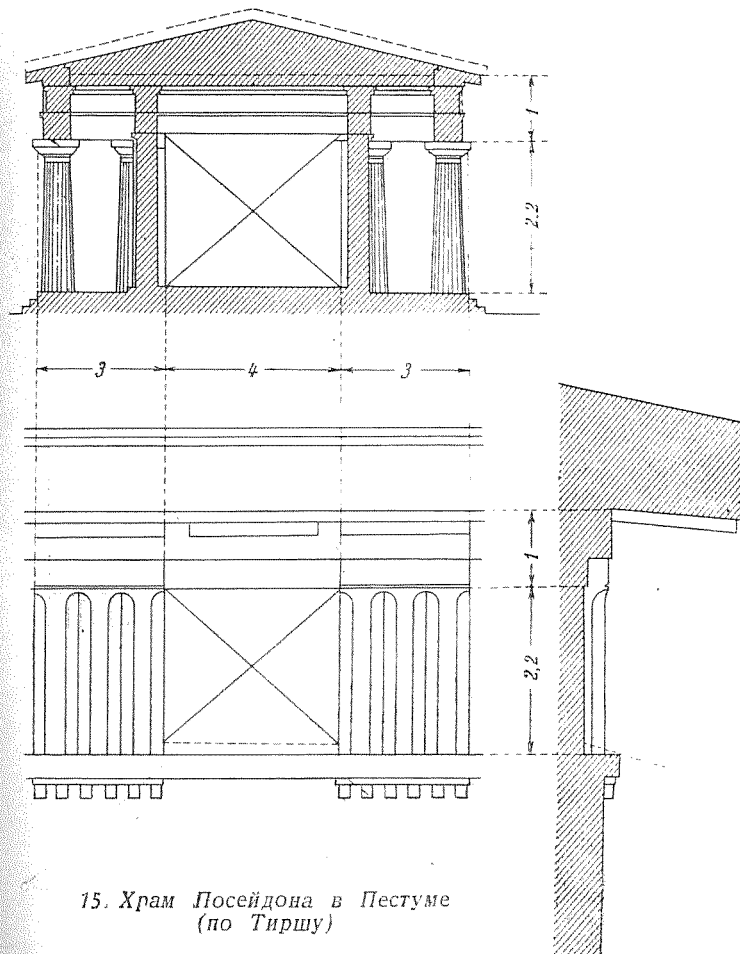


13. По Тиммердингу

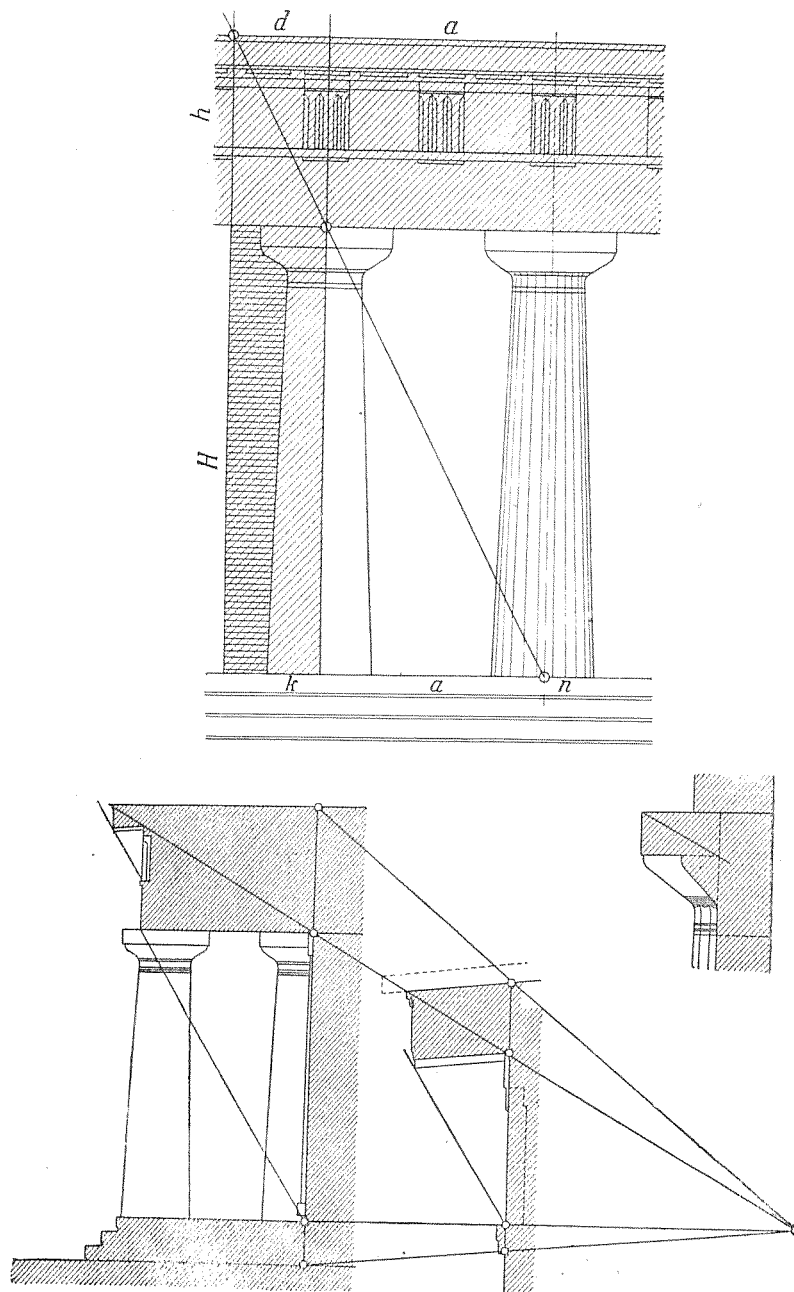


$p = 0,6180$	$(1 + p) = 1,6180$
$p^2 = 0,3820$	$(1 + p)^2 = 2,6180$
$p^3 = 0,2361$	$(1 + p)^3 = 4,2361$
$p^4 = 0,1459$	$(1 + p)^4 = 6,8541$
$p^5 = 0,0902$	$(1 + p)^5 = 11,0902$
$p^6 = 0,0557$	$(1 + p)^6 = 17,9443$
$p^7 = 0,0344$	$(1 + p)^7 = 29,0344$
$p^8 = 0,0213$	$(1 + p)^8 = 46,9787$
$p^9 = 0,0132$	$(1 + p)^9 = 76,0132$
$p^{10} = 0,0081$	$(1 + p)^{10} = 122,9919$
$p^{11} = 0,0050$	$(1 + p)^{11} = 199,0050$

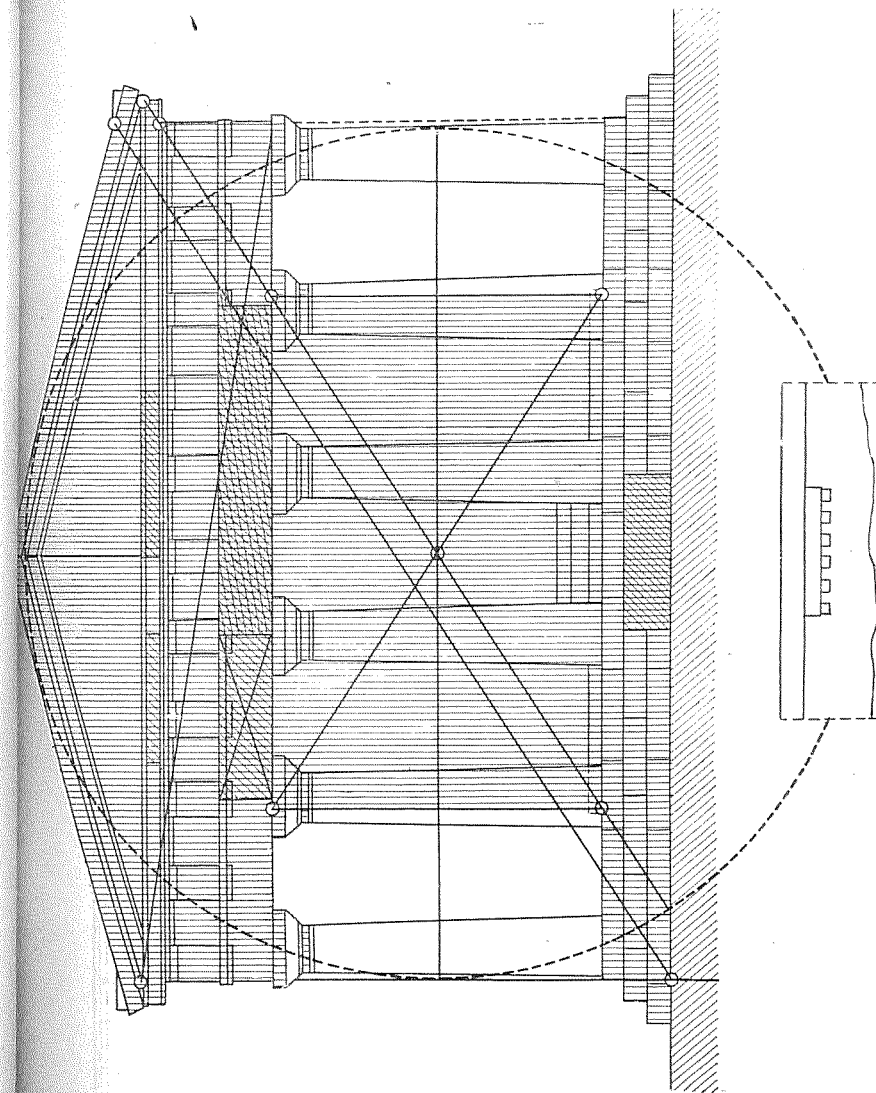
14. Таблица приближенных значений золотого сечения
(по Месселю)



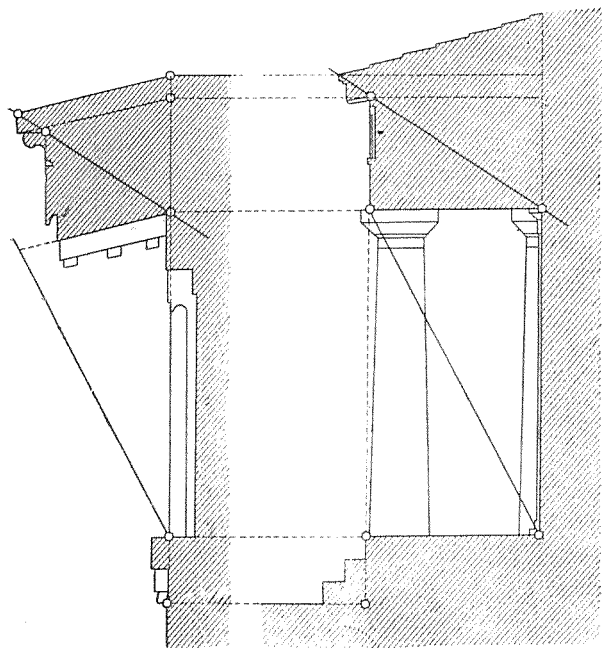
15. Храм Посейдона в Пестуме
(по Тиршу)



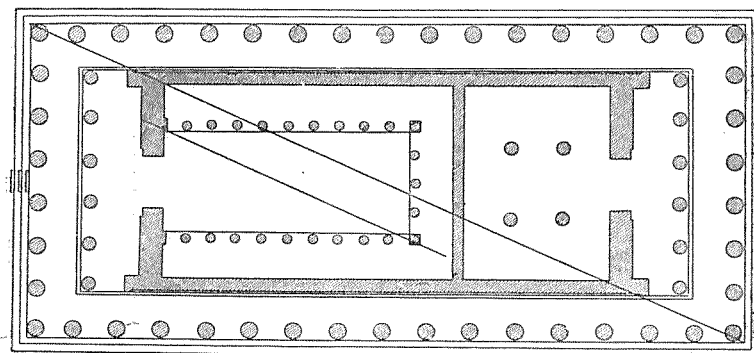
16, 17. Храм Посейдона в Пестуме (по Тиршу)



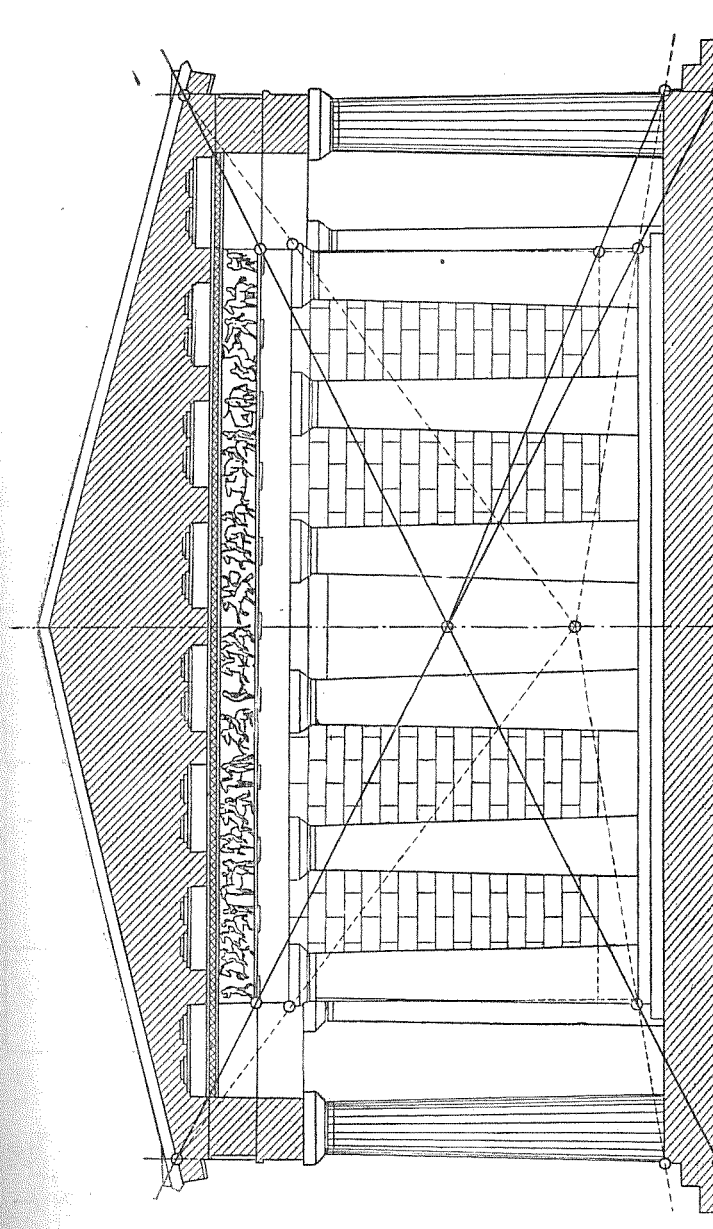
18. Храм Афины на о. Эгине (по Тиршу)



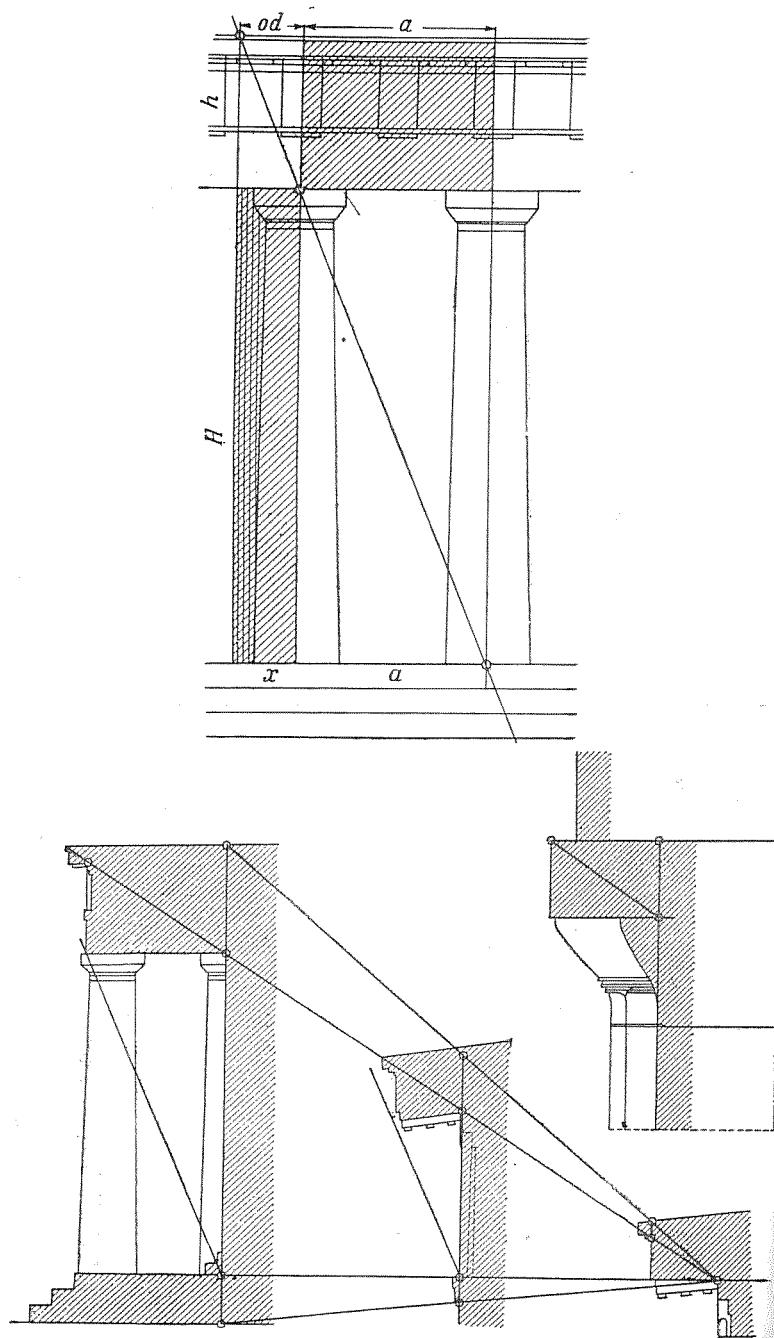
19. Храм Афины на о. Эгине (по Тиршу)



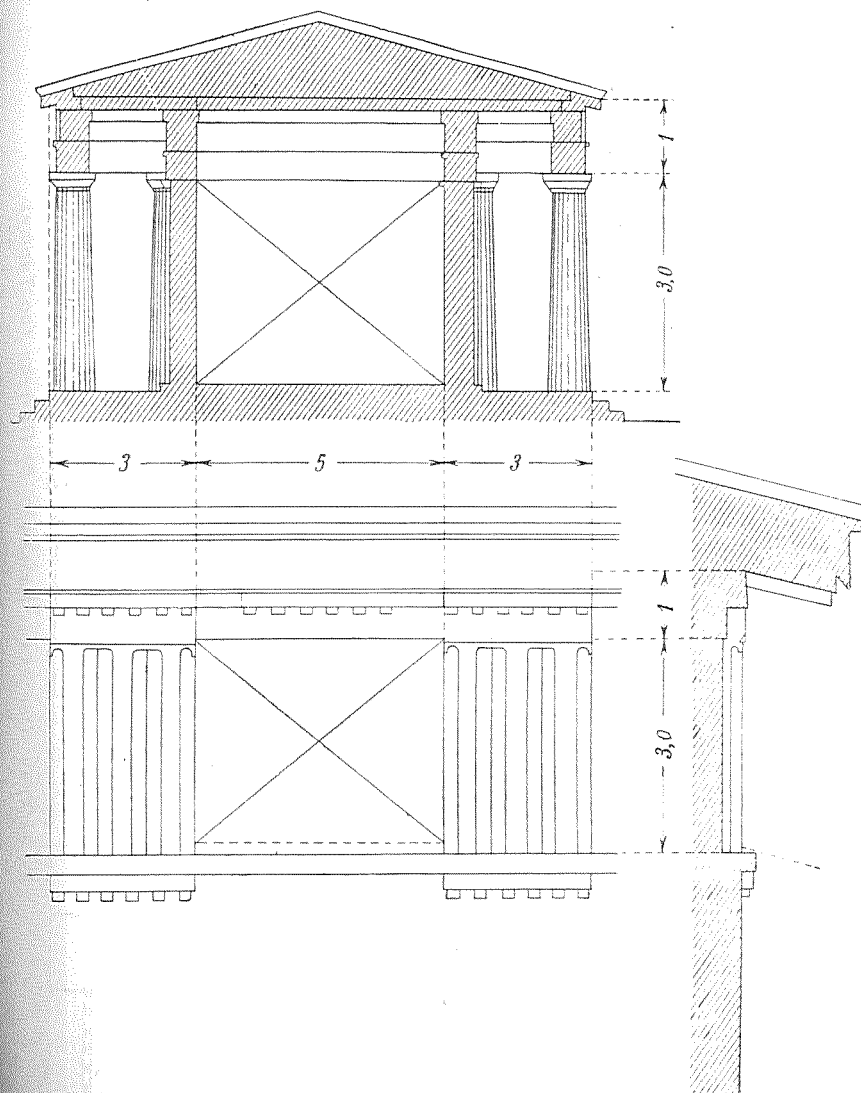
20. Парфенон (по Тиршу)



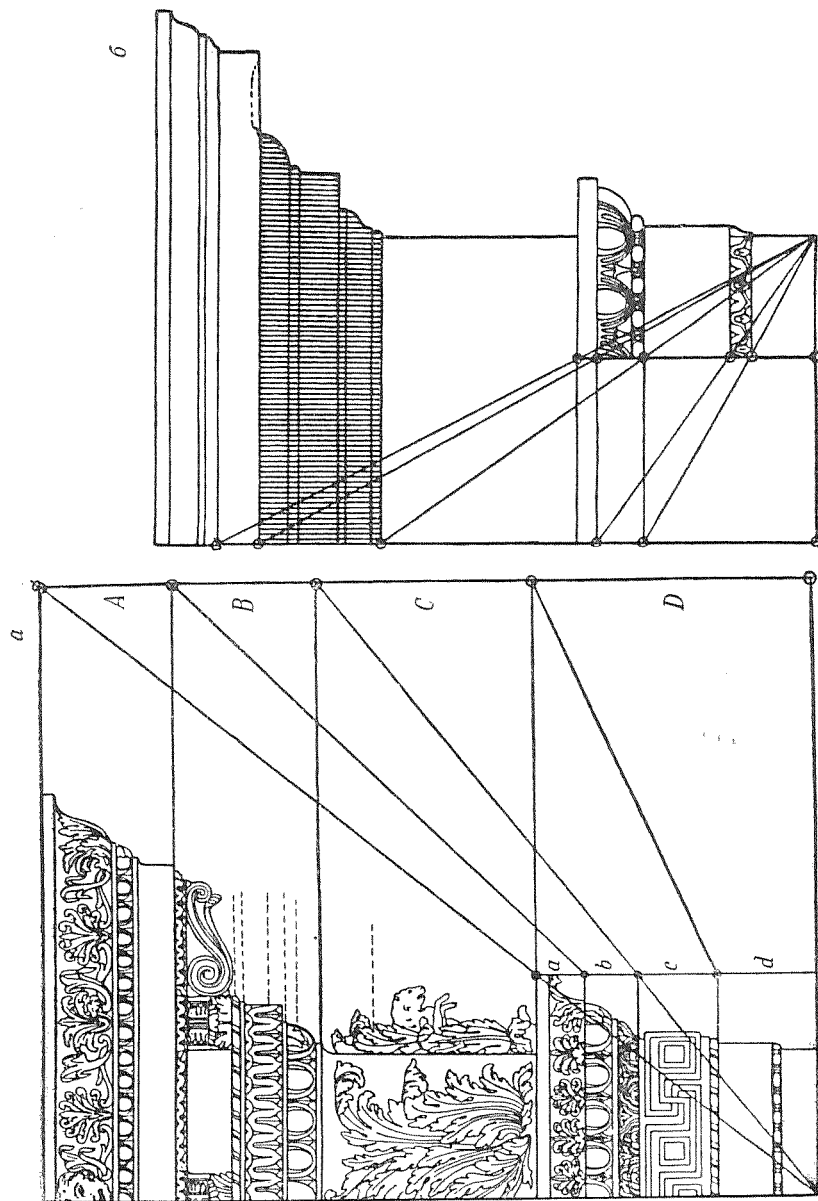
21. Парфенон (по Тиршу)



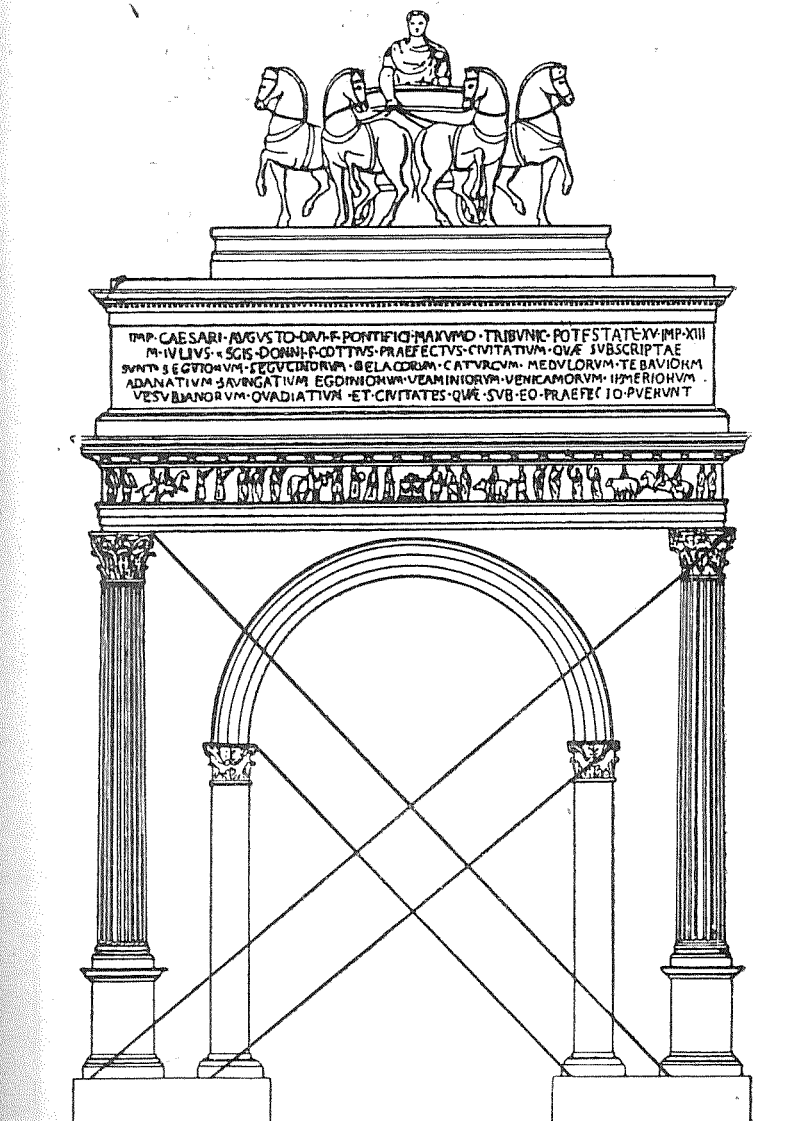
22, 23. Парфенон (по Тиршу)



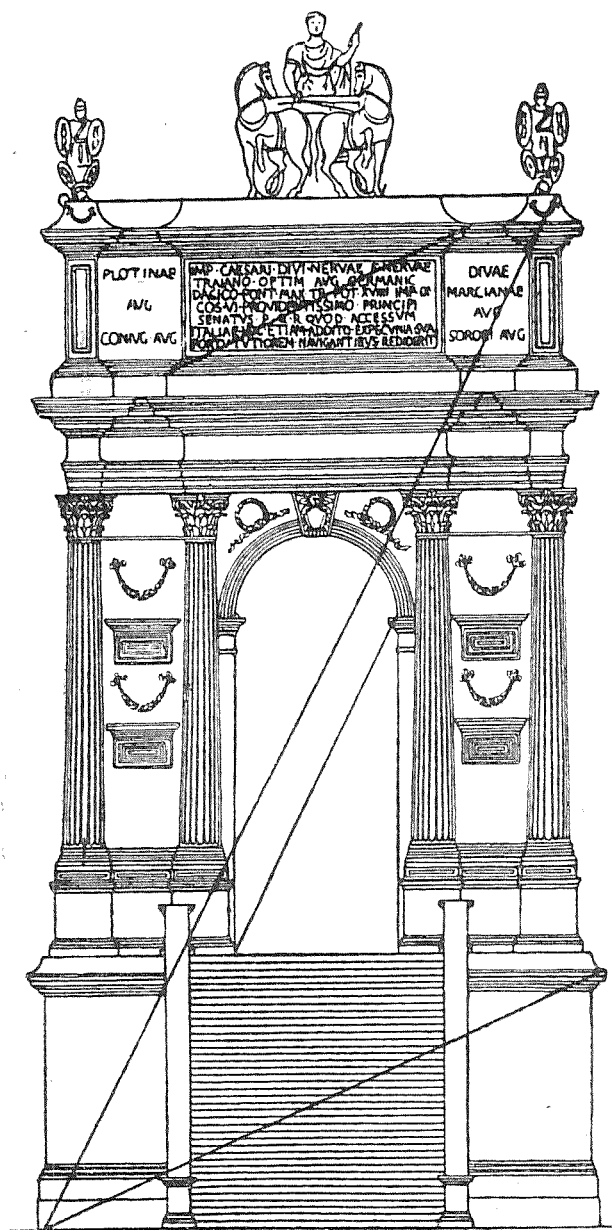
24. Храм в Бассах (по Тиршу)



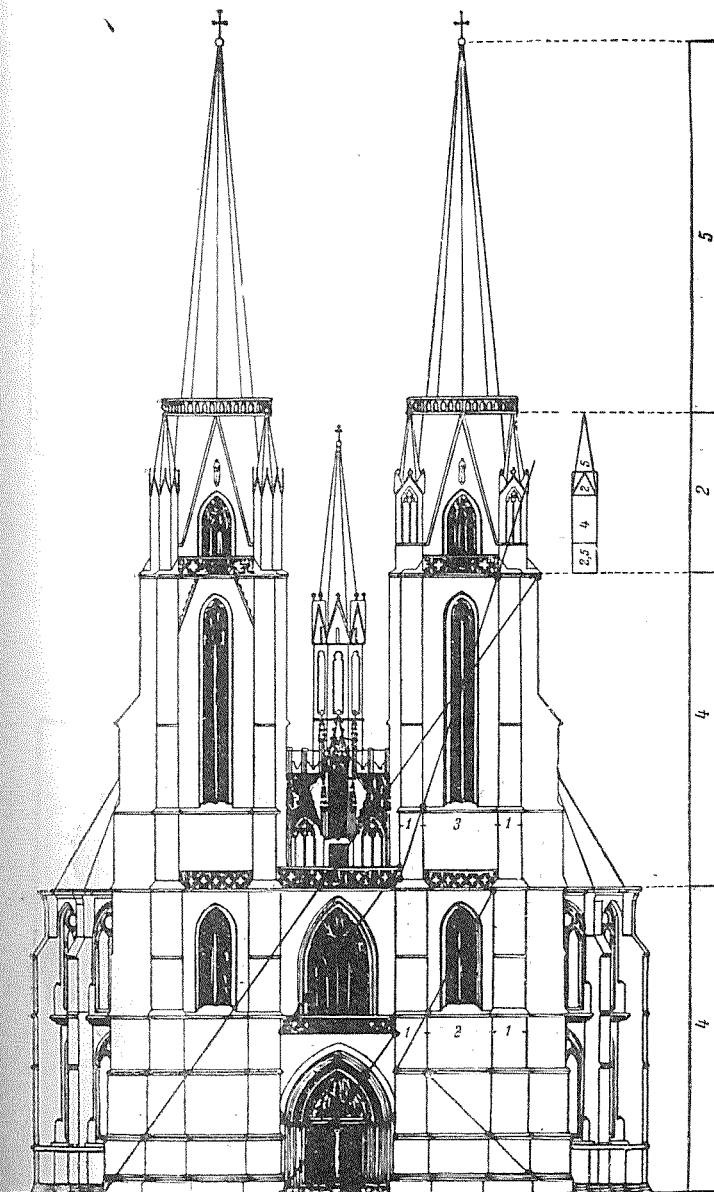
25. а) Храм Юпитера в Пальмире, б) Пантеон (по Тиршу)



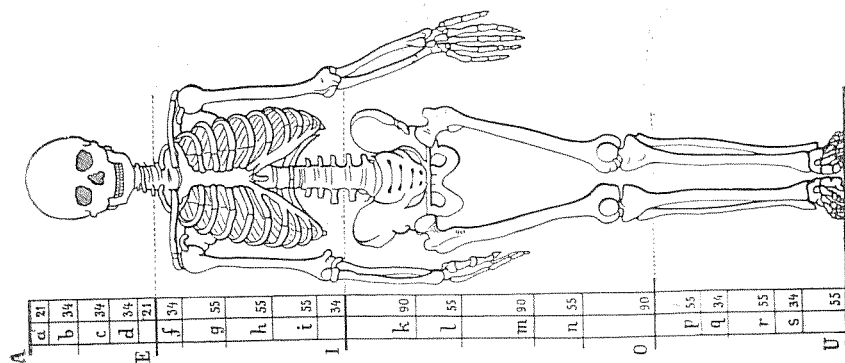
26. Арка Августа в Сузе (по Тиршу)



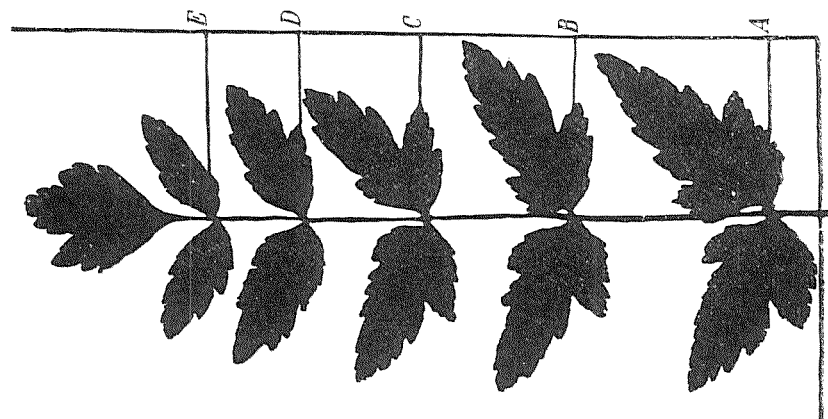
27. Арка Траяна в Анконе (по Тиршу)



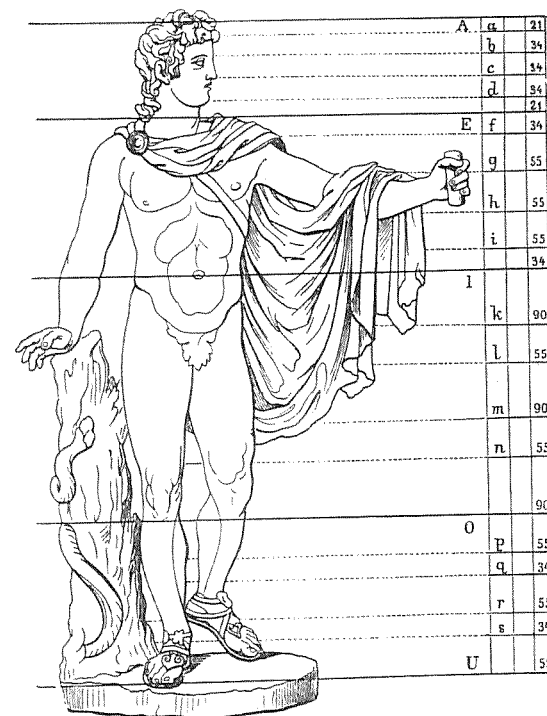
28. Церковь св. Елизаветы в Марбурге (по Тиршу)



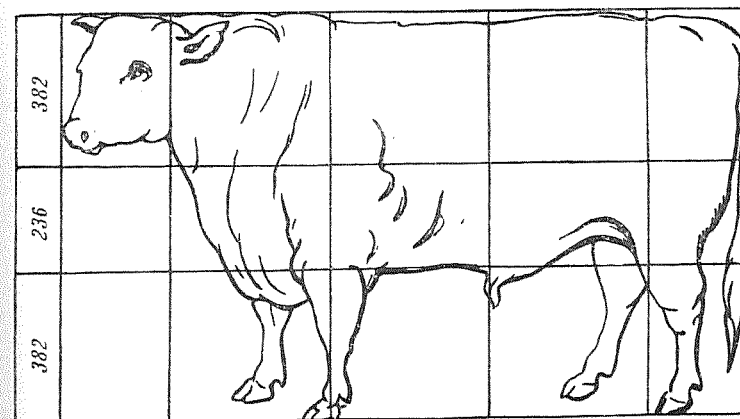
30. Пропорции человеческого



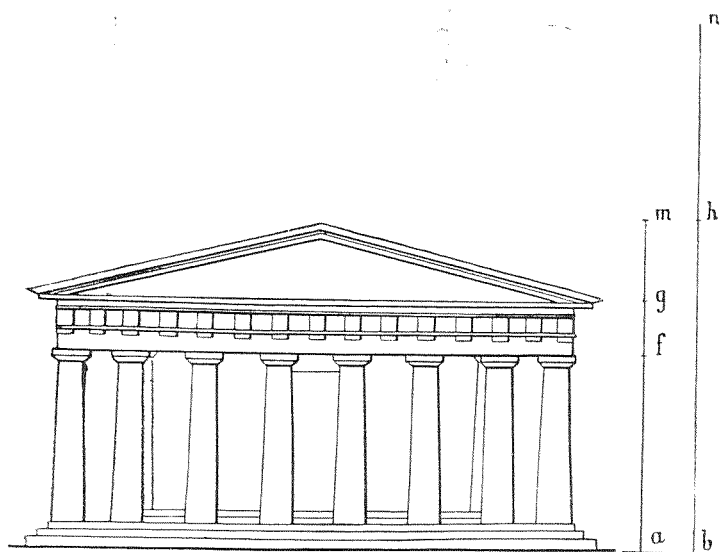
29. Пропорции листа (по Пфейферу)



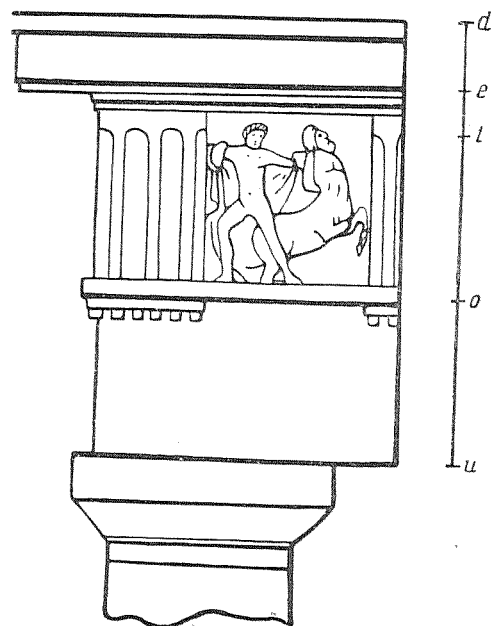
31. Аполлон Бельведерский (по Цейзингу)



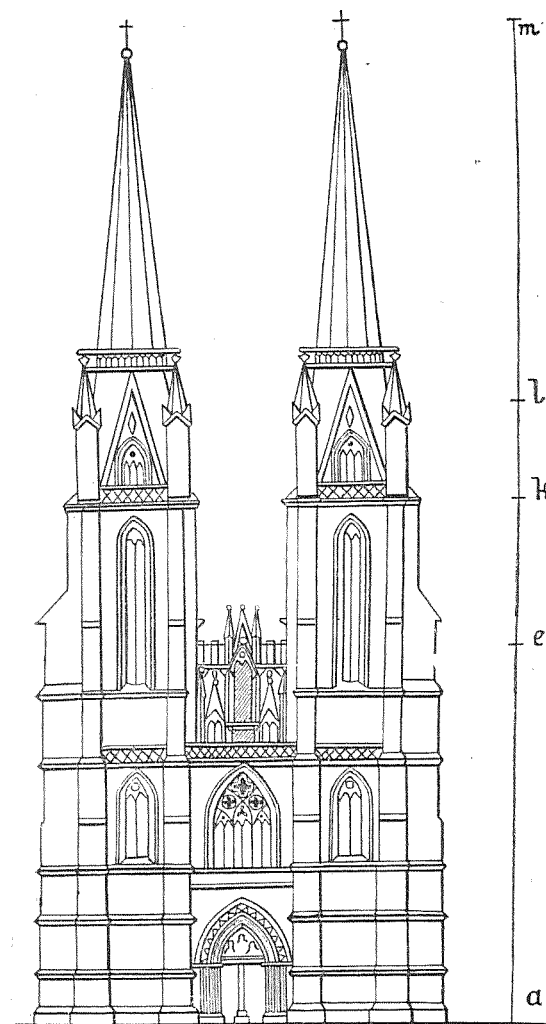
32 Пропорции быка (по Цейзингу)



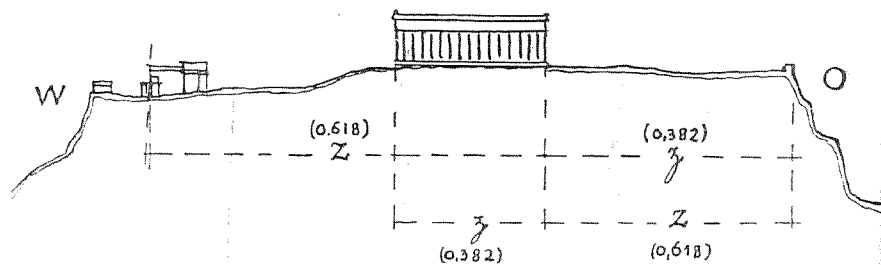
33. Парфенон (по Цейзингу)



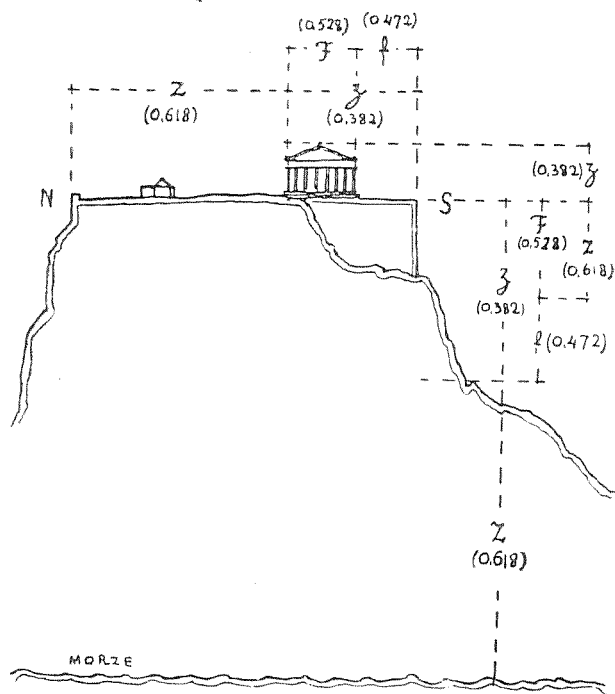
34 Парфенон (по Цейзингу)



35. Церковь св. Елизаветы в Марбурге (по Цейзингу)

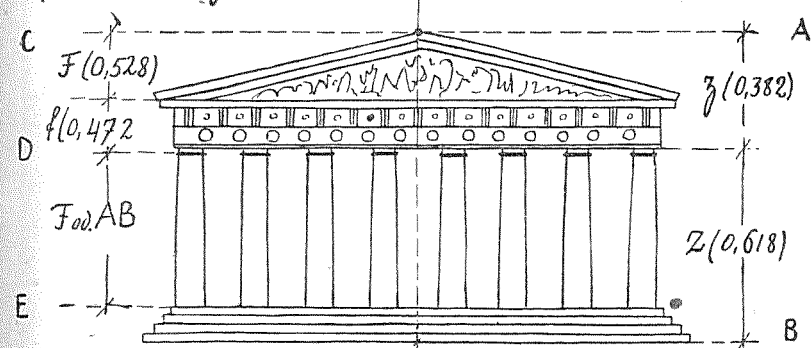


36. Акрополь (по Жолтовскому)

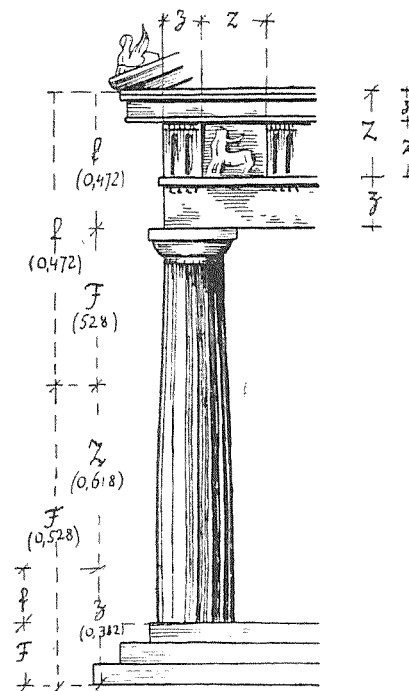


37. Акрополь (по Жолтовскому)

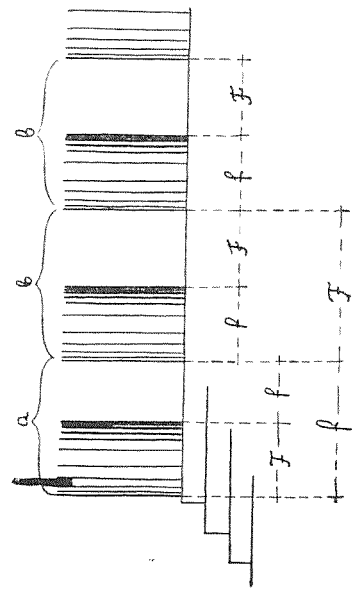
$$AB = 1; CD = 3 \cdot AB; DE = F_{od} AB = 0,528;$$



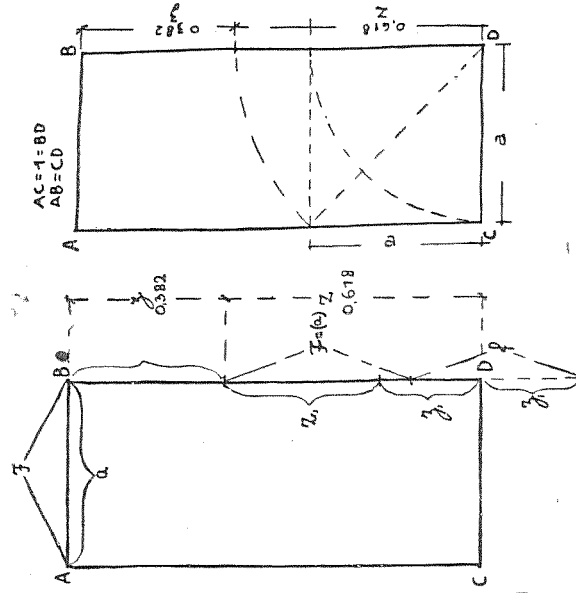
38. Парфенон (по Жолтовскому)



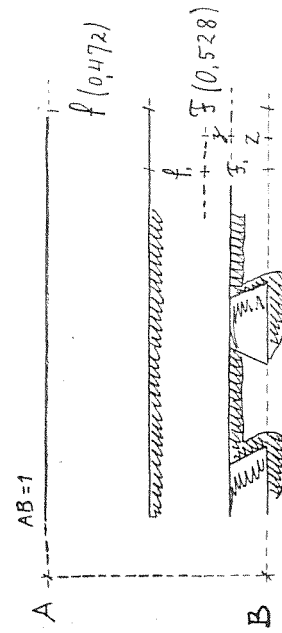
39. Парфенон (по Жолтовскому)



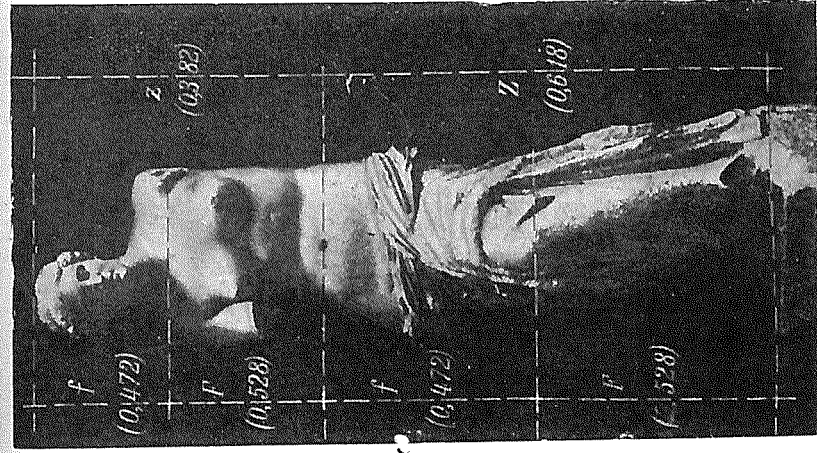
40. Парфенон (по Желтовскому)



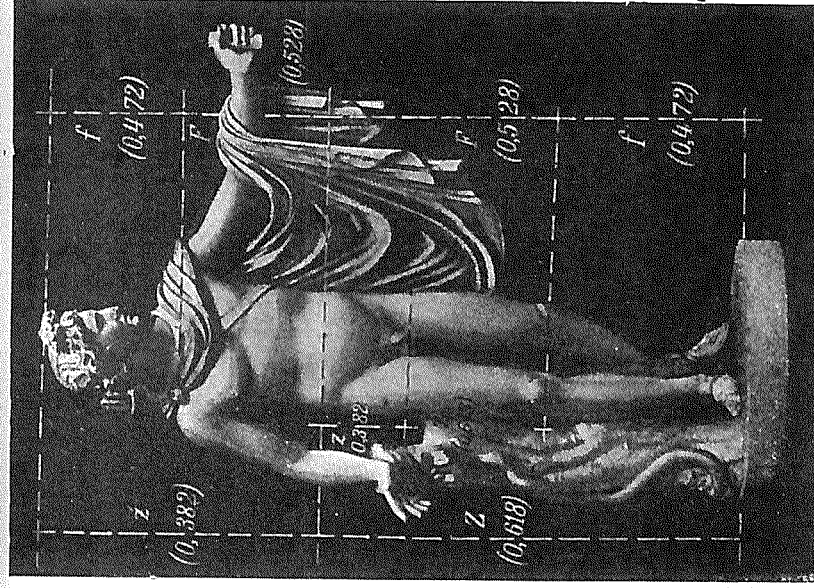
42. Парфенон (по Жолтовскому)



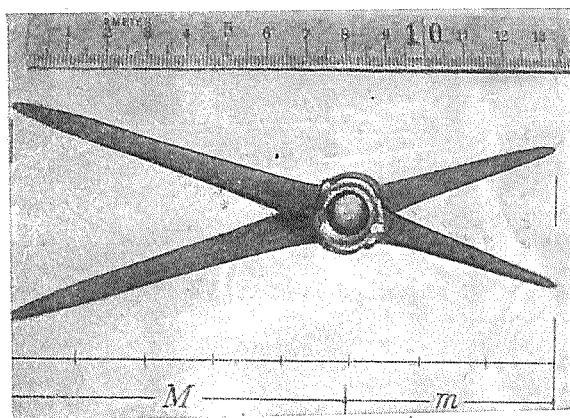
41. Парфенон (по Жолтовскому)



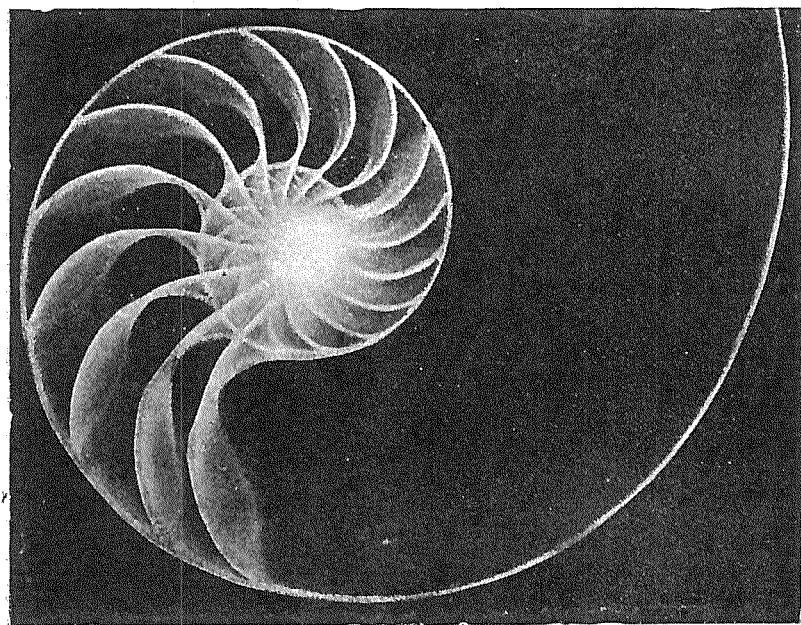
43. Венера Милосская (по Жолтовскому)



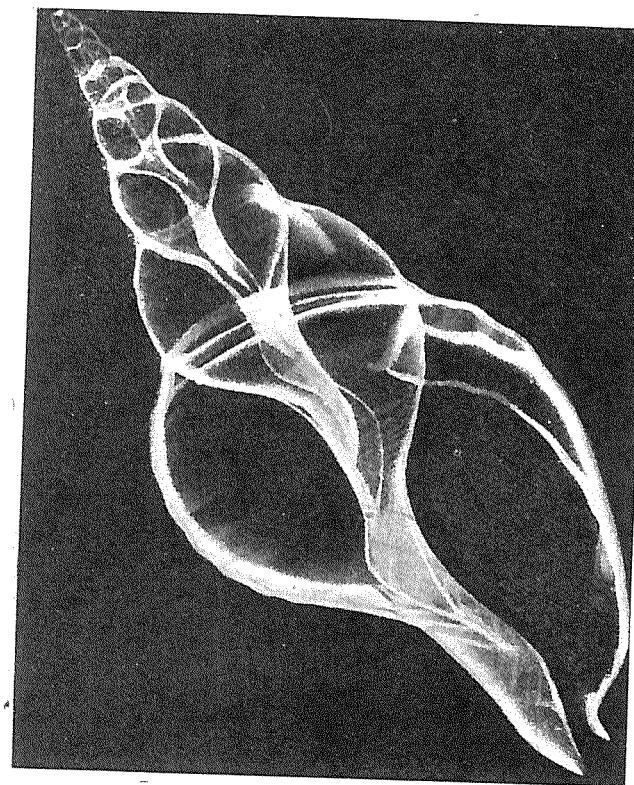
44. Апполон Бельведерский (по Жолтовскому)



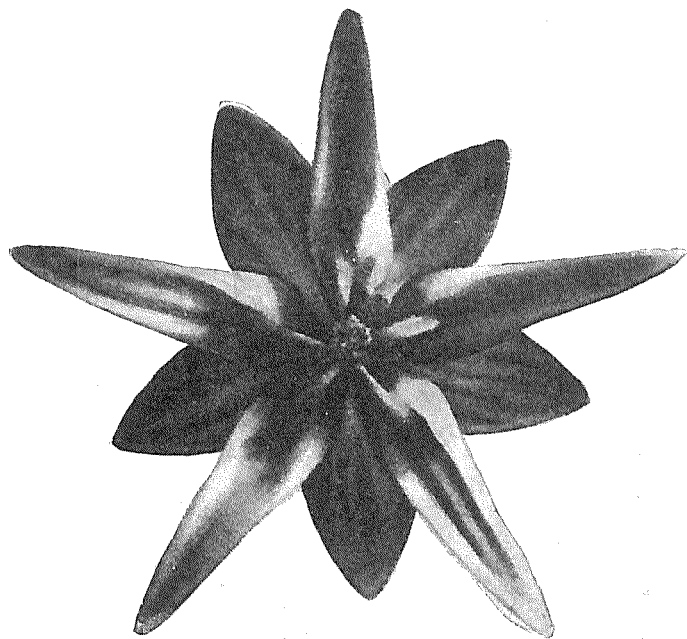
45. Пропорциональный циркуль из Помпей
в музее в Неаполе



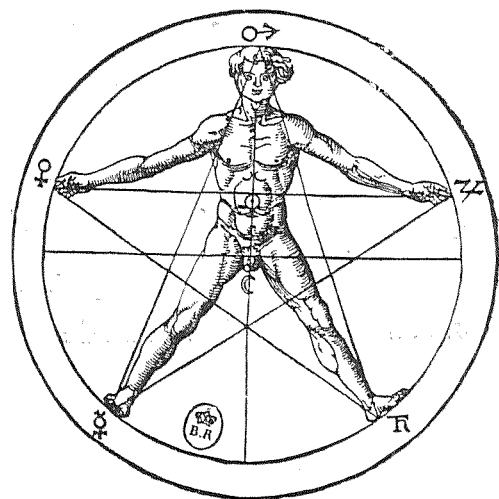
46. Рентгеновский снимок раковины



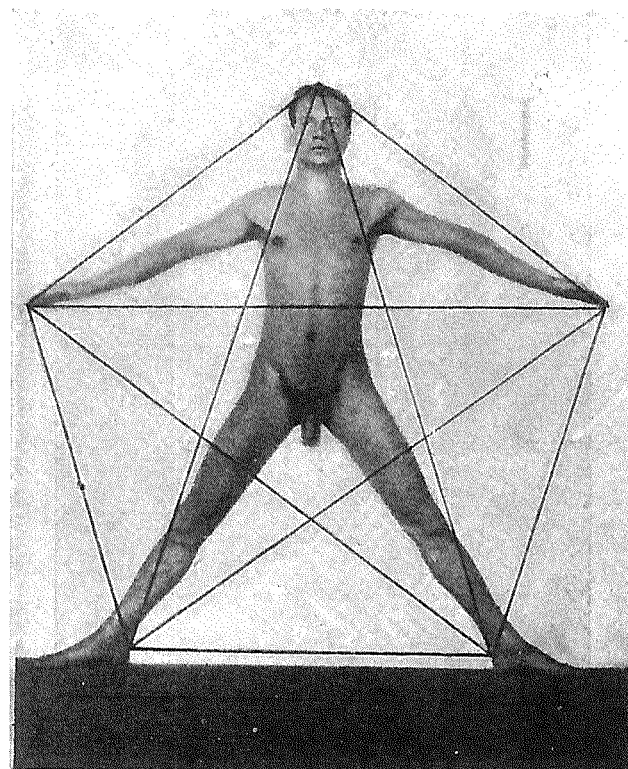
47. Рентгеновский снимок раковины



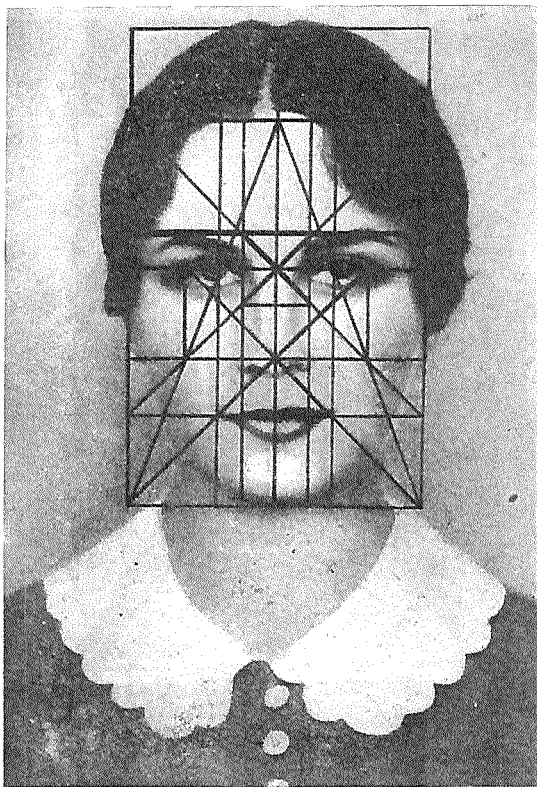
48. Цветок в виде пятиконечной звезды



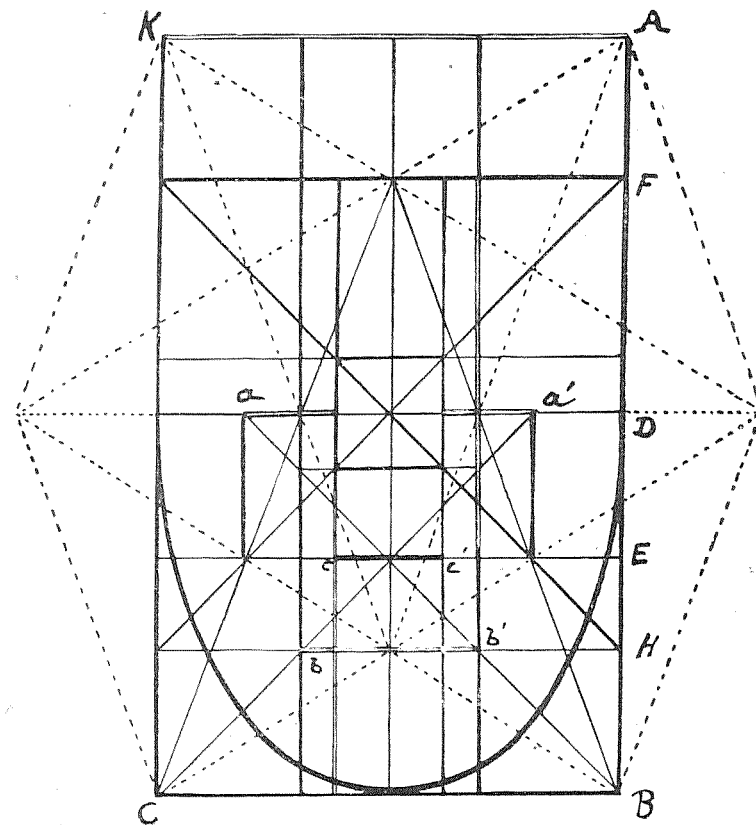
49. Пропорции человеческого тела (по Агриппе Неттесгеймскому)



50. Человеческое тело, вписанное в правильный пятиугольник



51. Анализ пропорций человеческого лица
(по Гика)

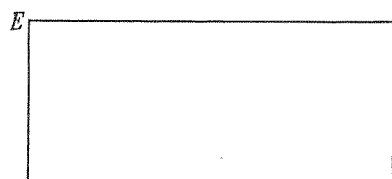
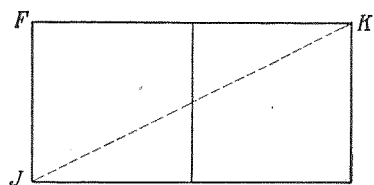
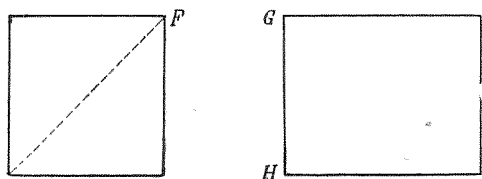


$$\frac{AB}{BC} = \frac{AD}{FD} = \frac{DB}{EB} = \phi = \frac{\sqrt{5}+1}{2}$$

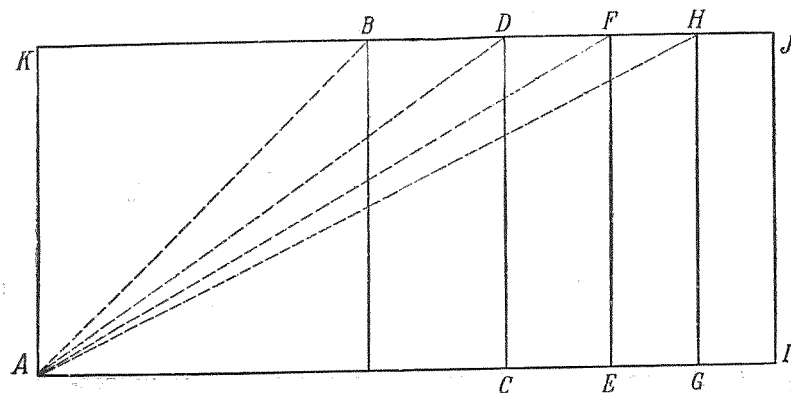
$$\frac{FD}{DE} = \frac{DH}{DE} = \frac{EB}{HB} = \phi$$

$$\frac{CB}{a a'} = \frac{a a'}{b b'} = \frac{b b'}{c c'} = \phi$$

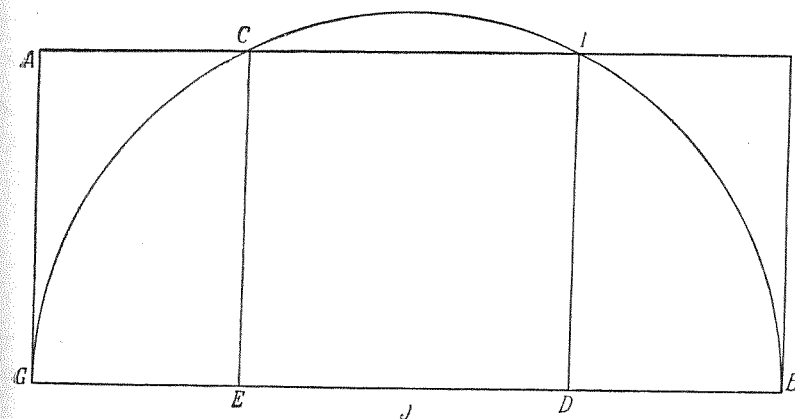
52. Анализ пропорций человеческого лица (схема пропорций лица, изображенного на рис. 51) (по Гика)



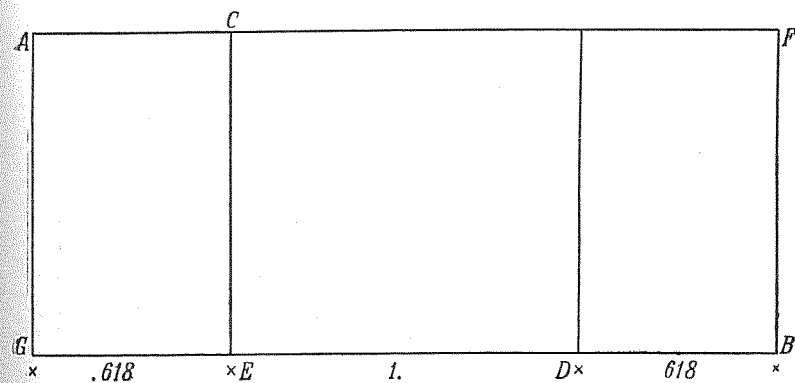
53. Статические и динамические прямоугольники (по Хэмбиджу)



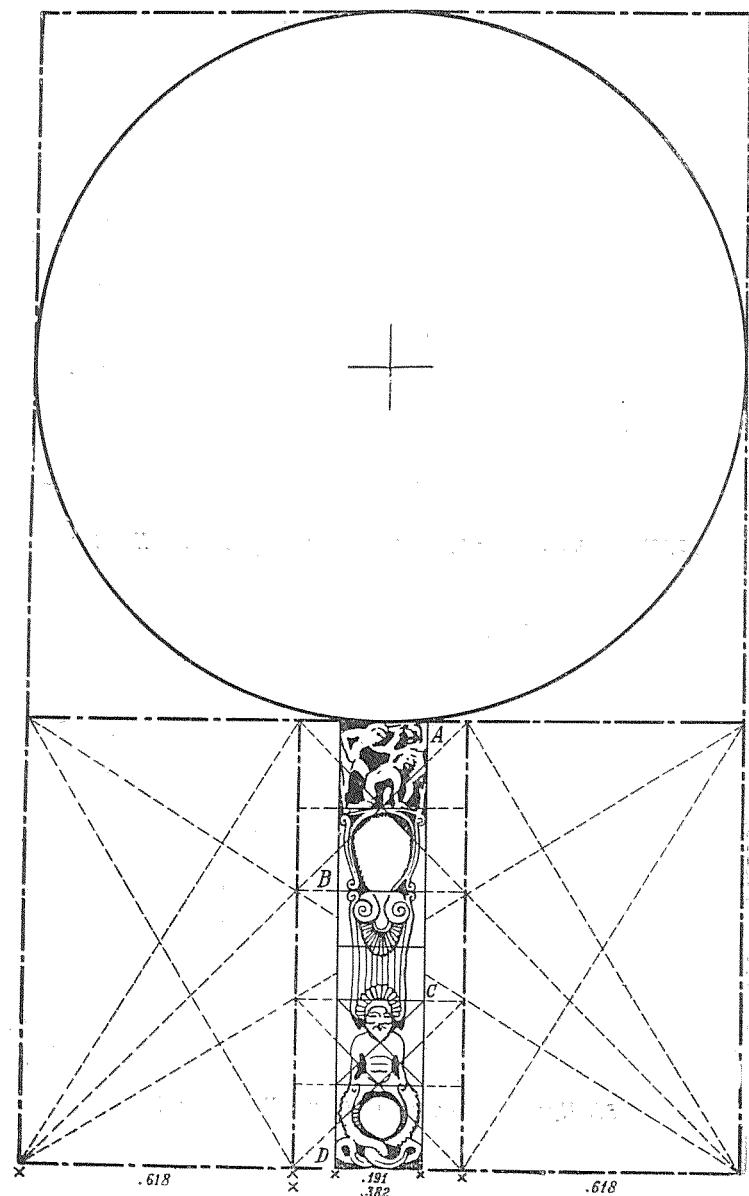
54. Система прямоугольников от квадрата до прямоугольника $\sqrt{5}$ (по Хэмбиджу)



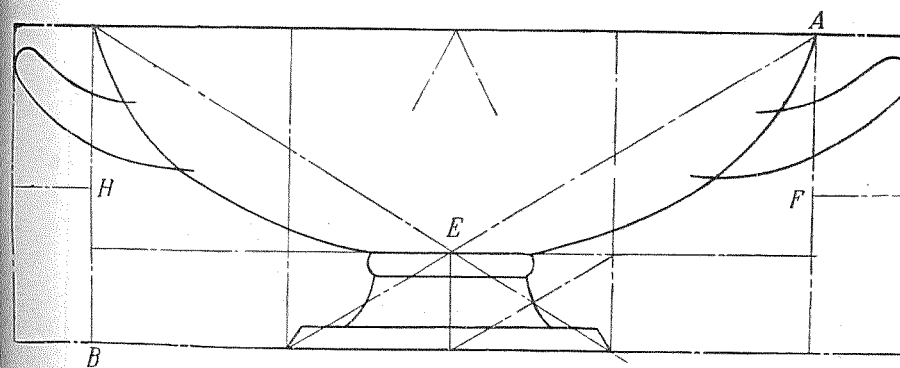
55. Внутреннее членение прямоугольника $\sqrt{5}$ (по Хэмбиджу)



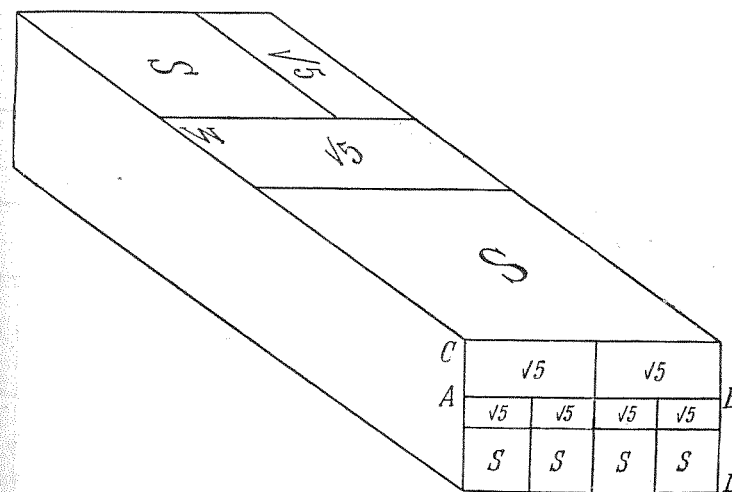
56. Прямоугольник $\sqrt{5}$ (по Хэмбиджу)



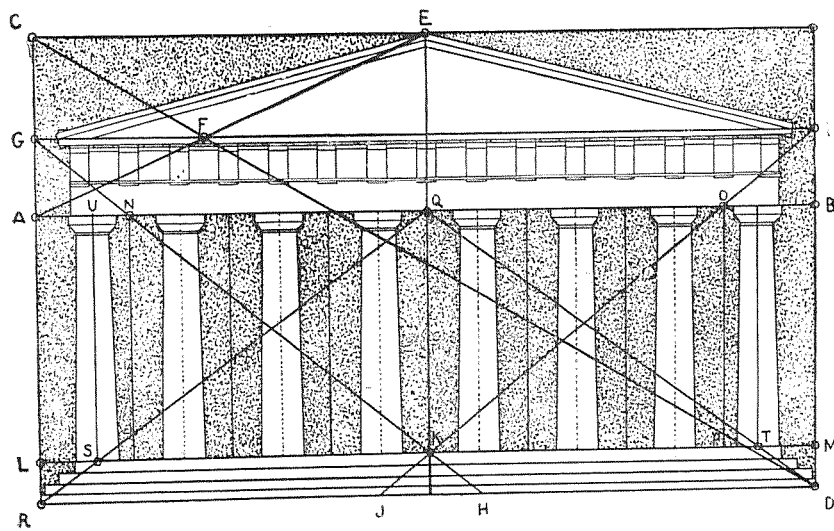
57. Пропорции античной кастрюли (по Хэмбиджу)



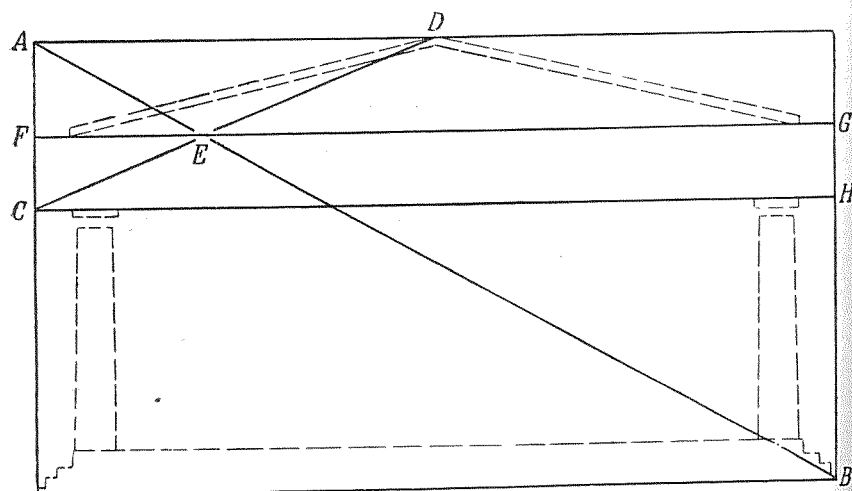
58. Пропорции античной вазы (по Хэмбиджу)



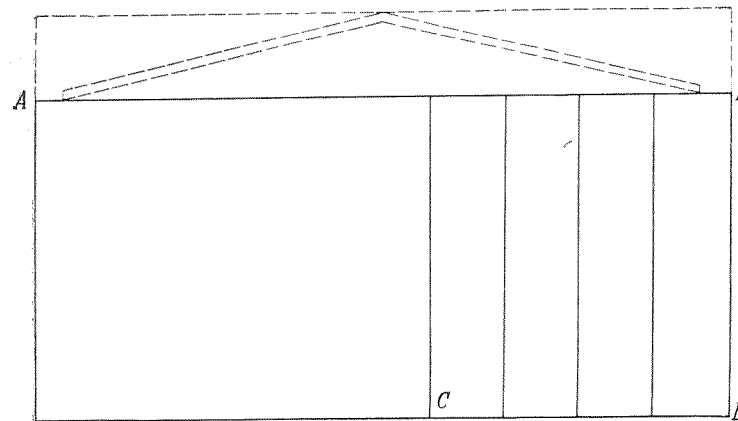
59. Парфенон (по Хэмбиджу)



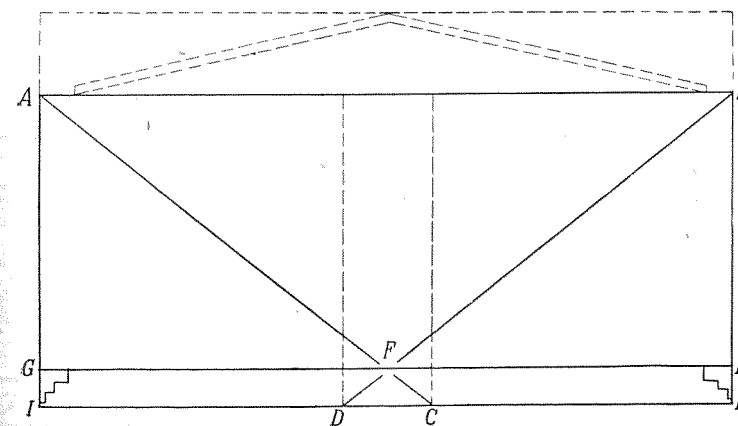
60. Парфенон (по Хэмбиджу)



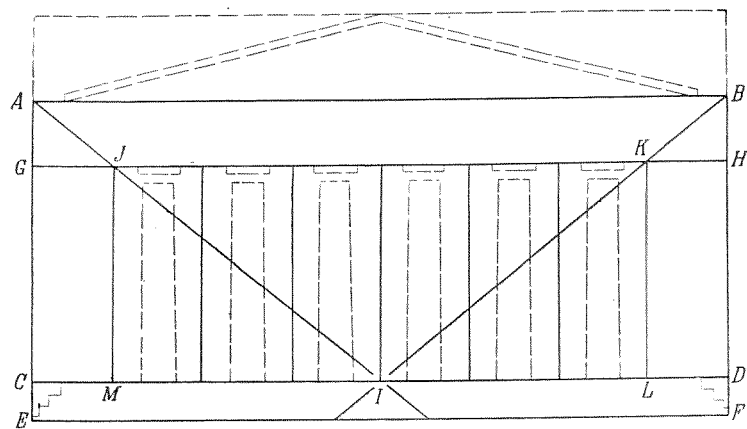
61. Парфенон (по Хэмбиджу)



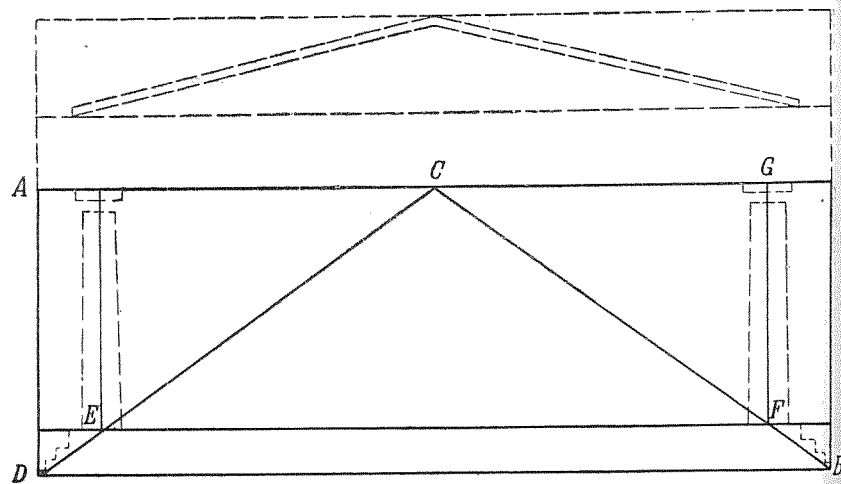
62. Парфенон (по Хэмбиджу)



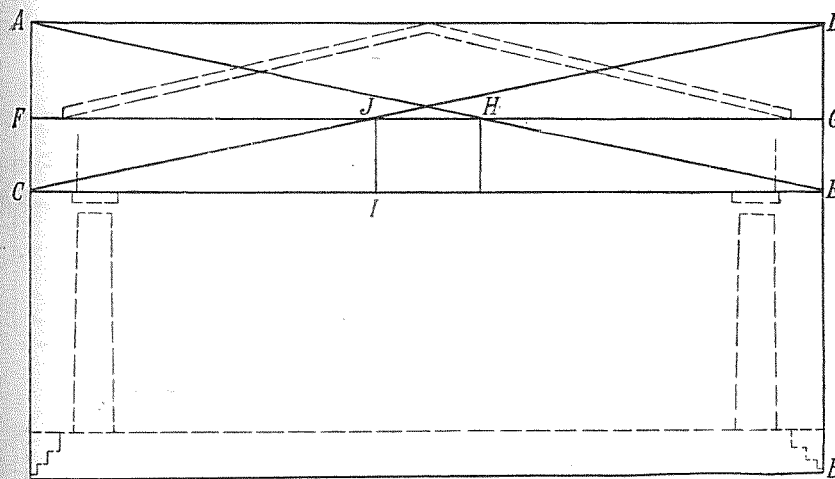
63. Парфенон (по Хэмбиджу)



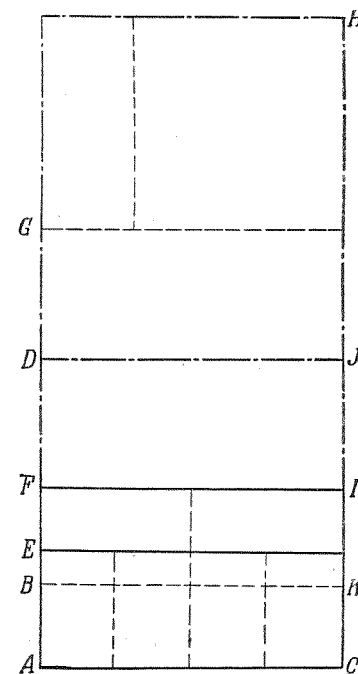
64. Парфенон (по Хэмбиджу)



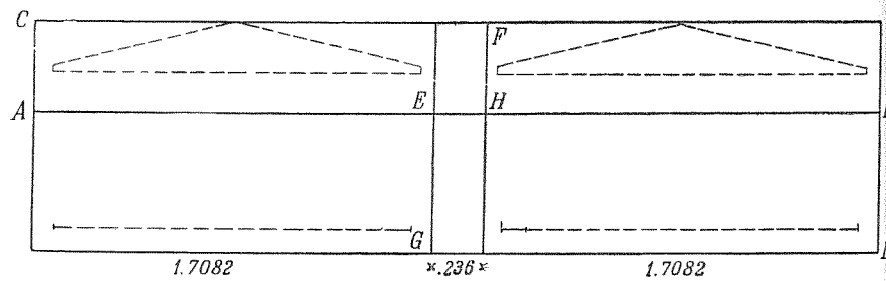
65. Парфенон (по Хэмбиджу)



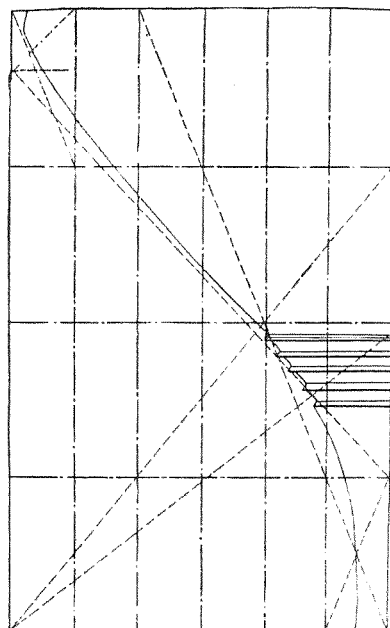
66. Парфенон (по Хэмбиджу)



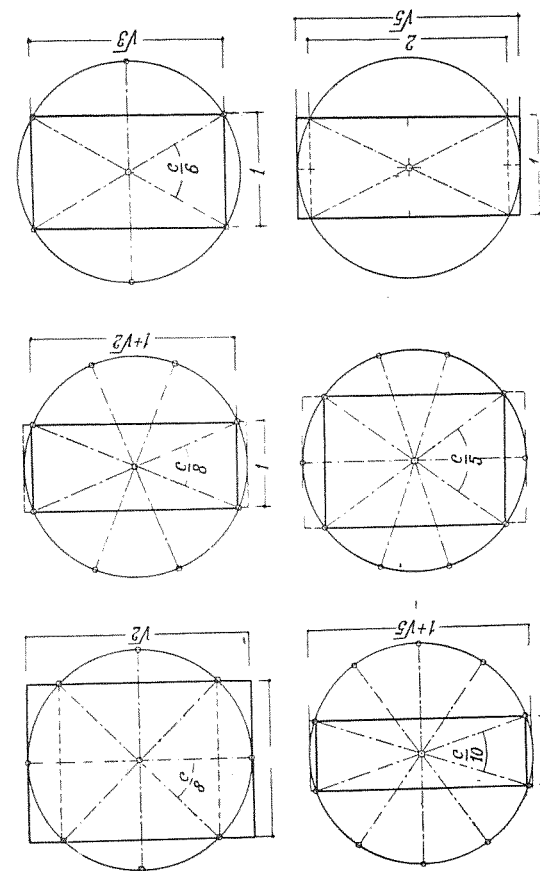
67. Парфенон. Его план и вписанная в него короткая лицевая сторона (по Хэмбиджу)



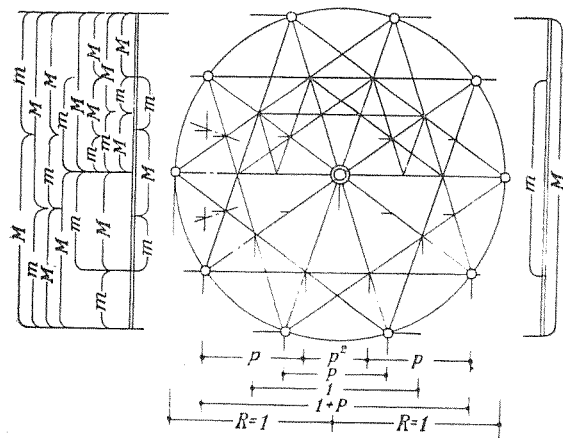
68. Парфенон. Его длинная лицевая сторона (по Хэмбиджу)



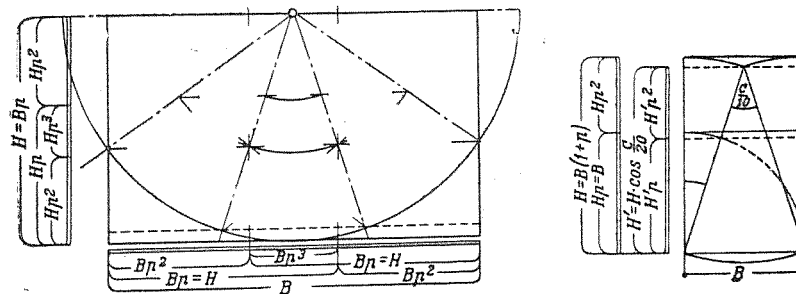
69. Парфенон. Капитель (по Хэмбиджу)



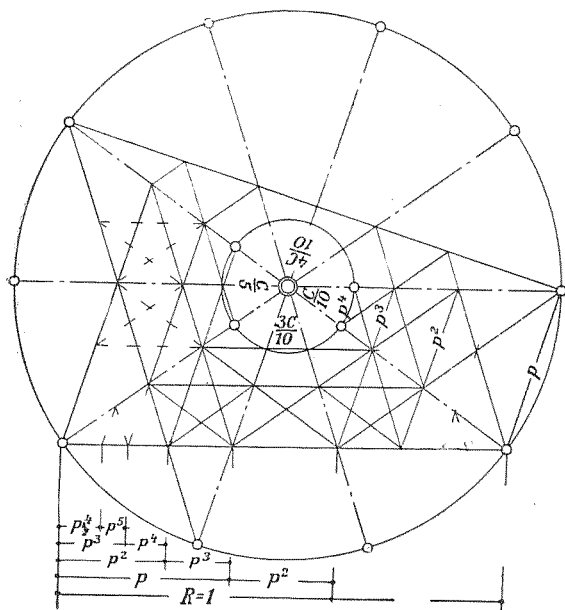
70. Система различных членений окружности (по Месселю)



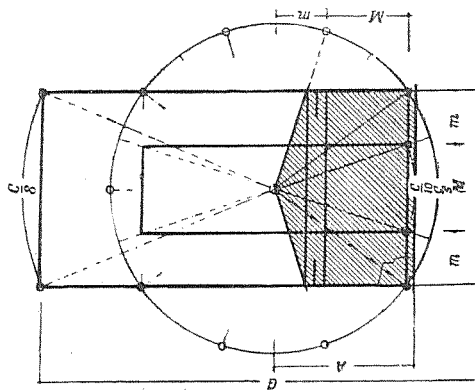
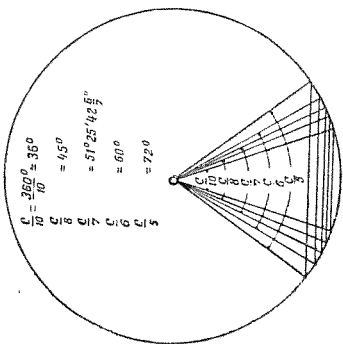
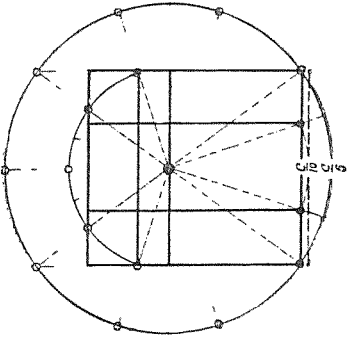
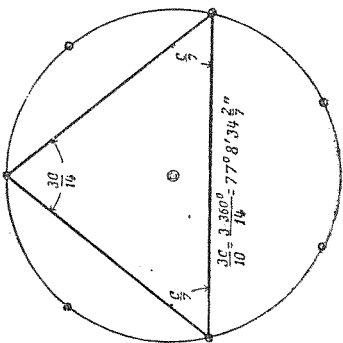
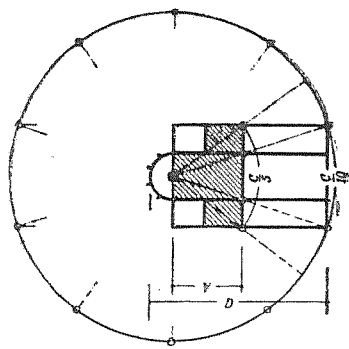
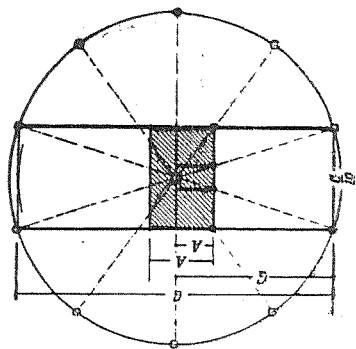
71. Пропорциональные отношения, вытекающие из членения окружности при помощи правильного десятиугольника (по Месселю)



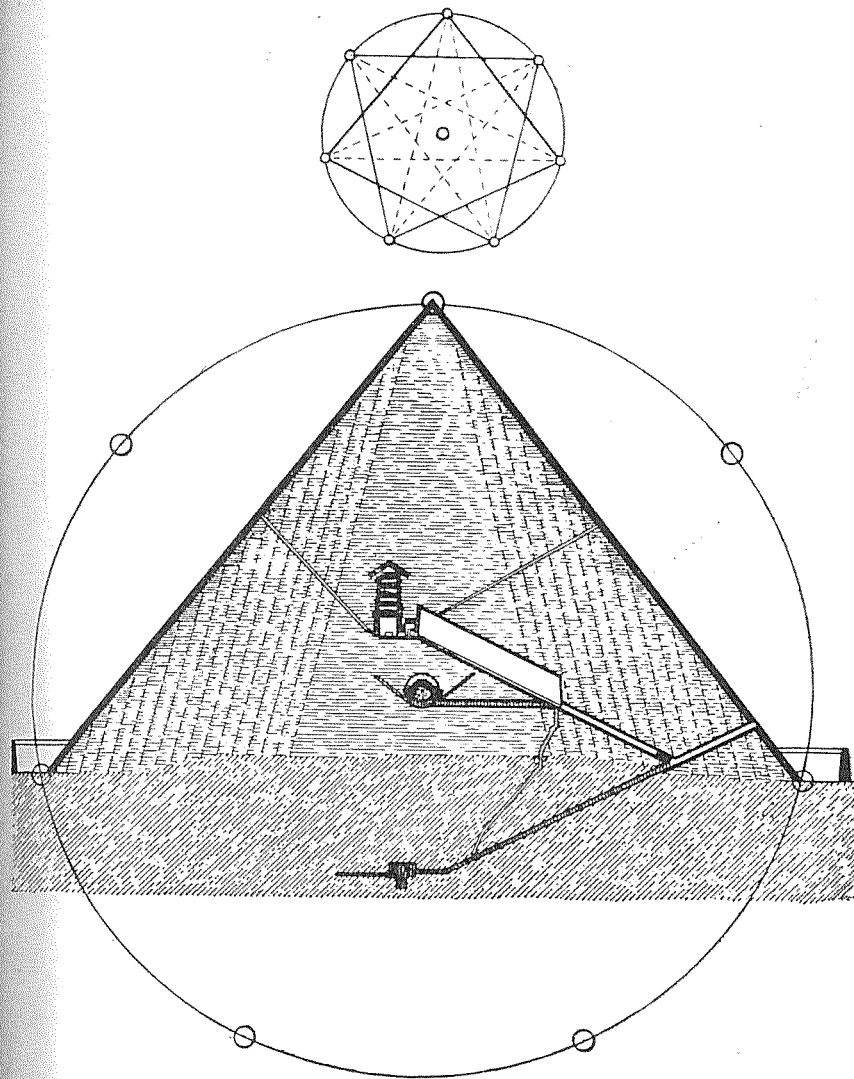
72. Внутренние членения прямоугольника золотого сечения (по Месселю)



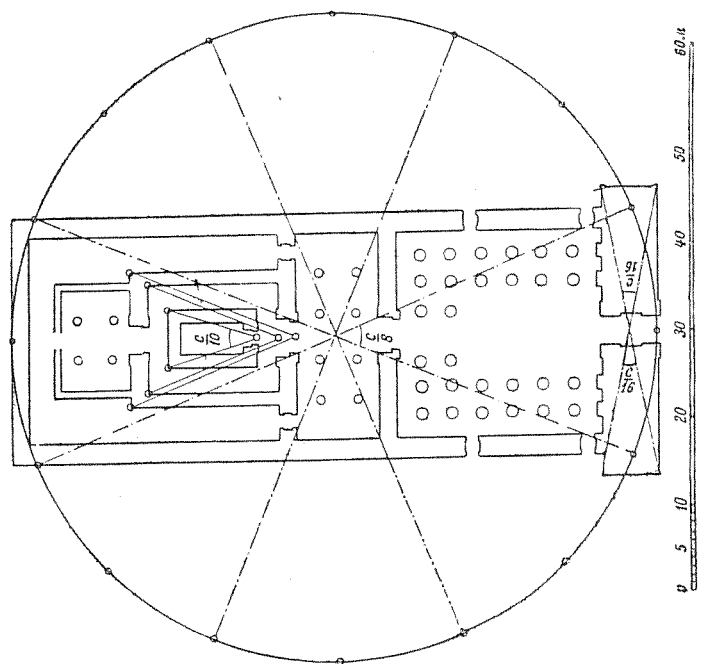
73. Приближенные значения, заменяющие собой в практическом употреблении отношения, вытекающие из членения окружности на восемь частей (по Месселю)



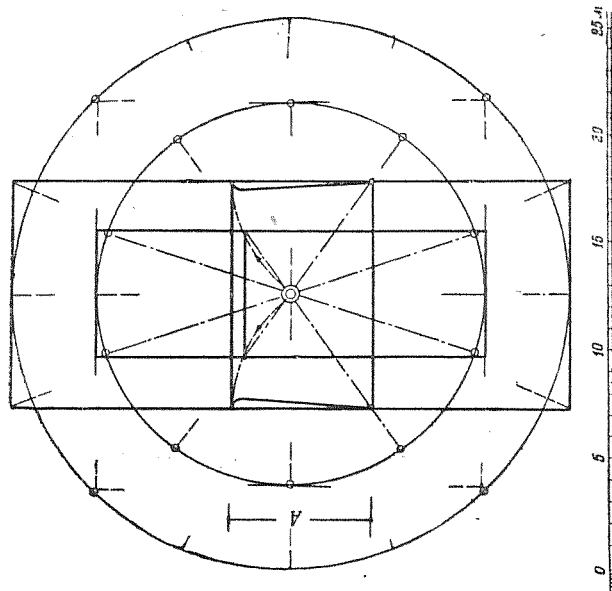
74. Различные системы пропорций (по Месселю)



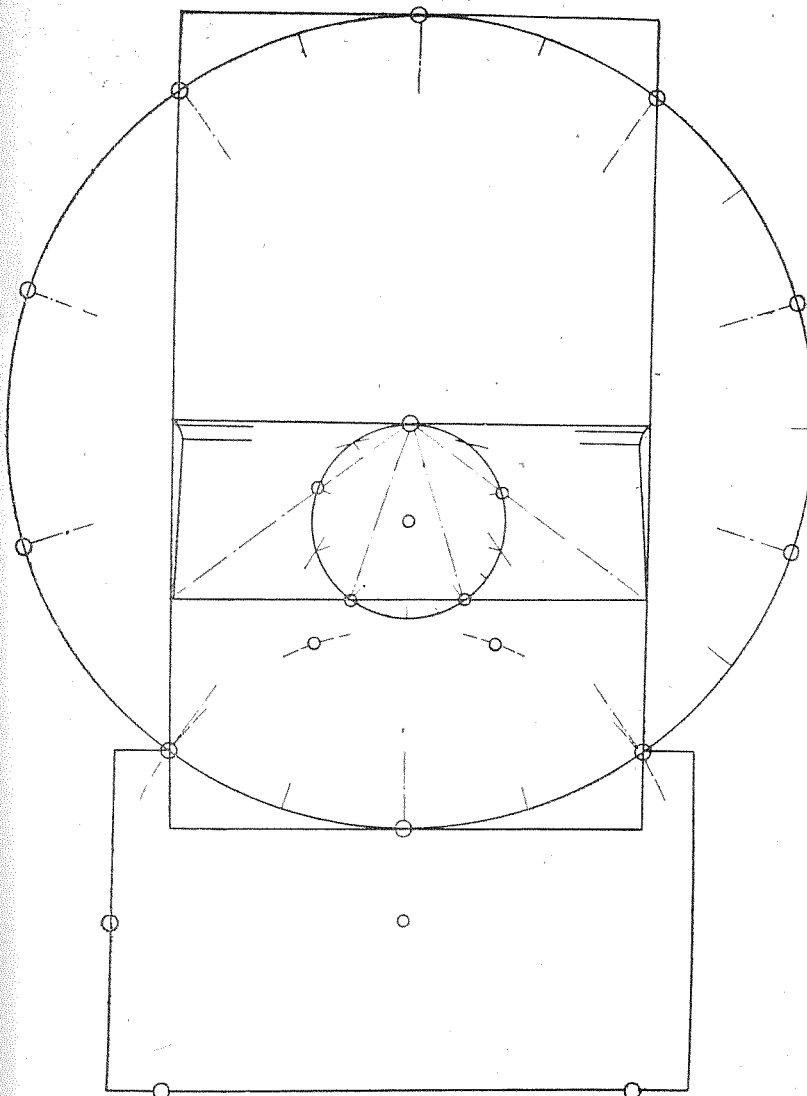
75. Пирамида Хеопса (по Месселю)



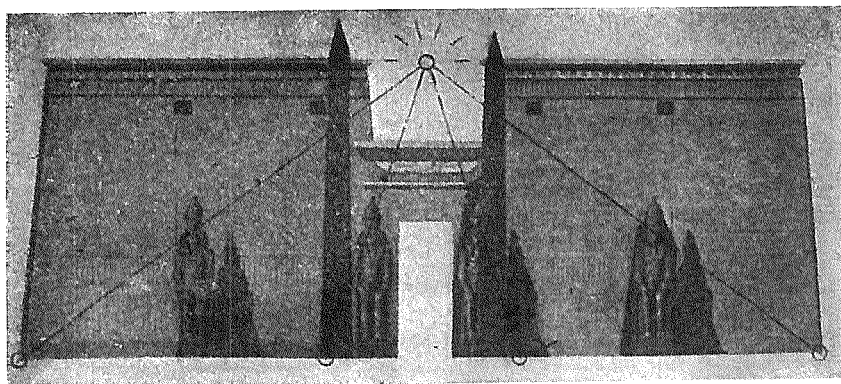
77. Храм Хонсу в Карнаке (по Месселю)



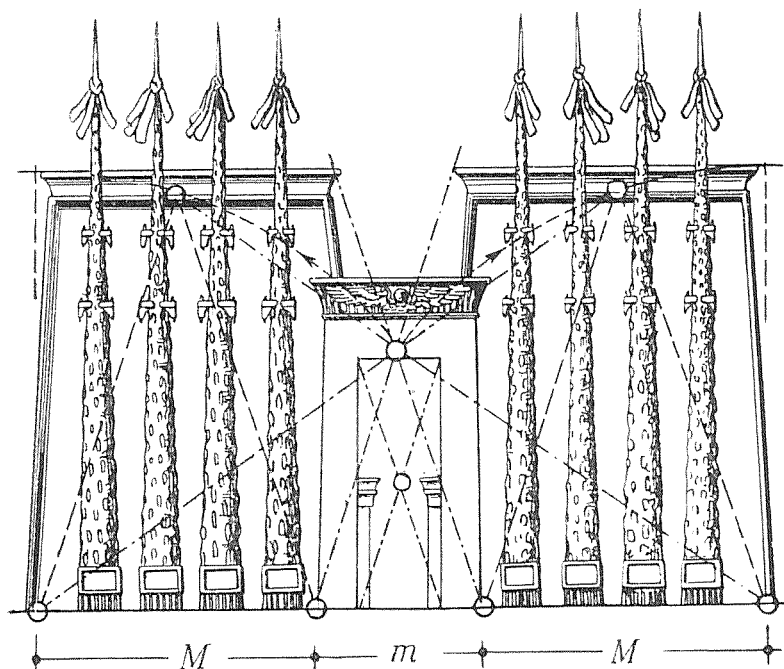
76. Система пропорций египетского храма (по Месселю)



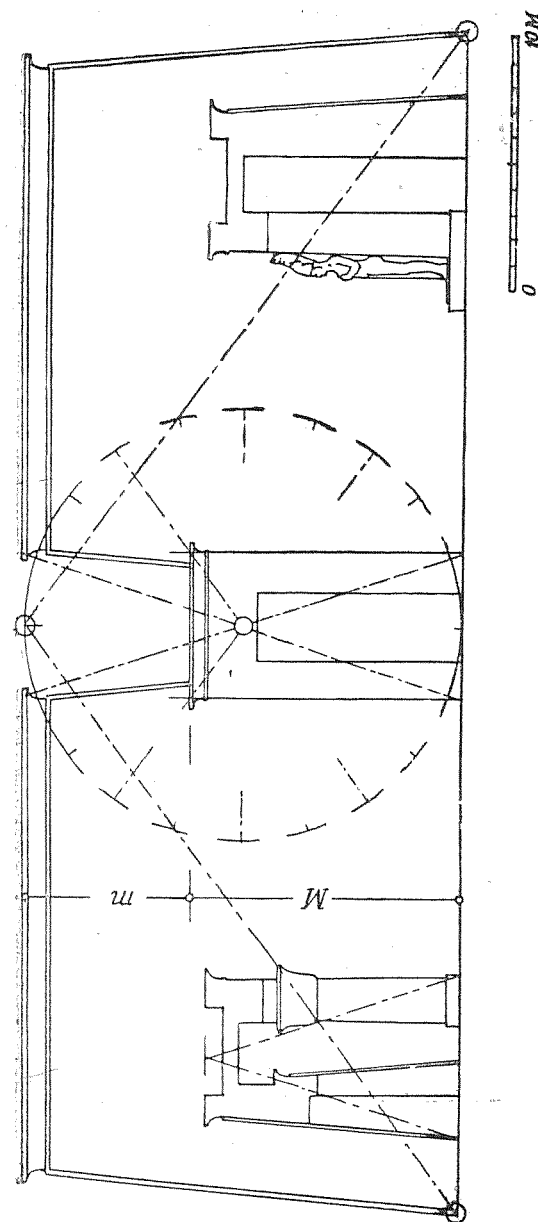
78. Храм Гатор в Дендерах (по Месселю)



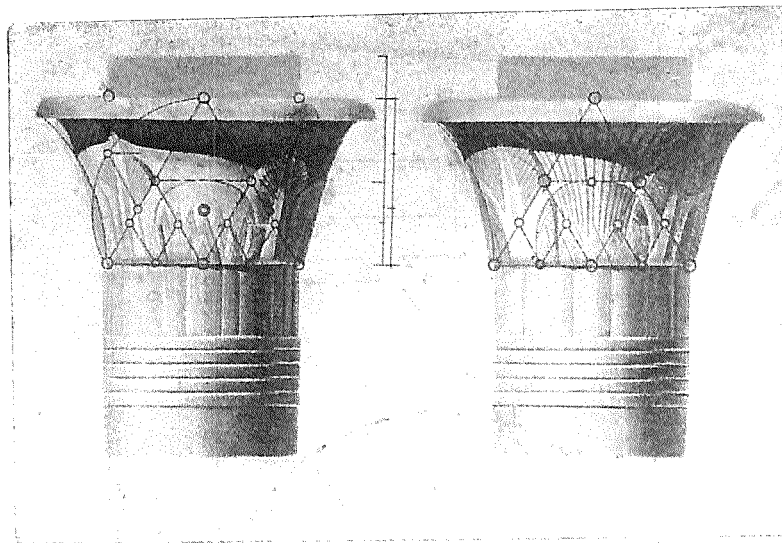
79. Пилоны большого храма в Луксоре (по Месселю)



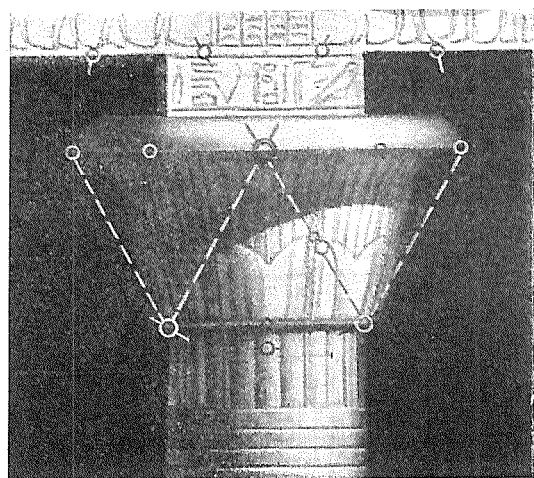
80. Пилоны египетского храма, изображенные на рельефе (по Месселю)



81. Храм в Мединет-Абу (по Месселю)



82. Капители из большого храма в Филэ (по Месселю)



83. Капитель из большого храма в Эдфу (по Месселю)

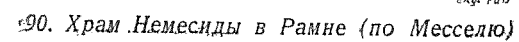
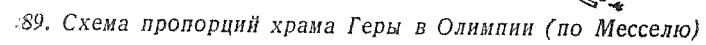
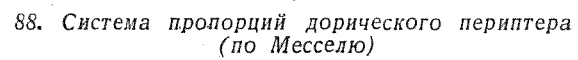


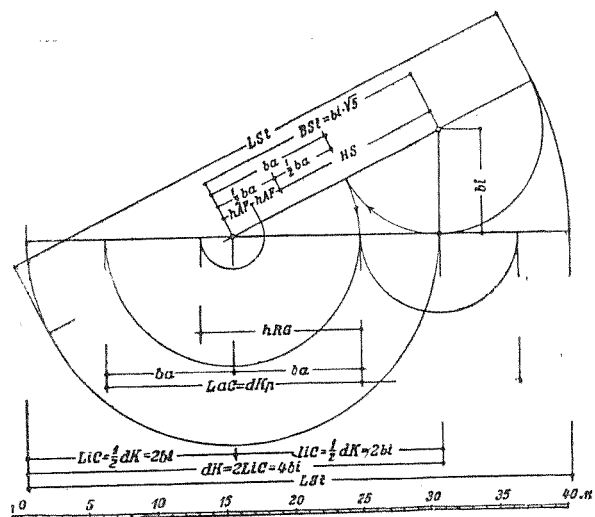
84. Львиные ворота в Микенах (по Месселю)

85. Приемы одновременного построения плана и узкой лицевой стороны греческого храма (по Месселю)

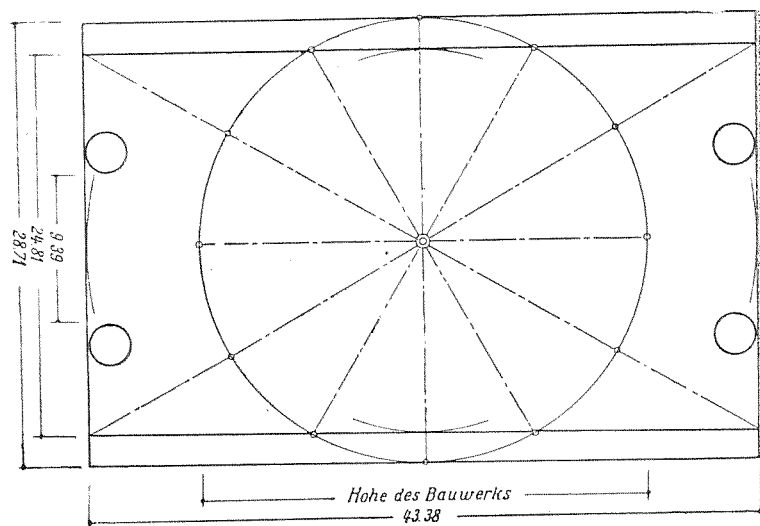
87. Одновременное построение плана и узкой лицевой стороны греческого храма (по Месселю)

86. Одновременное построение плана и узкой
лицевой стороны греческого храма (по Месселю)

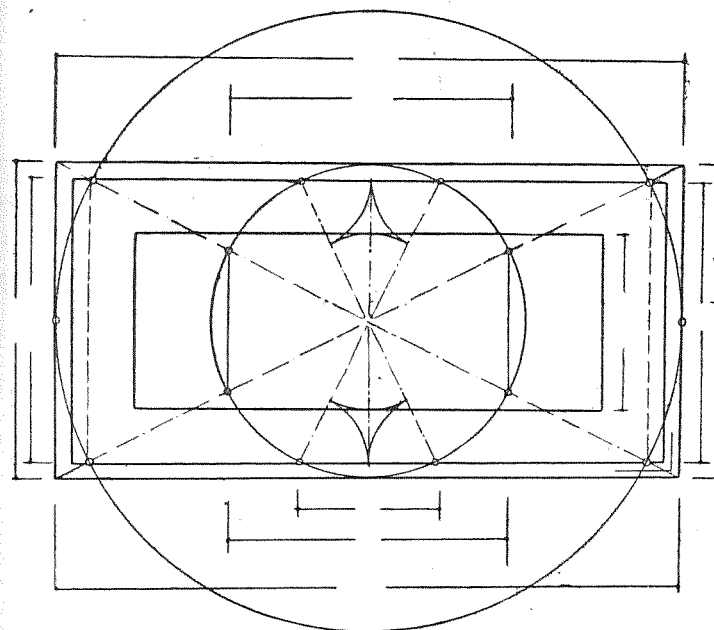




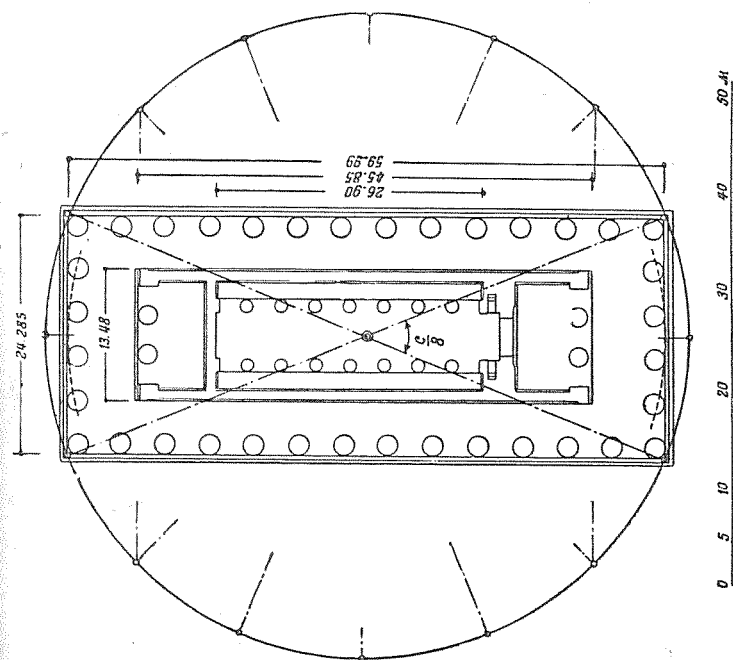
91. Схема пропорций храма Конкордии в Акраганте (по Месселю)



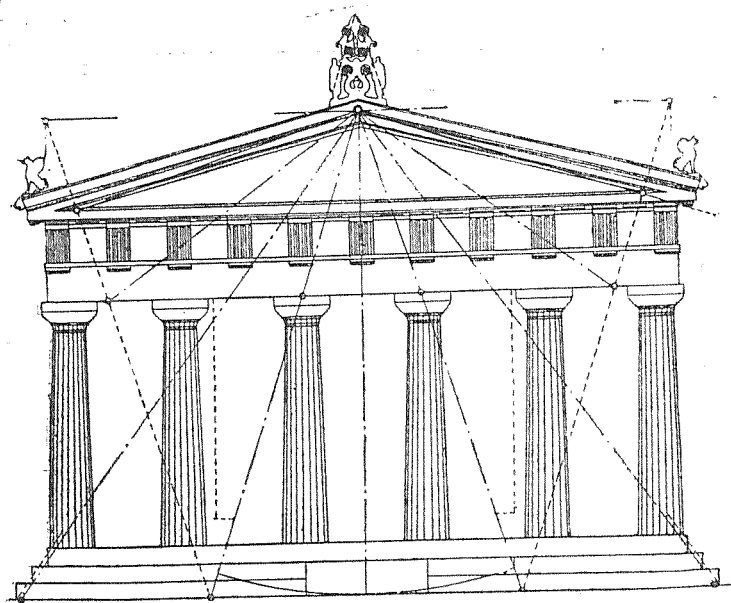
92. Пропилен на мысе Суннион (по Месселю)



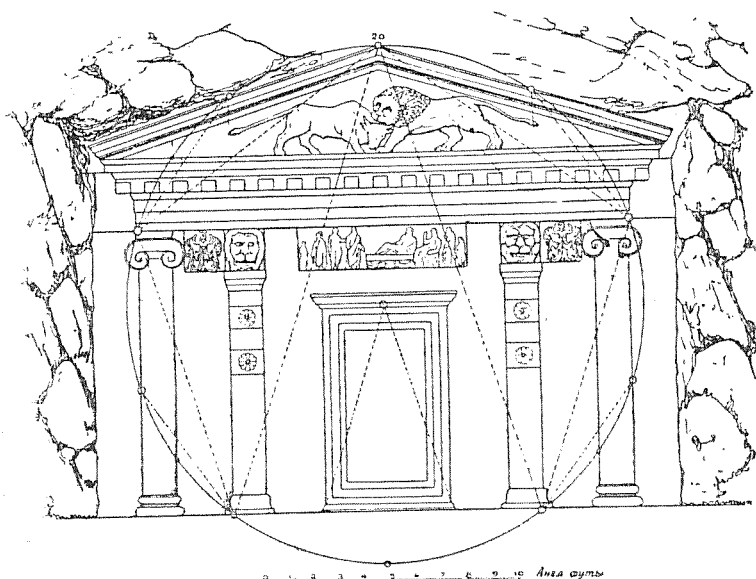
94. Храм Афины на о. Эгине (по Месселю)



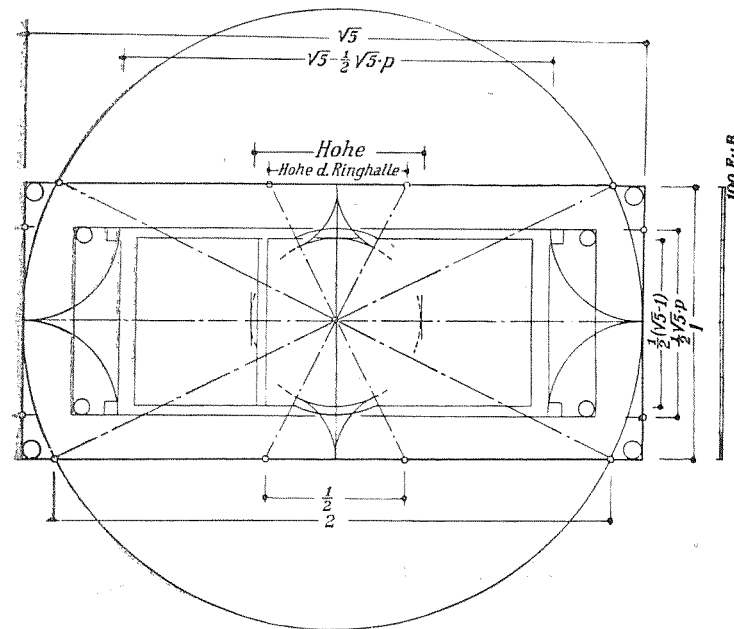
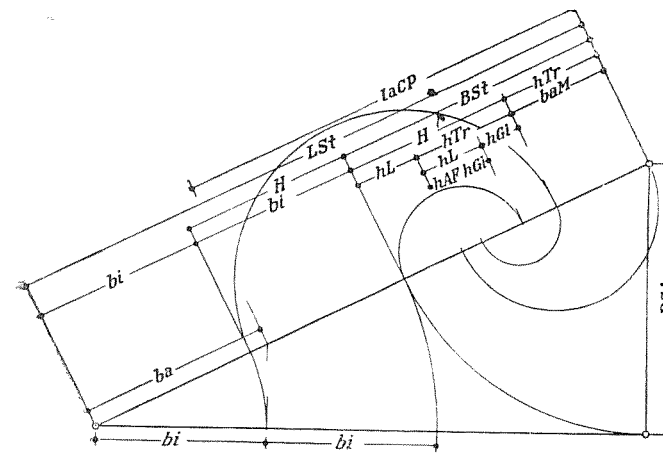
93. Храм Посейдона в Пестуме (по Месселю)



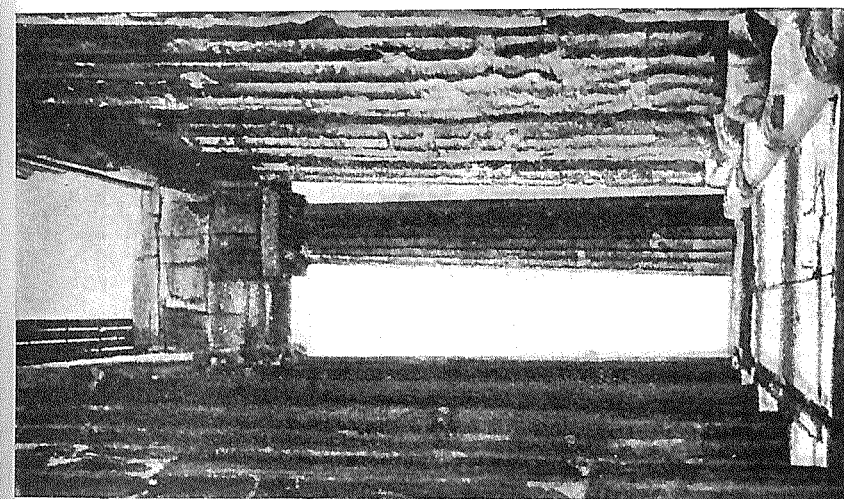
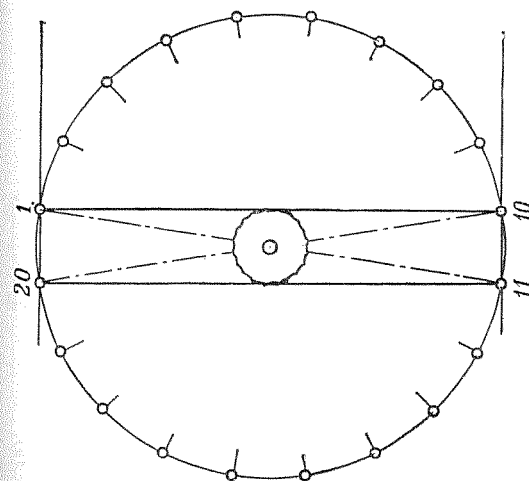
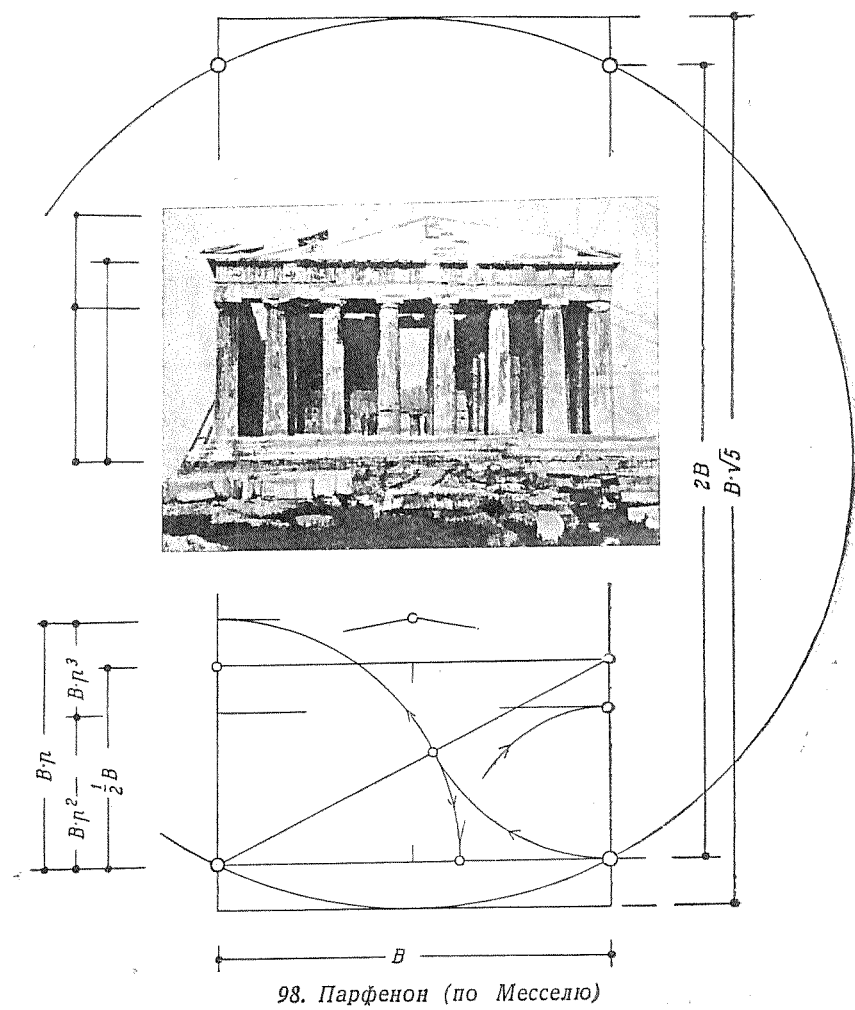
95. Храм Афины на о. Эгине (по Месселю)



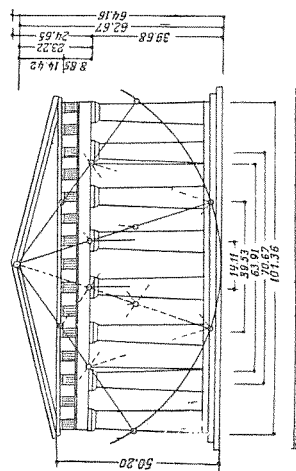
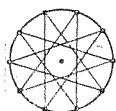
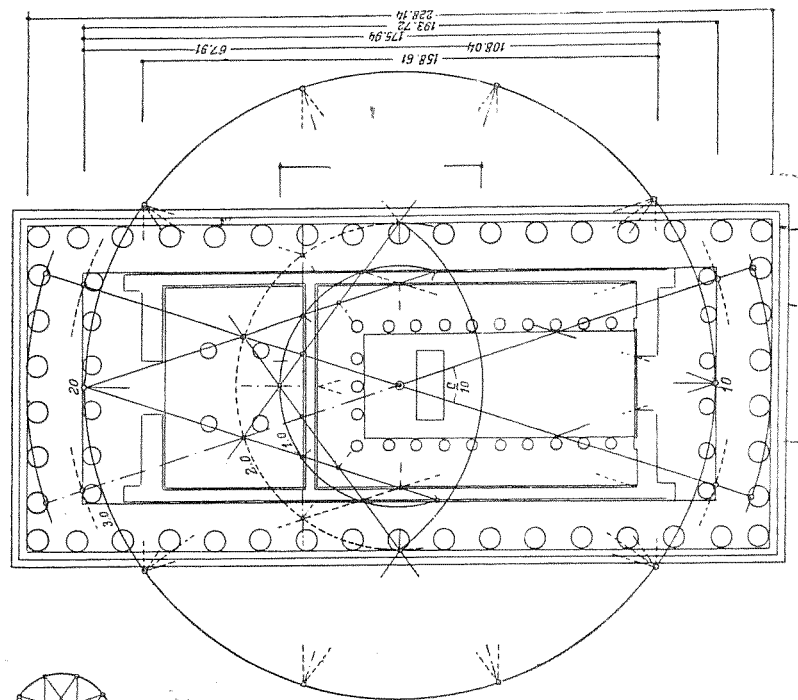
96. Гробница в скалах в Мире в Малой Азии (по Месселю)



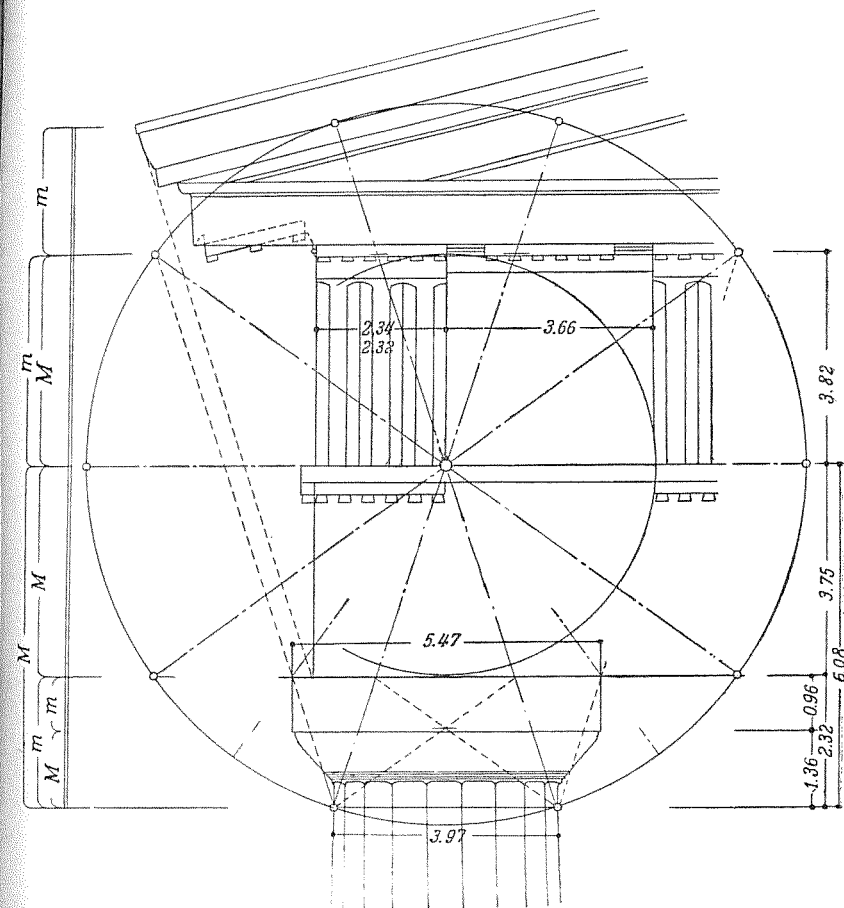
97. Парфенон (по Месселю)



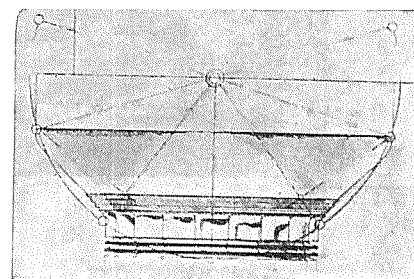
99. Парфенон (по Месселю)



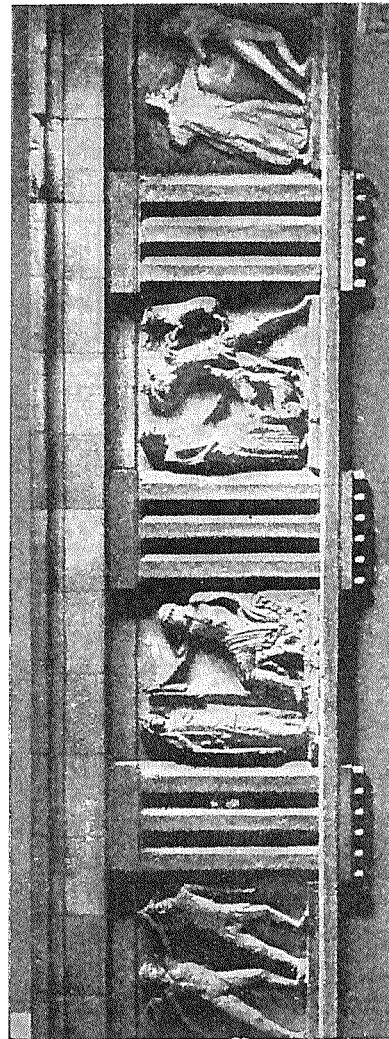
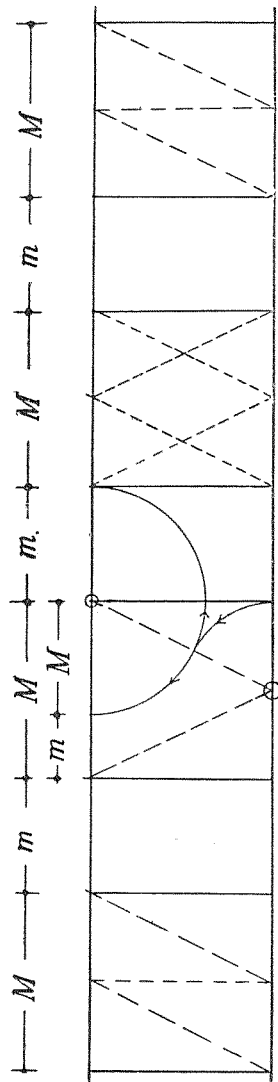
100. Парфенон (по Месселю)



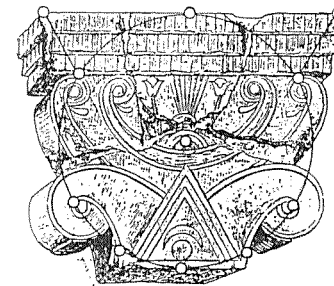
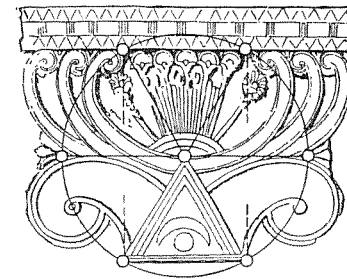
101. Пропилеи Акрополя в Афинах (по Месселю)



102. Капитель храма Афины на о. Эгине (по Месселю).



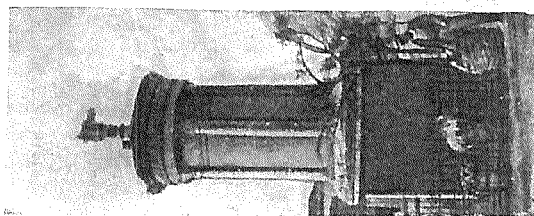
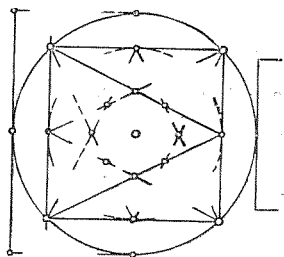
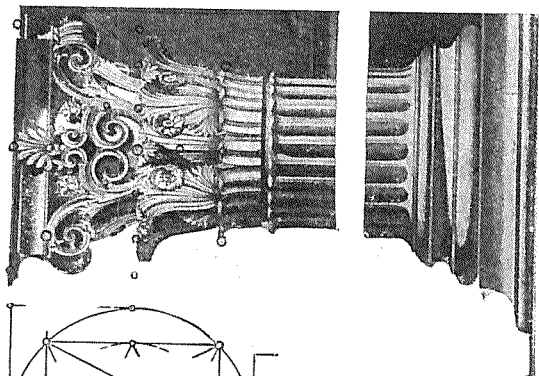
103. Фриз храма в Селлунте (по Месселю)



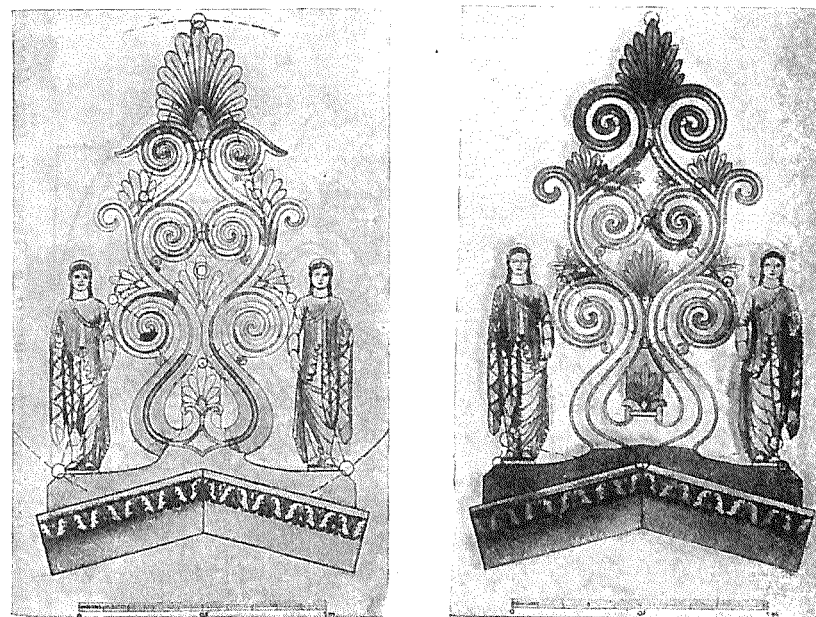
104. Капители стел с о. Кипра в Лувре (по Месселю)



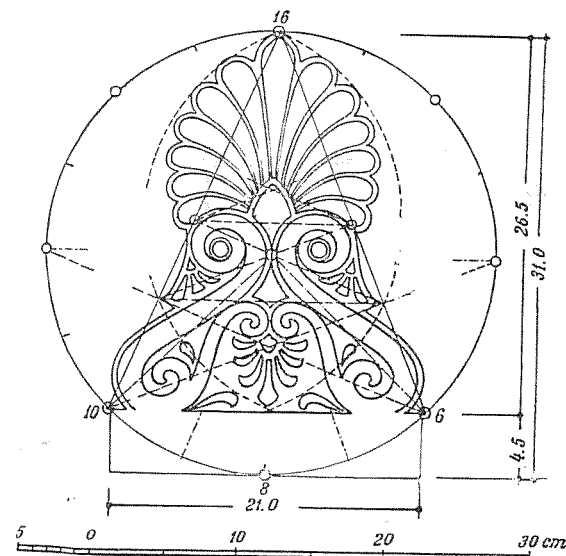
105. Капитель из Эпидавра (по Месселю)



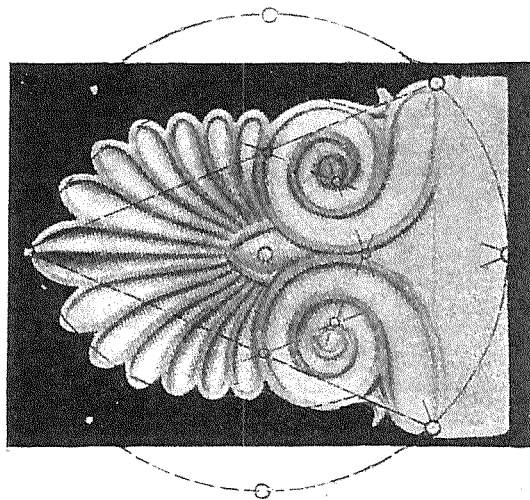
106. Капитель памятника Лисикрата в Афинах (по Месселю)



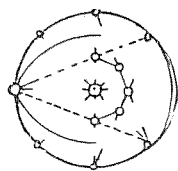
107. Акротерий храма Афины на о. Эгине (по Месселю)



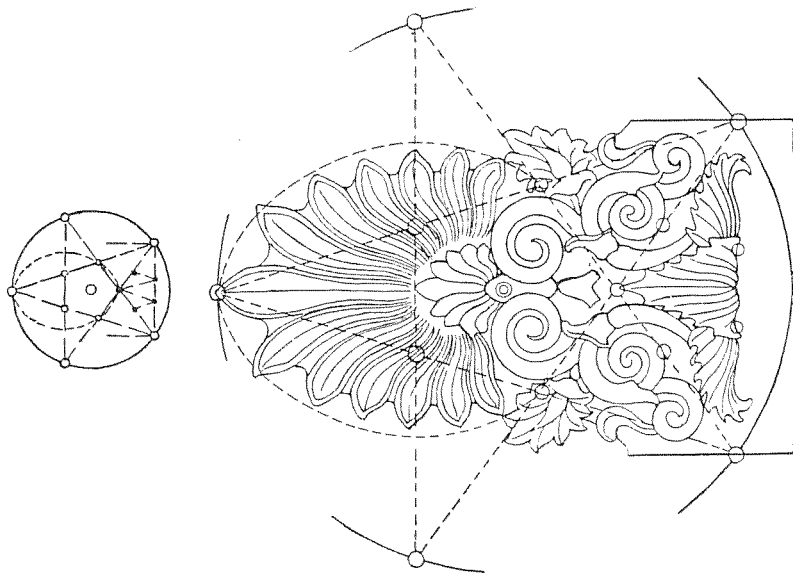
108. Антефикс храма Бескрылой Победы на афинском Акрополе (по Месселю)



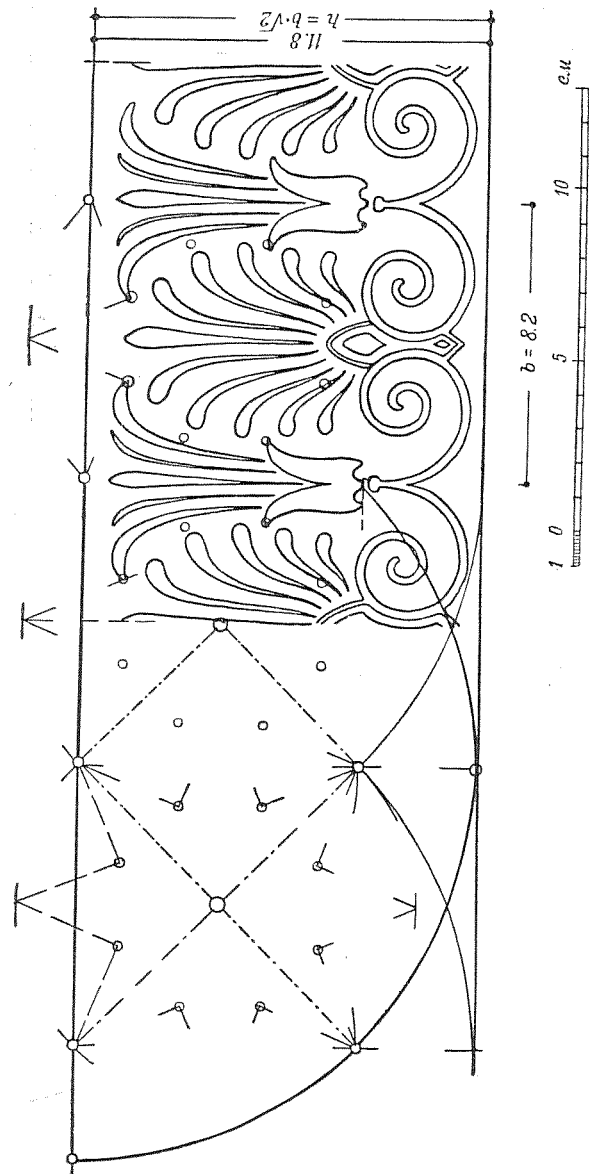
106



109. Антефикс Парфенона (по Месселю)

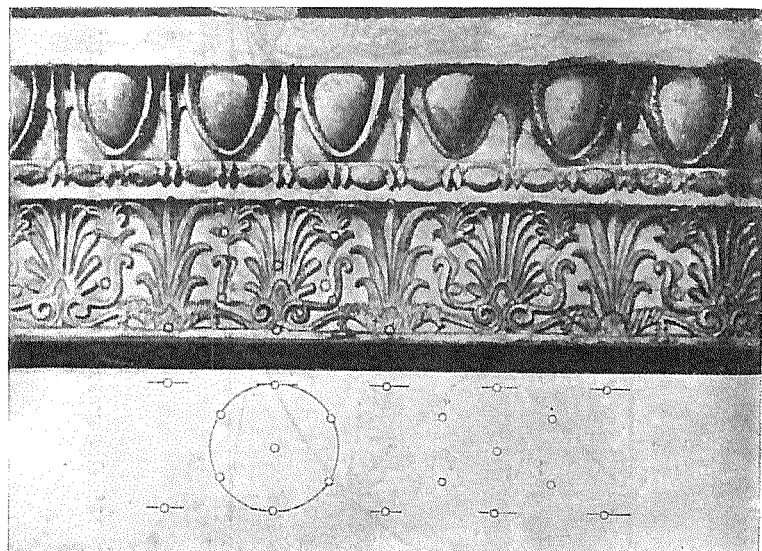
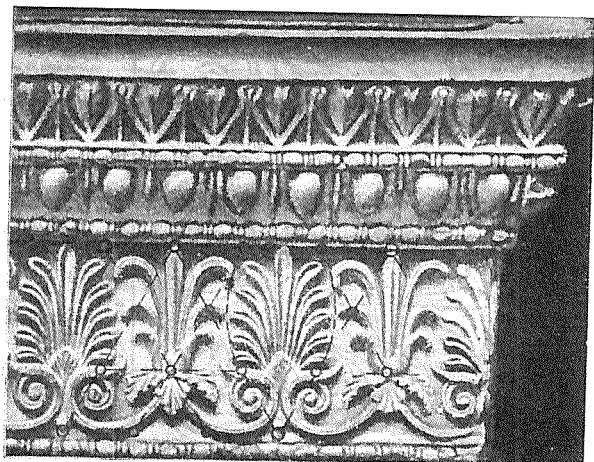


110. Антефикс храма Артемиды в Элевсине (по Месселю)

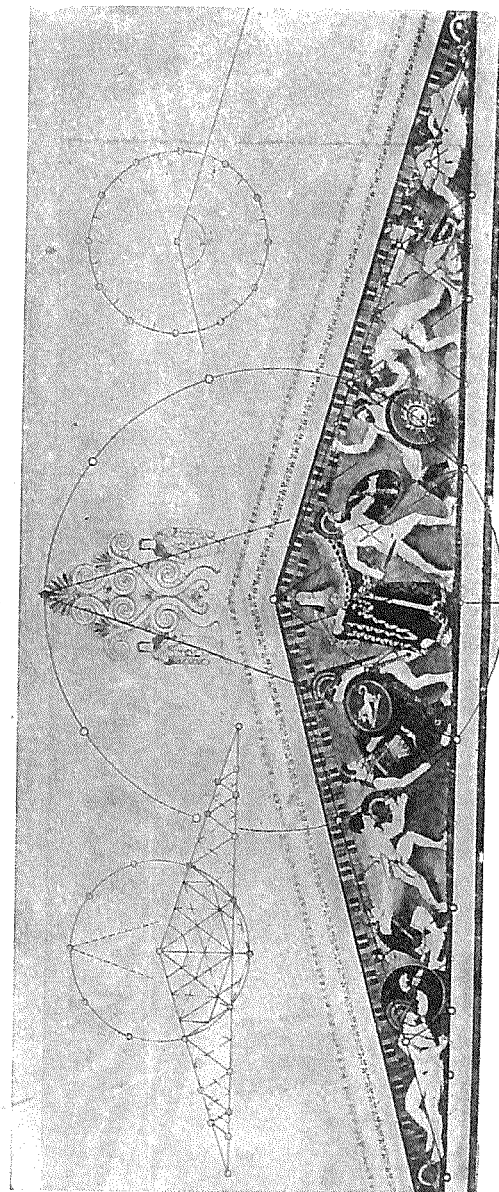


107

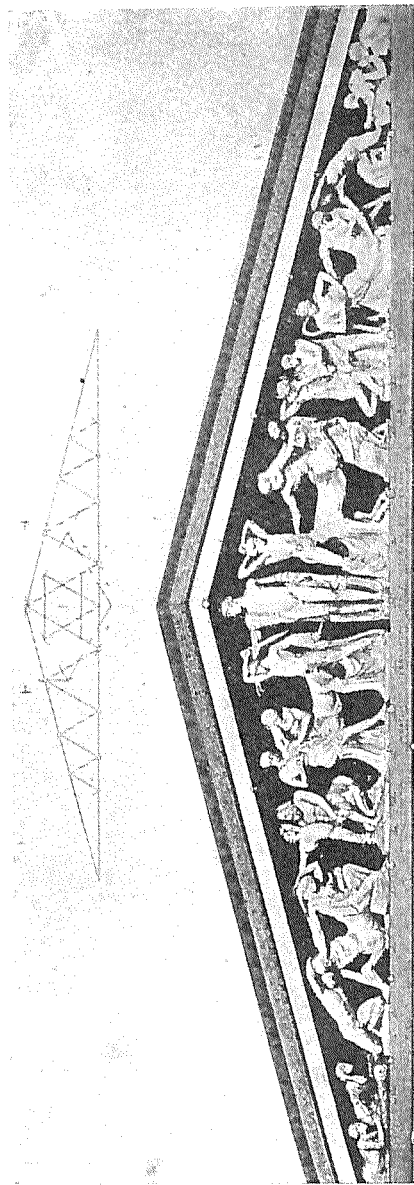
111. Орнамент храма Бескрылой Победы на афинском Акрополе (по Месселю)



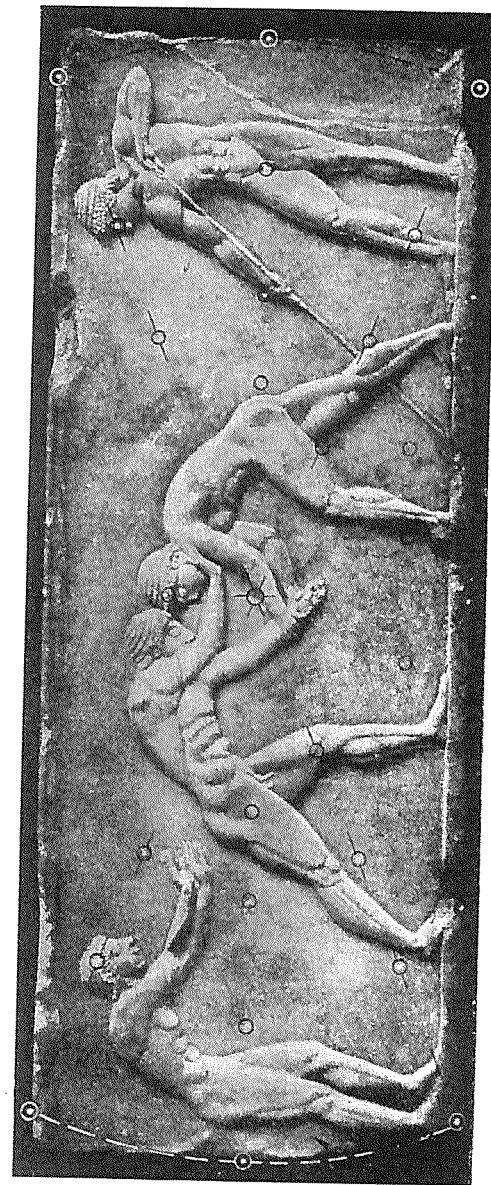
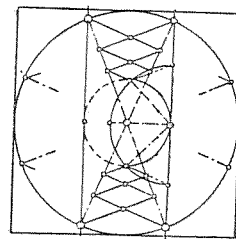
112. Декорация Эрехтейона (верхний рис.) и декорация круглого храма в Эпидавре (нижний рис.) (по Месселю)



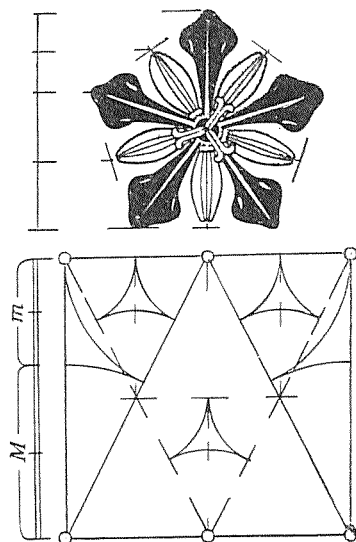
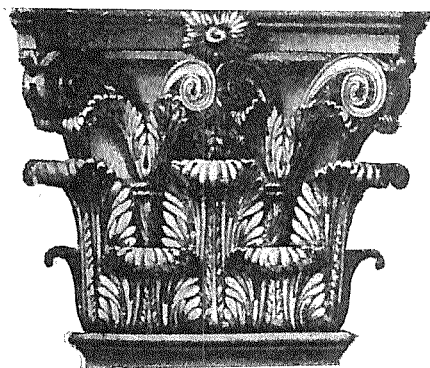
113. Фронтон храма Афины на о. Эгине (по Месселю)



114. Фронтон храма Зевса в Олимпии (по Месселю)



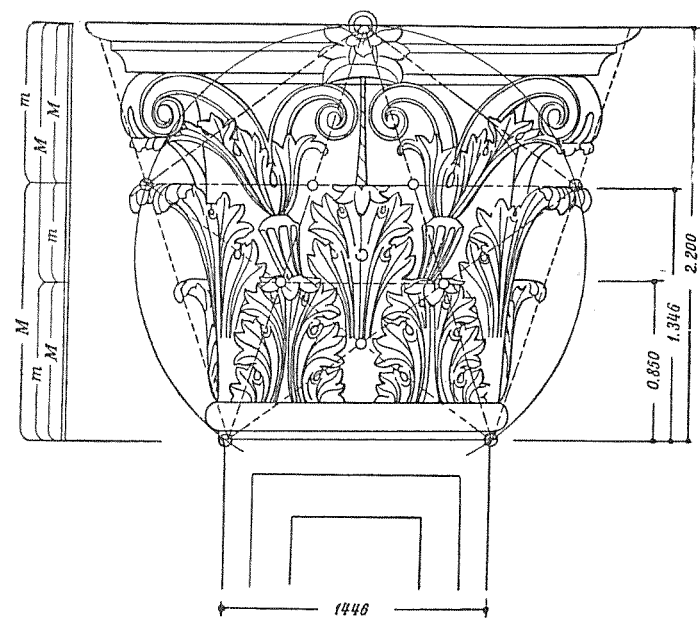
115. Рельеф из Национального музея в Афинах (по Месселю)



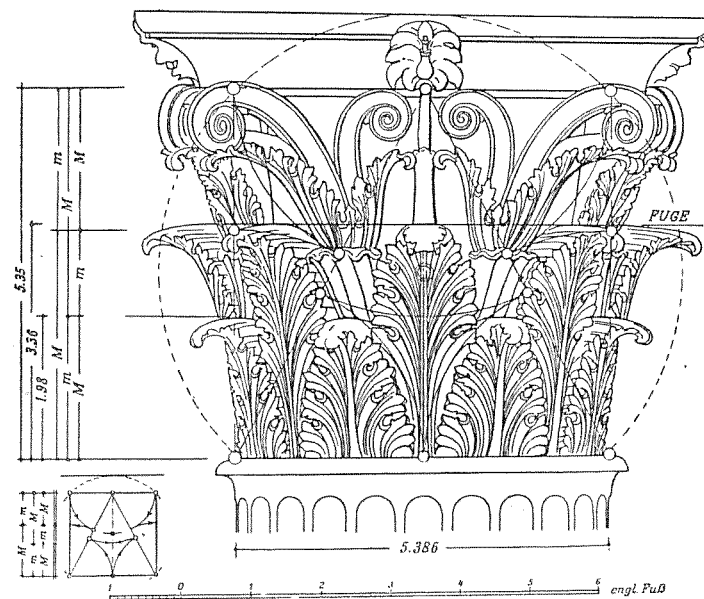
116. Капитель храма Марса Ультора на форуме Августа в Риме (по Месселю)



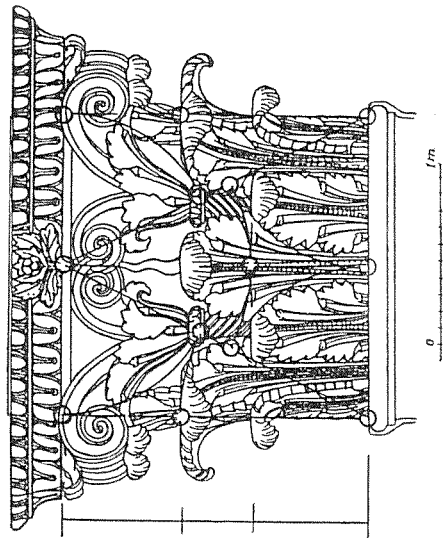
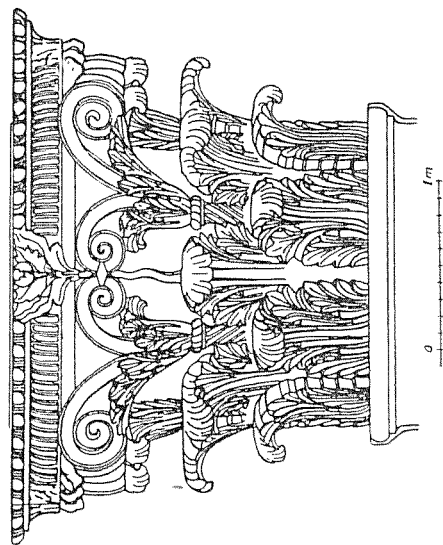
117. Живописное изображение в древнеримском доме около виллы Фарнезины (по Месселю)



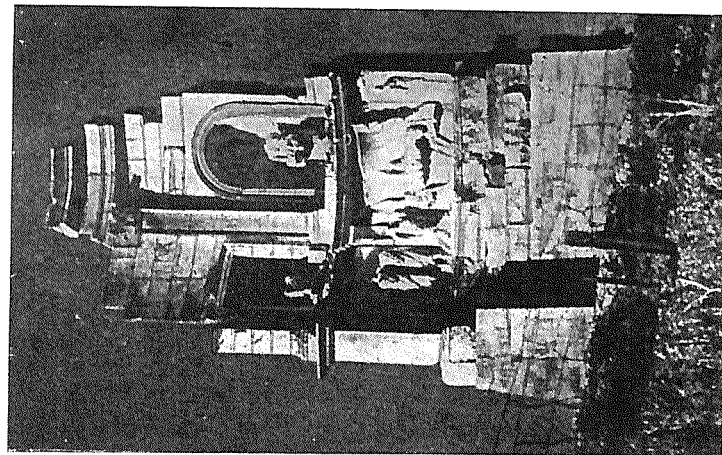
118. Капитель Ворот Адриана в Афинах (по Месселю)



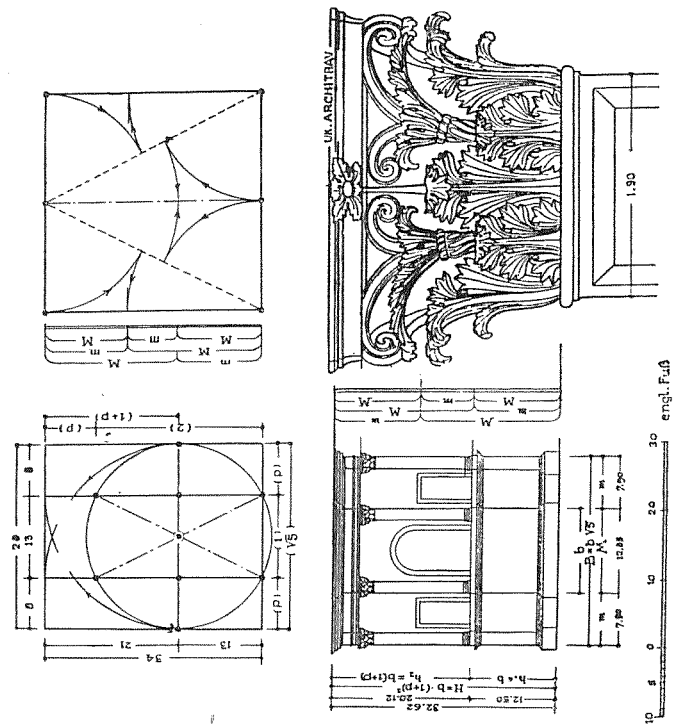
119. Капитель Олимпиейона в Афинах (по Месселю)

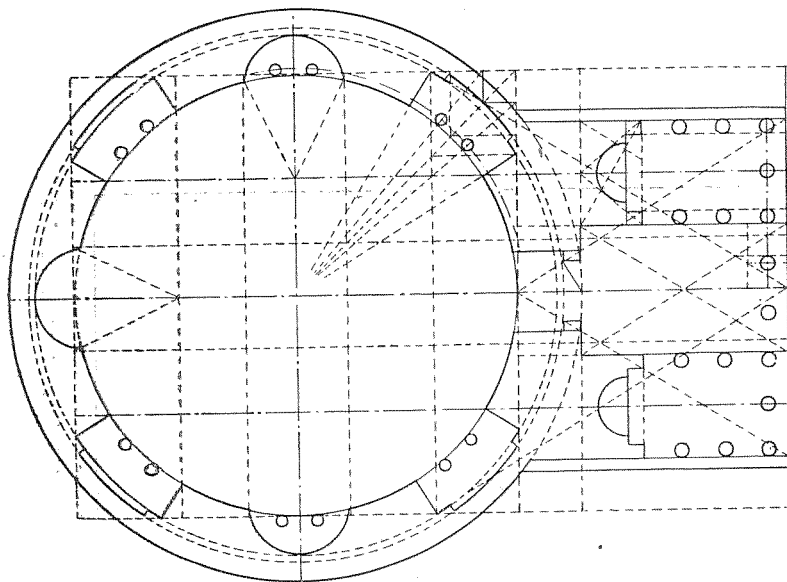


120. Капители храма Юпитера в Баальбеке (по Месселю)

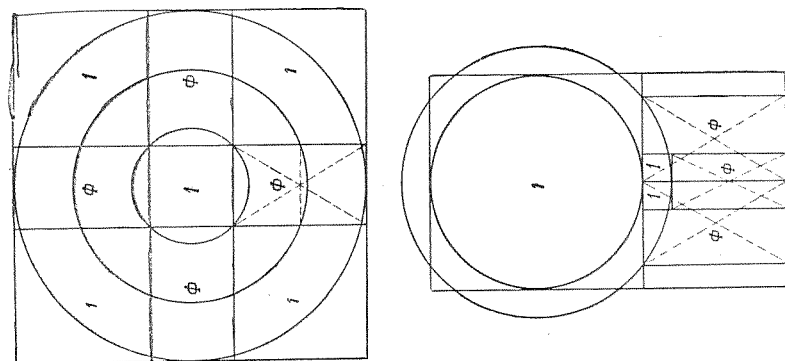


121. Так называемый Памятник Филоппа в Афинах (по Месселю)

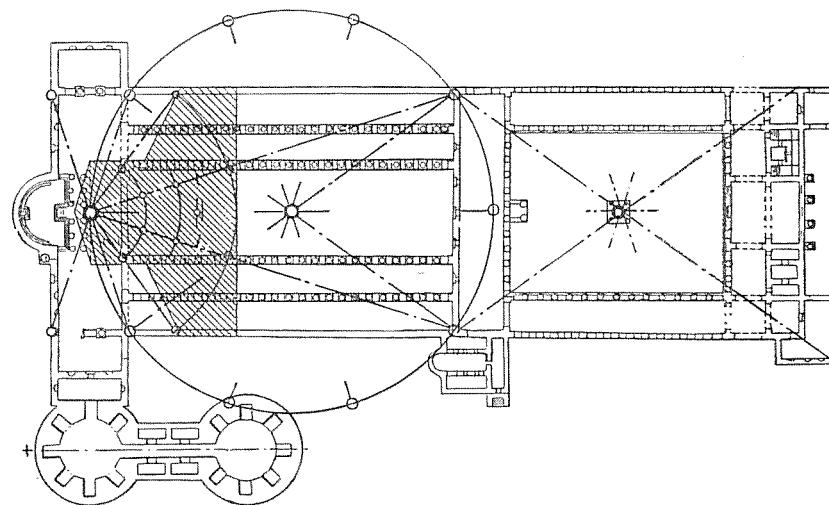




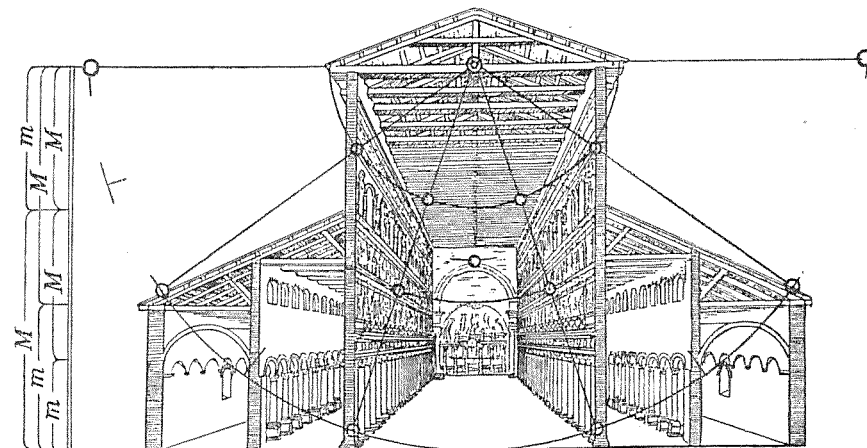
122. Пантеон (по Винеру)

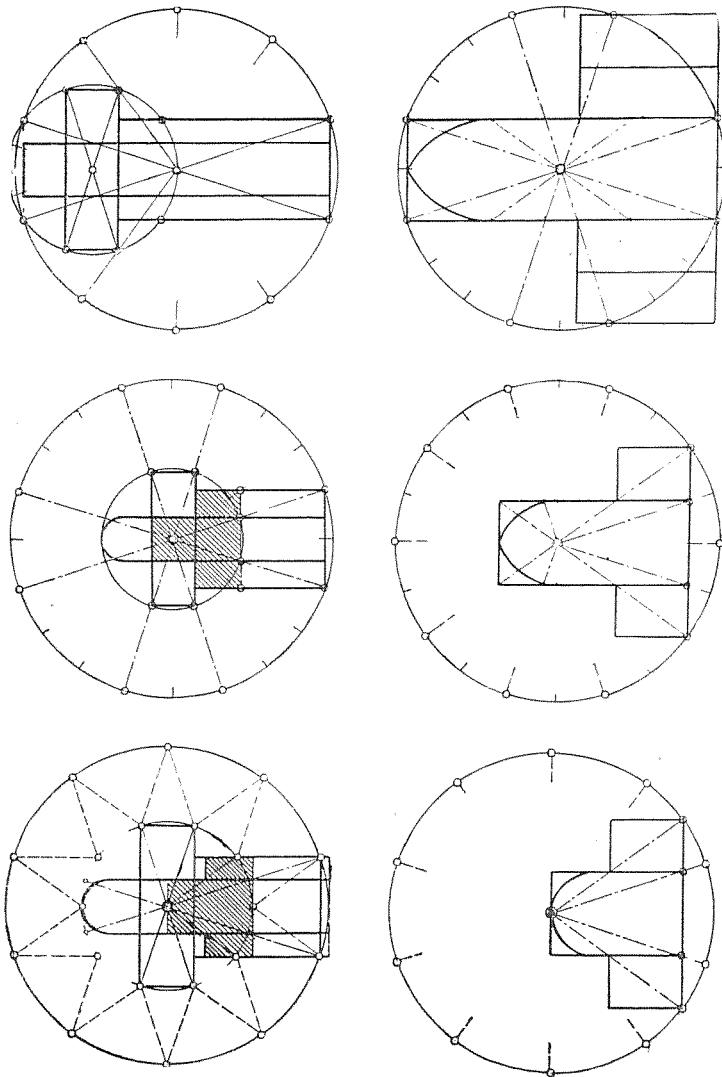


123. Пантеон и Сан Стефано Ротондо в Риме (по Гика)



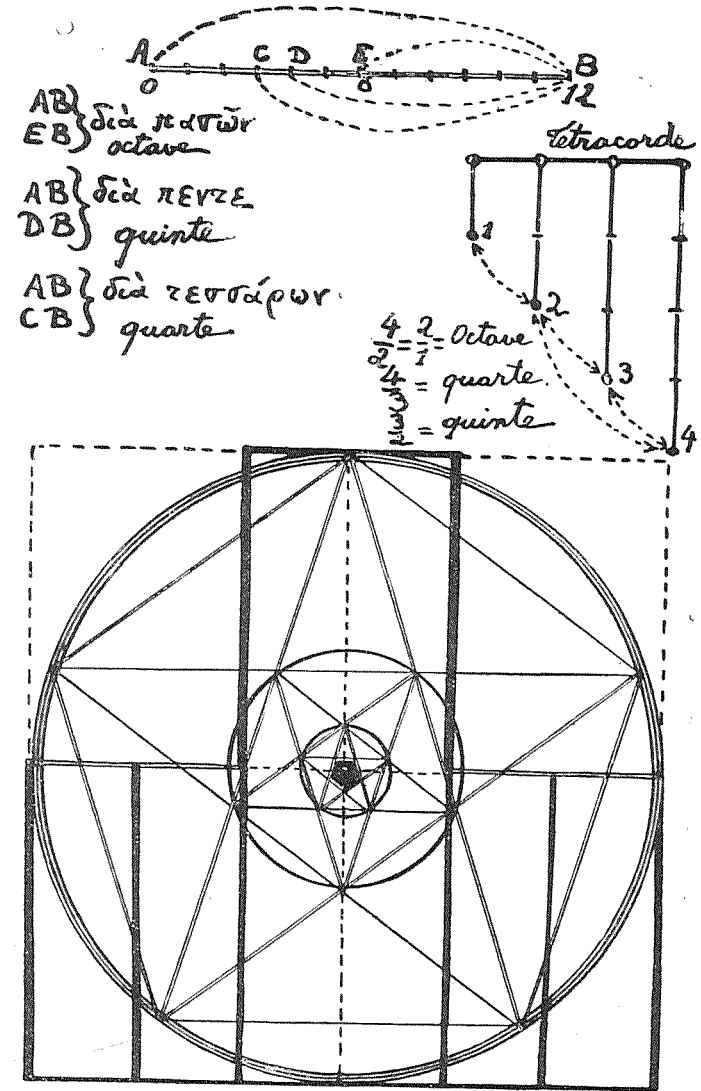
124. Старая базилика св. Петра в Риме (по Месселю)



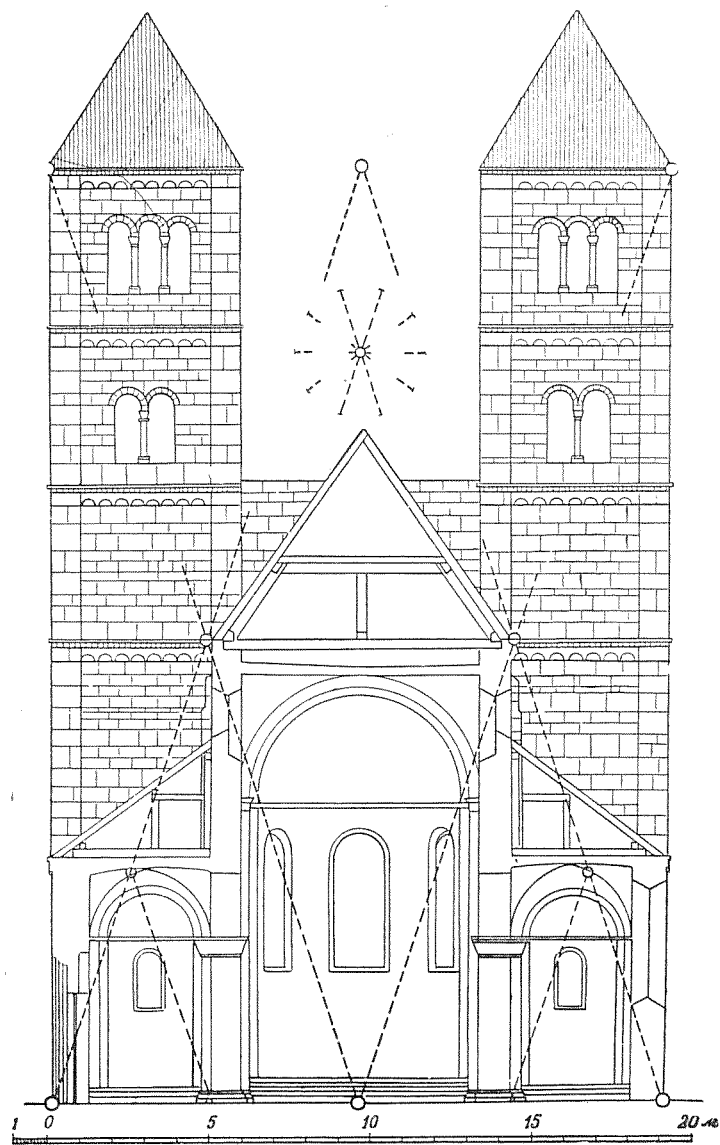


125. Системы пропорций средневековых церквей (по Месселю)

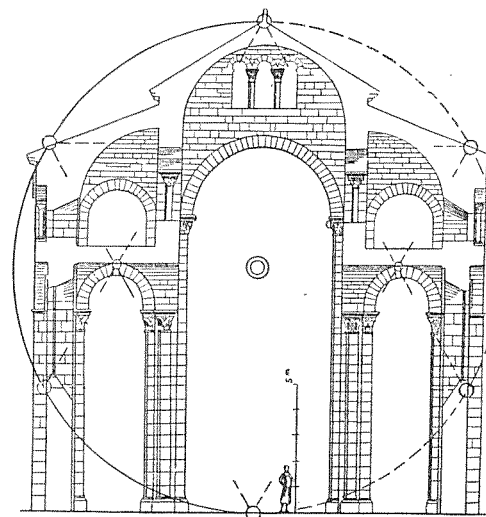
CANON DE PYTHAGORE



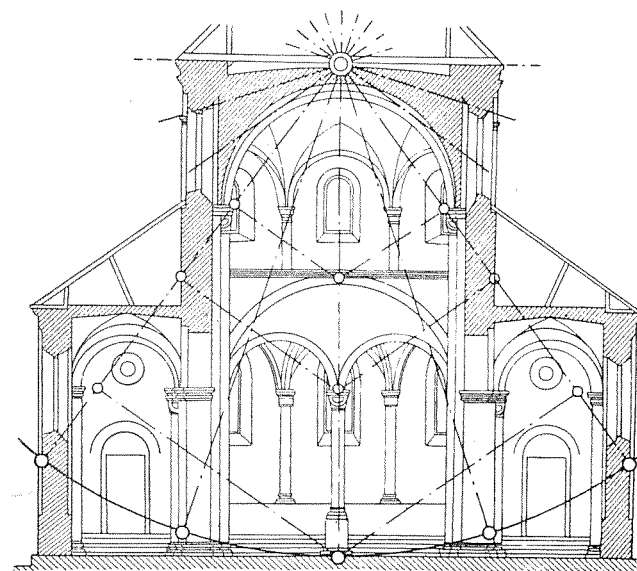
126. Готическая система пропорций (по Гика)



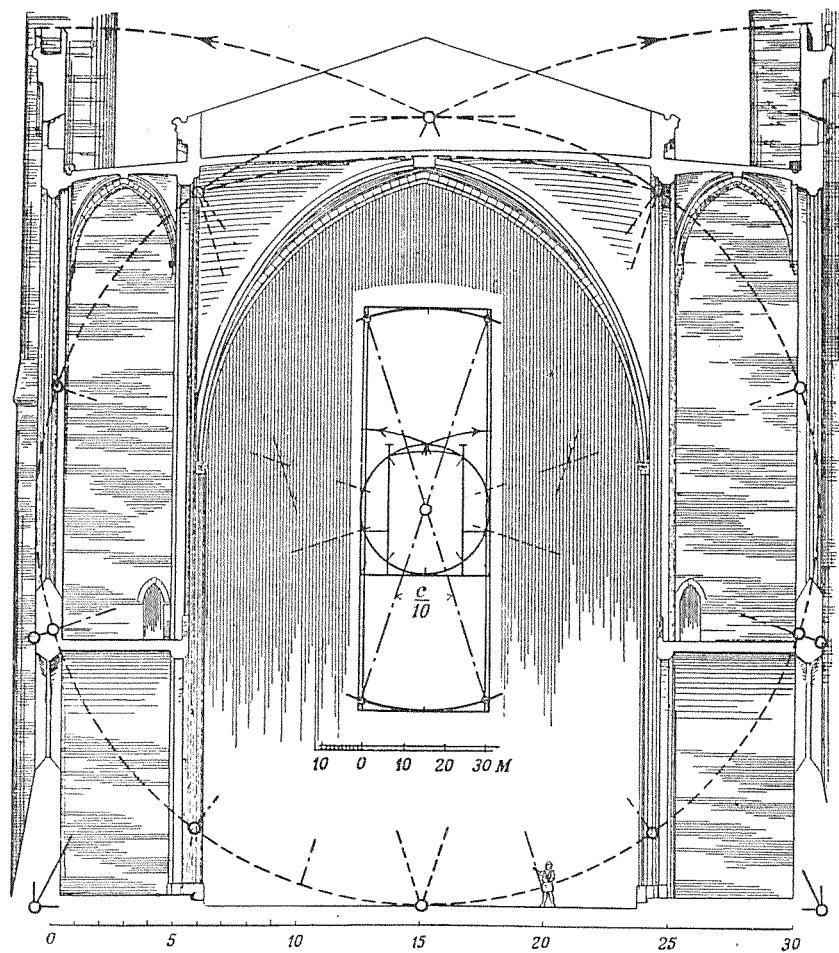
127. Церковь св. Михаила в Альтенштадт (по Месселю)



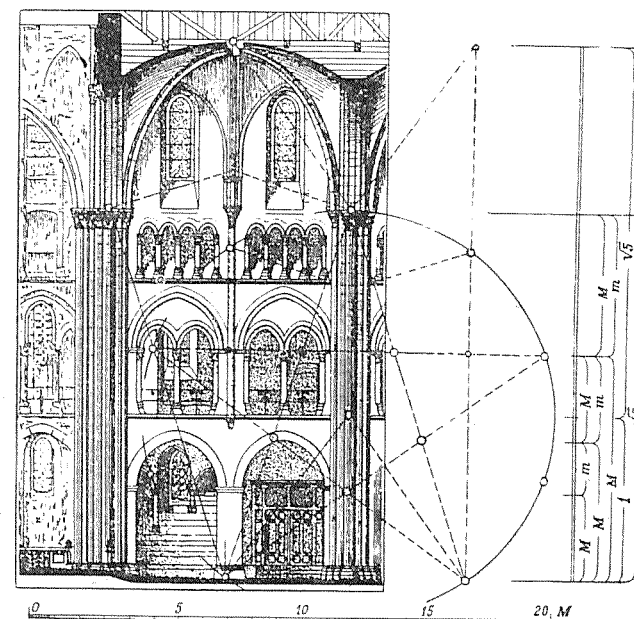
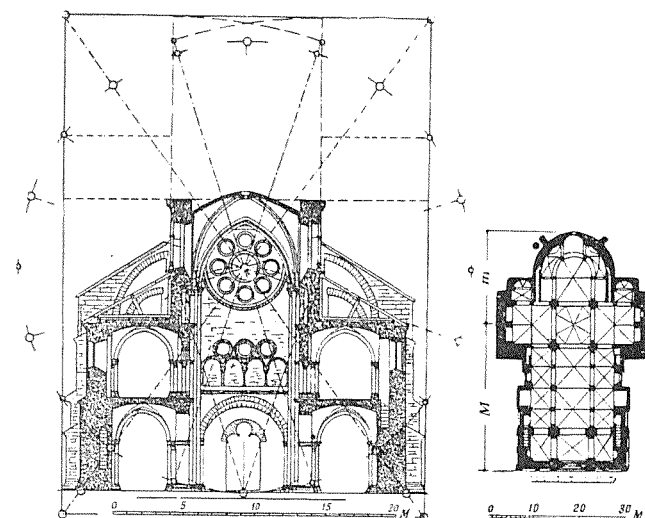
128. Церковь Нотр-Дам в Клермон-Ферран (по Месселю)



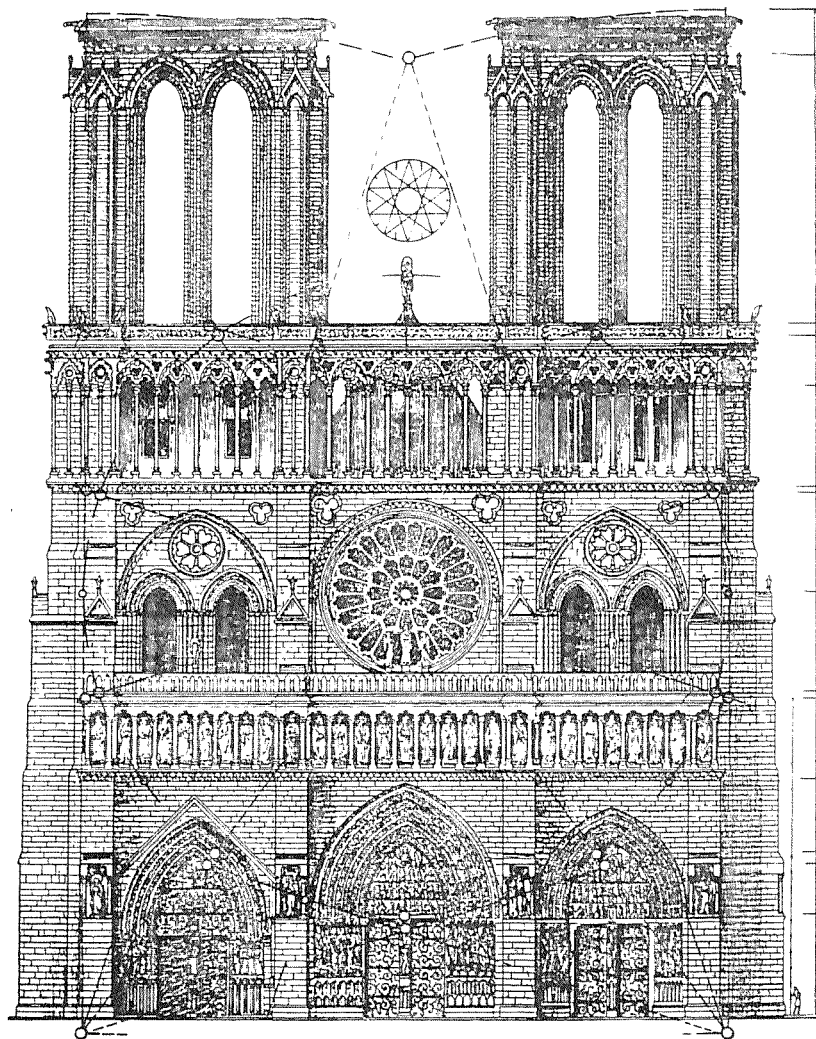
129. Церковь в Мариа Лаах (по Месселю)



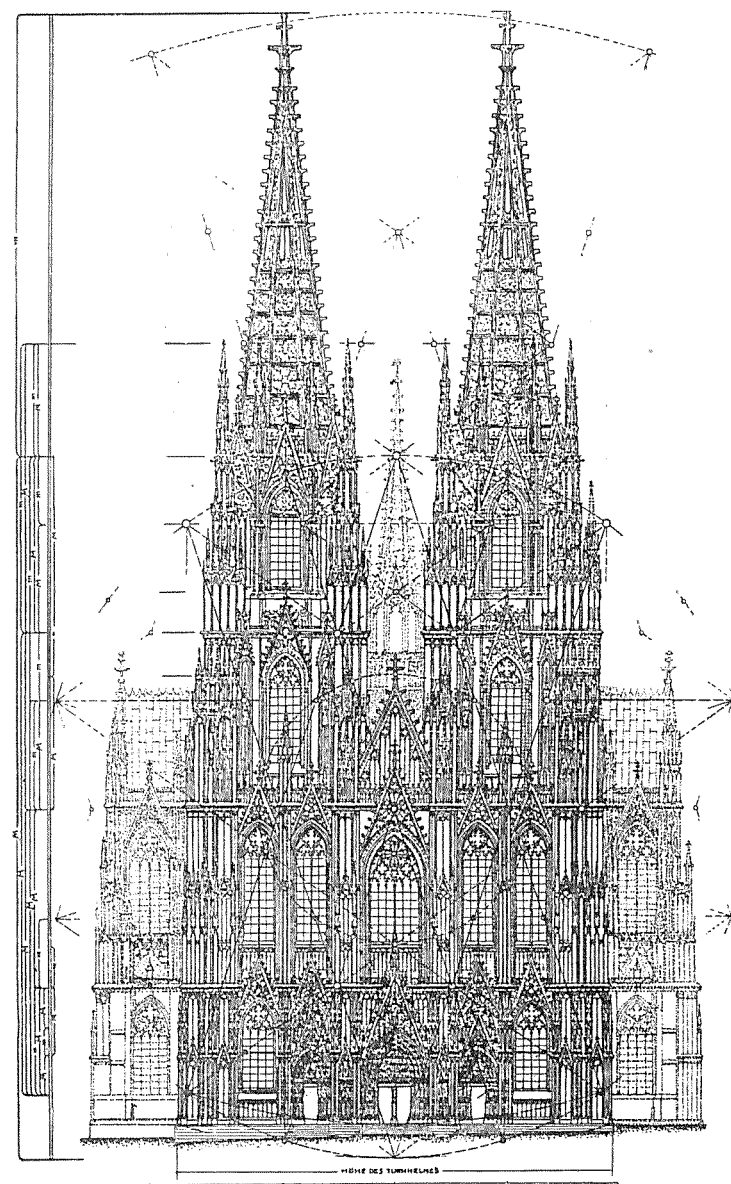
130. Церковь в Альби (по Месселю)



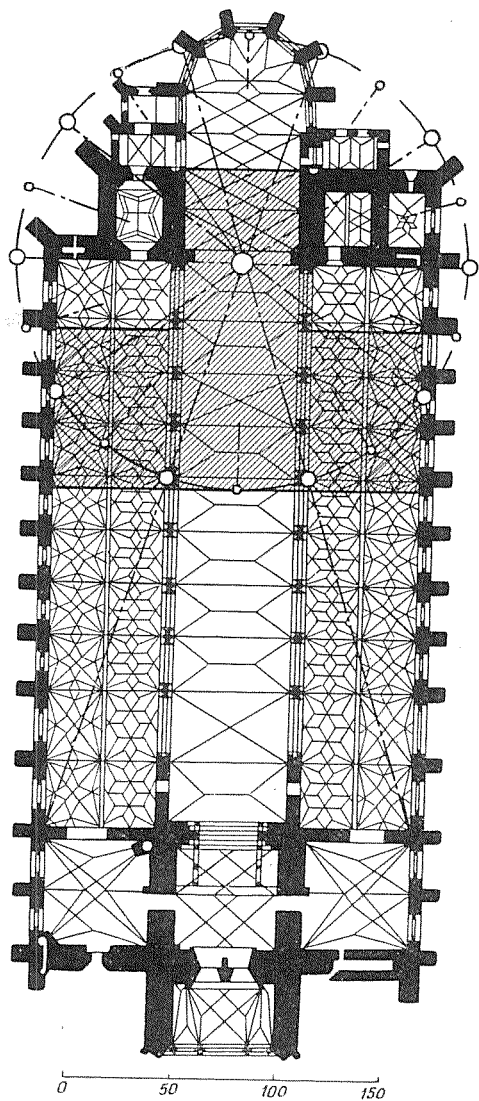
131. Церковь в Лимбурге (по Месселю)



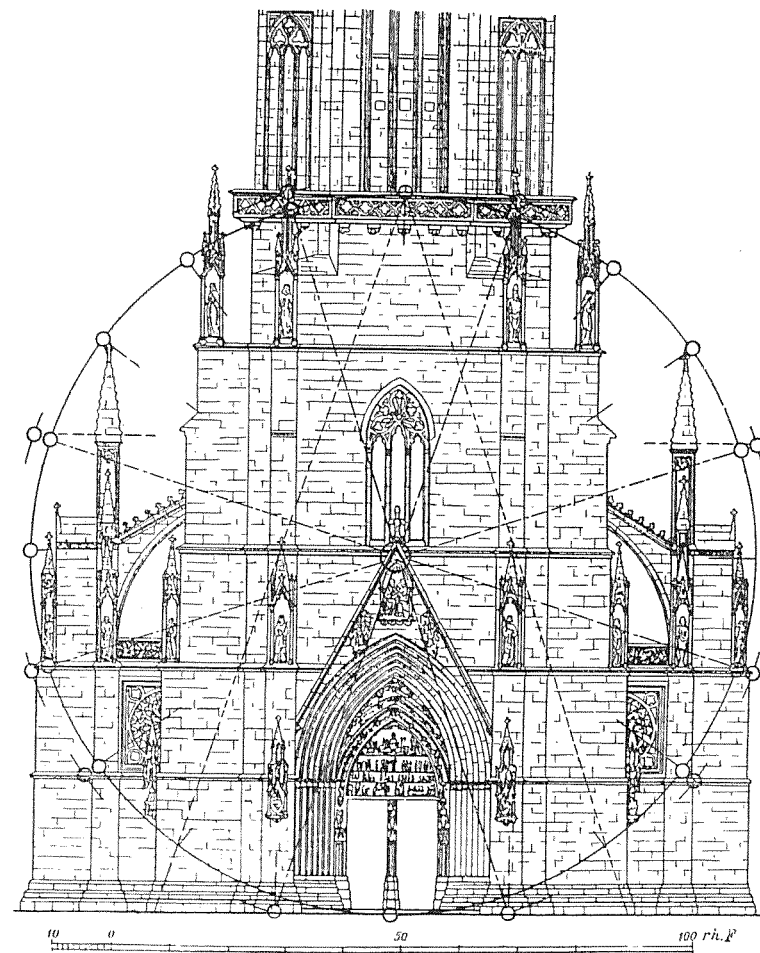
132. Собор Нотр-Дам в Париже (по Месселю)



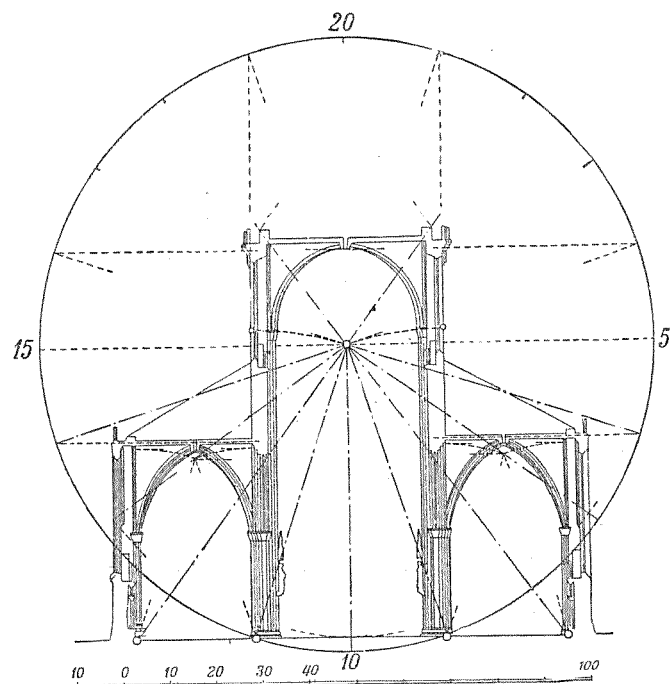
133. Собор в Кельне (по Месселю)



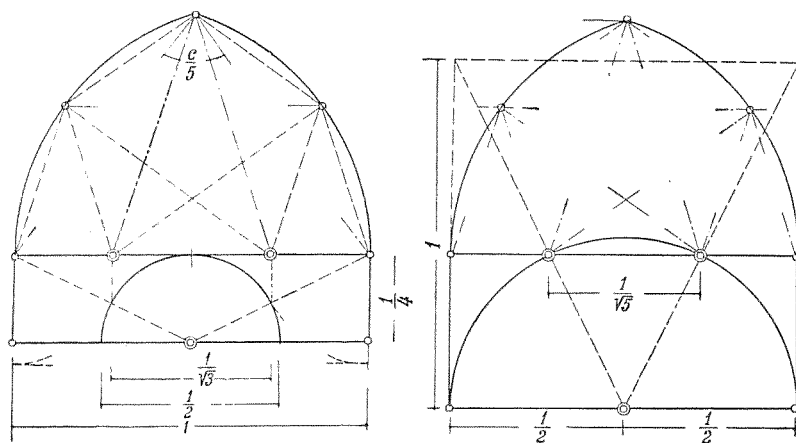
134. Собор в Ульме (по Месселю)



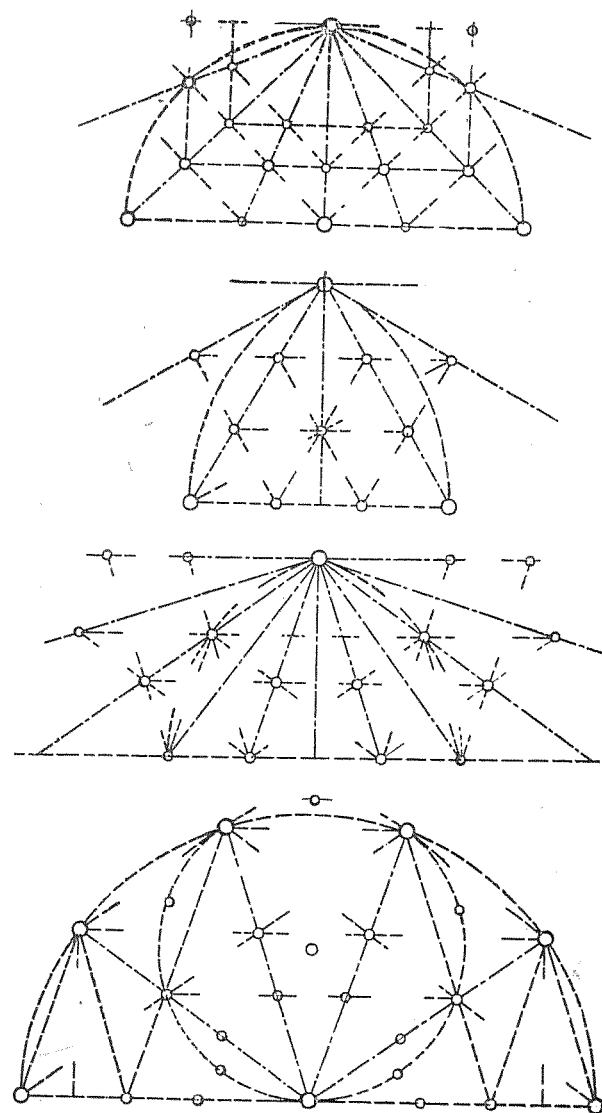
135. Собор в Фрейбурге (по Месселю)



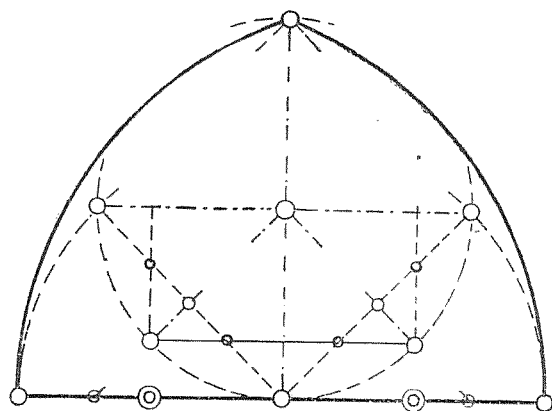
136. Собор в Фрейбурге (по Месселю)



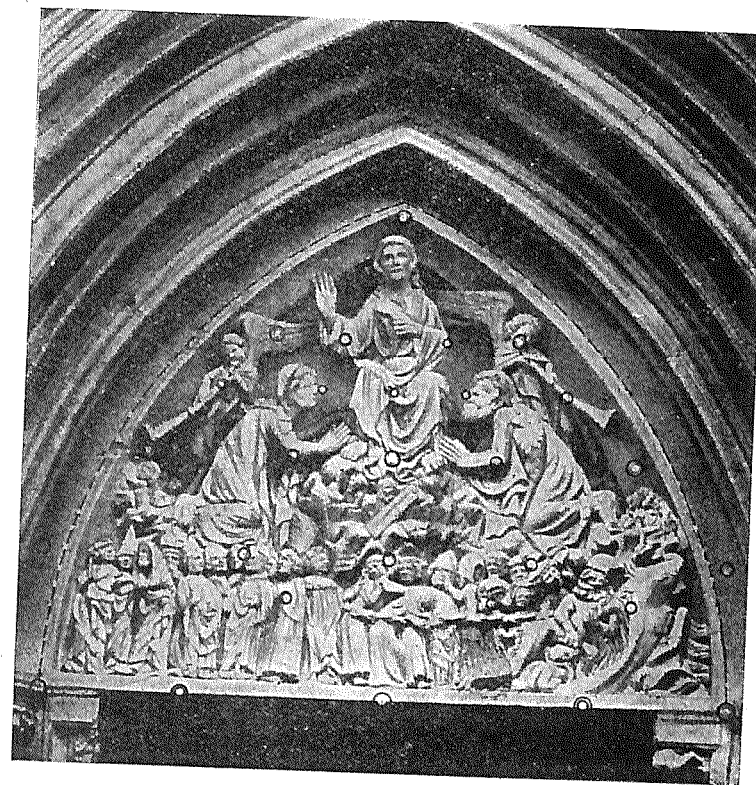
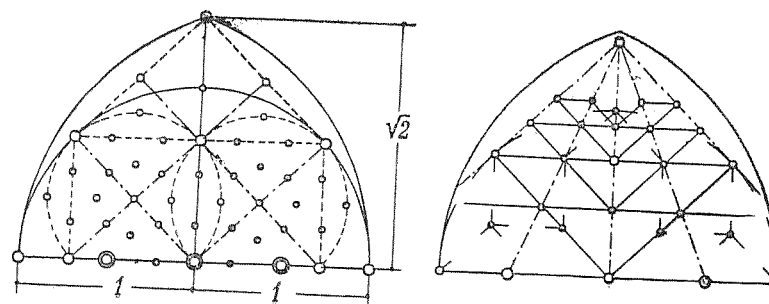
137. Геометрическое построение арки, основанной на пентаграмме (по Месселю)



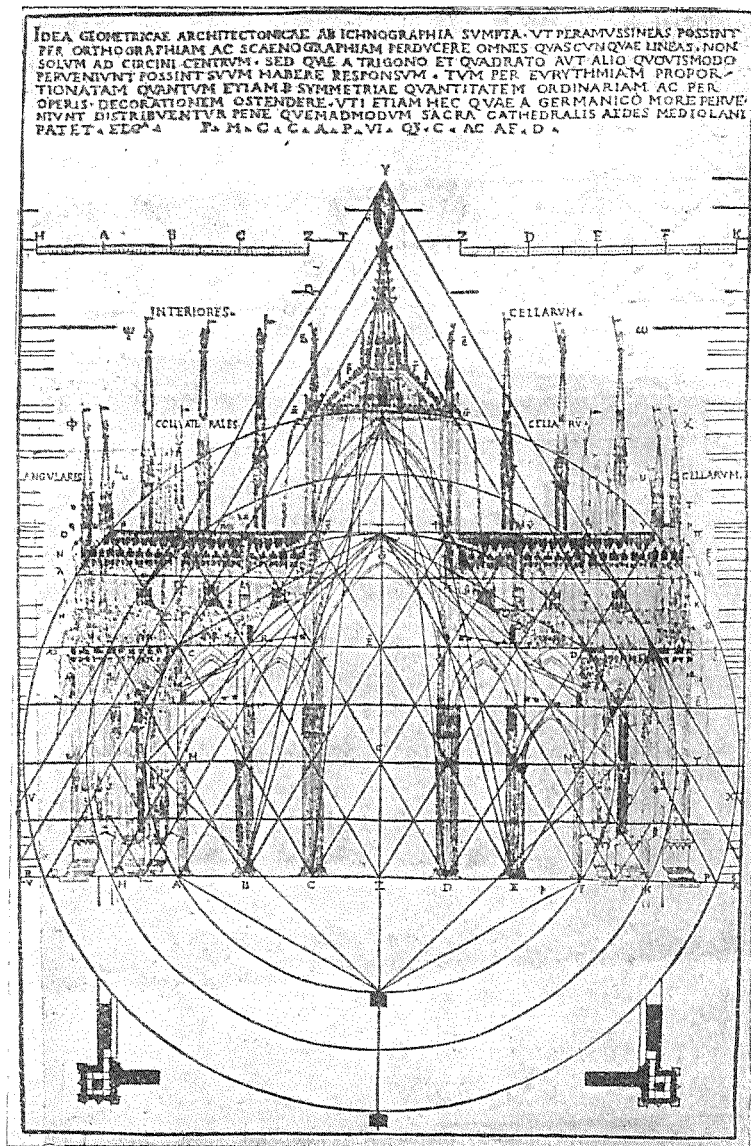
138. Типы пропорций античных и средневековых тимпанов (по Месселю)



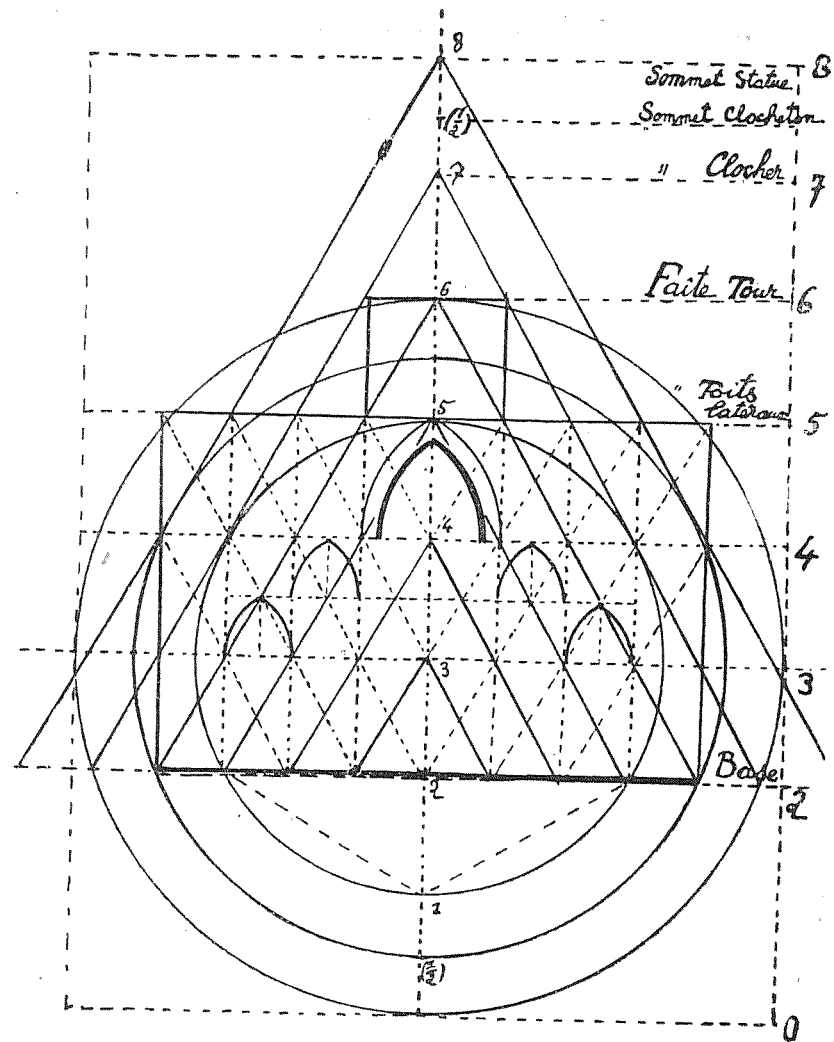
139. Стела Ксенократейи в Глиптотеке в Мюнхене (по Месселю)



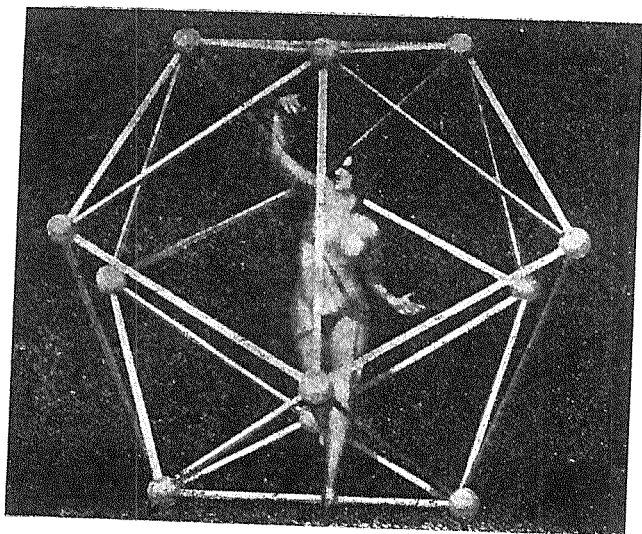
140. Тимпан церкви св. Себастьяна в Нюрнберге (по Месселю)



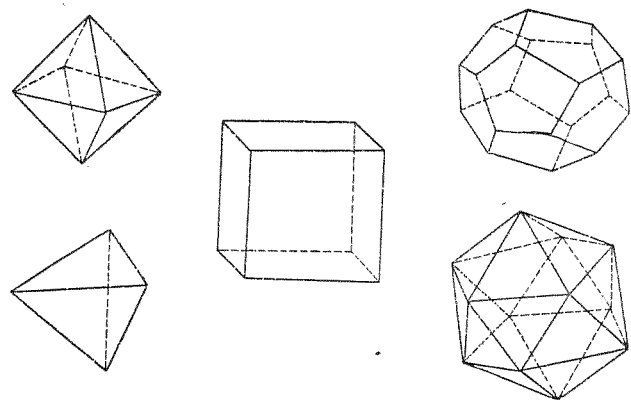
141. Пропорции собора в Милане. По чертежу 1391 г.



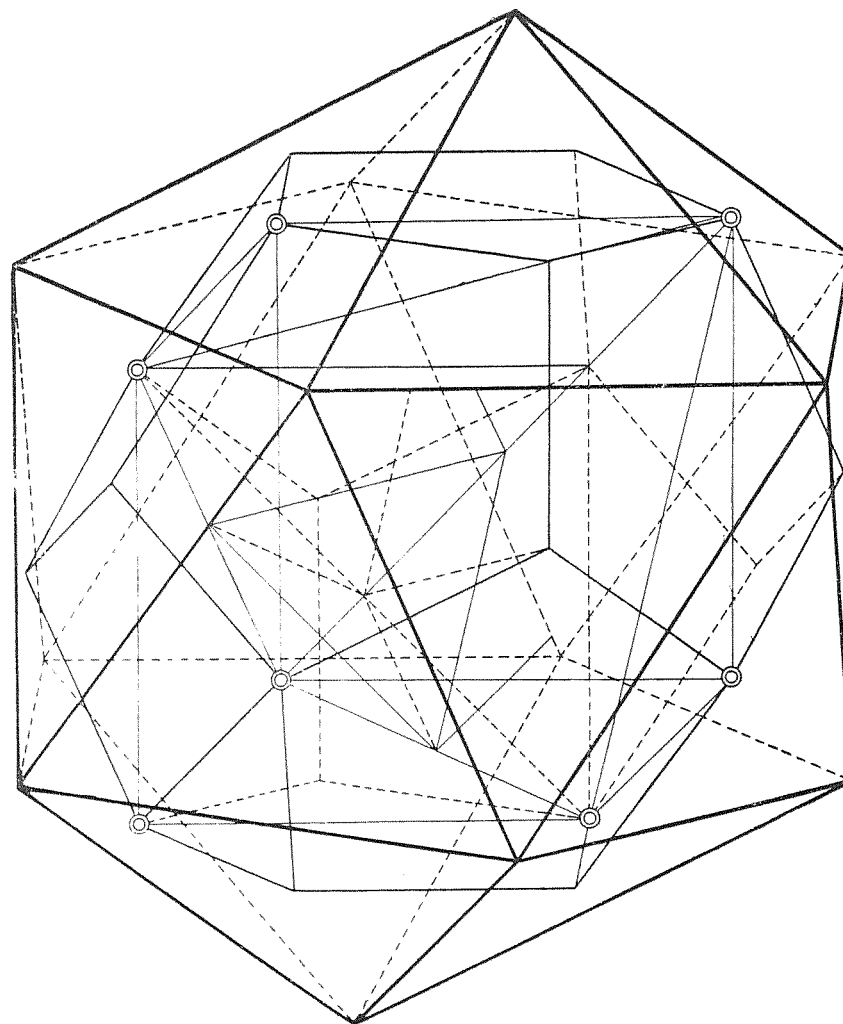
142. Пропорции собора в Милане (по Гика)



143. Построение танца путем вписывания движений в правильный двадцатигранник (по Лабану)



144. Пять правильных многогранников



145. Пять правильных многогранников, вписанных в сферу

8 р.

38461/12

Ответственный редактор
Ю. К. Милонов
Литературный редактор
О. Е. Ауэрбах
Технический редактор
Е. А. Смирнова

*

Сдано в производство 21/V 1935 г.
Подписано к печати 3/X 1935 г.
Уполн. Главлита В 27092
62x94¹/₁₆. В 1 п. л. 39 700 экз.
8¹/₈ п. л. 4000 экз.

*

39-я типография Мособлополиграф.
Ул. Скворцова-Степанова, д.13
Заказ № 614