

Целочисленность линейных размеров перистиля Парфенона в плане¹

В статье на основе общеизвестных обмеров Парфенона проводится анализ системы целочисленности размеров, положенной в основу организации колоннады перистиля Парфенона в плане. Простейшими вычислениями определены метрические модули колоннады, оказавшиеся равными ширине каннелюр угловой и рядовой колонн. Раскрывается свойство транспонирования метрических модулей, используя расчеты и графические изображения элементов перистиля Парфенона в плане.

Ключевые слова: архитектура Древней Греции, древнегреческие системы мер, Парфенон, целочисленные отношения, кратность, модульность.

DOLGOV A. V.

INTEGRALITY OF LINEAR DIMENSIONS PERPHYNTHE OF PARPHENON IN THE PLAN

In the article on the basis of well-known measurements of Parphenon the analysis of the system of integer sizes, put in the basis of organization of a colonnade of peristyle of Parthenon in plan is carried out. The simplest calculations are the metric modules of the colonnade, which are equal to the width of the cannellur angular and ordinary columns. The property of transposing metric modules is revealed using calculations and graphic representations of the elements of the Parthenon peristyle in the plan.

Keywords: Architecture of Ancient Greece, ancient Greek system of measures, Parthenon, integer relations, multiplicity, modularity.



**Долгов
Александр
Владимирович**

кандидат архитектуры,
профессор,
член-корреспондент
РААСН, главный научный
сотрудник, директор
филиала ФГБУ «ЦНИИП
Минстроя России»
УралНИИпроект
e-mail: ardoplus@gmail.ru

В своем бессмертном трактате Витрувий [4] отвел теории роль дисциплины, изысканной практикой, казалось бы, вторичную. Однако, повествуя о правилах архитектурного формообразования, теория свидетельствует о наличии труднодостижимых первопричин и смыслов, которые предшествуют практике, образуя высший уровень профессиональных теоретических знаний.

Именно из этой области проистекают алгоритмы создания архитектурных объектов, закрепляющиеся традицией. Среди них, пожалуй, главное священнодействие — разбивка осей здания, без которой невозможно построить ни избу, ни Парфенон.

Любая, простая или сложная, архитектурная форма в своей основе имеет осевое построение, задающее зданию индивидуальную систему координат, никуда не исчезающую при самых различных продолжениях и трансформациях начальной формы строения. Строительство на площадке начинается с разбивки и выноса осей, знаменующей первый шаг на пути реализации архитектурной мысли. Поэтому анализ

системы осей архитектурной формы есть ключ к познанию замысла постройки.

Казалось бы, это очевидно, однако анализ систем осевого построения архитектурных объектов встречается реже, чем размышления о габаритах и контурах внешних форм, т. е. результатах строительства, а не его изначальной схемы, из которой они проистекали. Даже сами исследователи, добившиеся хороших результатов в анализе внешних форм зданий, понимают, что за ними спрятана некая принципиальная система, позволившая достичь гармоничного результата [11, 12].

А. Чернов, глубоко проанализировавший внешние формы Парфенона с точки зрения геометрической пропорциональности, пишет: «...Все это лишь геометрия. Как реализовать ее в натуре? Как перевести иррациональные величины, так легко получаемые на чертеже при помощи диагоналей квадратов и полу-квадратов, в фунты и локти?» [12, 34]. Примерно такой же вопрос я задаю себе сам, когда устанавливаю не иррациональные, а целочисленные отношения линейных размеров мажорно-минорного строя античных объектов [7, 8]. Именно к целочисленности, зафиксированной в древних единицах мер, приходит в результате обширной аналитической работы А. В. Радзюкевич, расширивший круг своих единомышленников до международных масштабов [3, 10].

¹ Работа выполнена по плану ФНИ на 2019 г. при поддержке РААСН и Минстроя России в соответствии с Государственной программой Российской Федерации «Развитие науки и технологий» на 2013–2020 гг., Программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг.

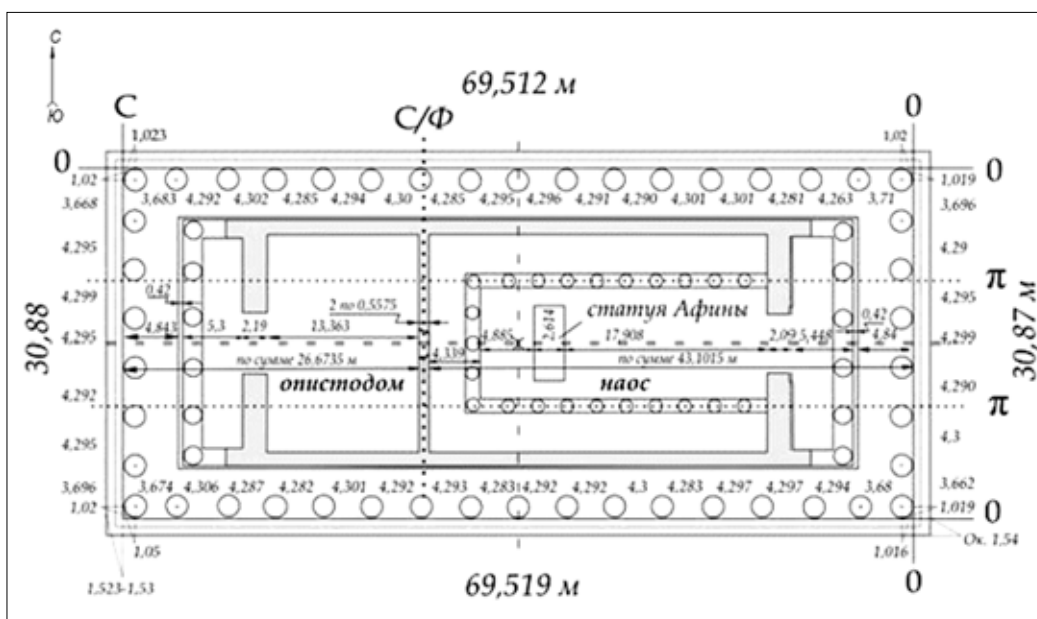


Иллюстрация 1. План Парфенона. Размеры и пропорции по обмерному чертежу Николааса Баланоса [12]

В этой связи уместно вспомнить, что в 1960–1980-е гг. лидером отечественной школы пропорционирования был легендарный Кирилл Николаевич Афанасьев, лично обмеривший и проанализировавший почти все христианские храмы домонгольской Руси [1, 2].

Для него характерна убежденность в главенстве пропорциональности «золотого сечения». Целочисленность он принципиально не принимал в расчет.

Известен исторический факт, что в 1984 г. аспирант К. Н. Афанасьева Владимир Николаевич Федерякин, подготовив кандидатскую диссертацию «Целочисленные отношения в архитектуре Древней Греции VI–V вв. до н. э.», не получил от своего руководителя разрешения на ее защиту, поскольку Кирилл Николаевич был принципиально не согласен с доминированием целочисленности над иррациональностью «золотого сечения». В аспирантских кругах этот факт живо обсуждался, как и то, что Кирилл Николаевич назвал убежденность в целочисленной природе гармонии «гибелью мысли».

В. Н. Федерякину пришлось перед самой защитой сместить руководителя. Помог Николай Николаевич Годлевский, который разделял убежденность и доказательную базу аспиранта, выходящего на защиту. В 1986 г. мне посчастливилось целый вечер проговорить с Н. Н. Годлевским на эти темы у меня в мастерской, которая в то время была в Рождественском монастыре.

К окончательному мнению мы так и не пришли, но согласились с логикой В. Н. Федерякина, что «греческие зодчие придерживались установленных “типовых” размеров расстояний между осями рядовых колонн и исходных стилобатных размеров по ширине храма, а затем переходили к поиску соразмерности отдельных элементов сооружения, используя и накапливая приемы построения архитектурной формы» [9, 27].

Но что это за приемы и в чем их суть, оставалось непонятным. Выбор соразмерности деталей и целого, о котором писал В. Н. Федерякин, основанный на сторонах египетского треугольника 3:4:5, не был очевиден или доказателен. Однако не вызывал сомнений перечень памятников древнегреческой архитектуры, которые автор признал эталонными, в том числе и с точки зрения проявления в них целочисленных соразмерностей:

храм Зевса, Парфенон, Эрехтенон, ансамбль в Олимпии и др.

Столь широко охватить анализом проявления целочисленности в формах античных храмов пока не удавалось никому, поэтому **цель настоящей статьи** более локальна, а именно — проанализировать размерный строй осевой композиции перистиля Парфенона.

Для этого нам предстоит решить следующие задачи:

1. Приняв за основу обмеры Николааса Баланоса (Иллюстрация 1), определить общую единицу (единицы) измерения межосевых размеров колоннады Парфенона.
2. Предложить объяснение различия диаметров оснований угловых и рядовых колонн, а также осевых расстояний между ними.
3. Установить взаимосвязь между общей единицей разбивочных осей и размерами оснований колонн.
4. Провести проверку кратности межосевого модуля плана для измерения габаритов крупных фасадных форм на примере колонн перистиля.

Обмерный чертеж плана Парфенона, выполненный Н. Баланосом, широко известен и неоднократно публиковался, в том числе и нами [7, 8]. На нем автор, вопреки общепринятым правилам обмеров, приводит с точностью до миллиметров осевые размеры размещения колонн перистиля на стереобате. Остается только догадываться, как ему удалось это сделать, ведь в реальности оси отсутствуют. Скорее всего, Баланос их вновь наметил по общему габариту колонн или по середине каннелюр колонн с фасадных сторон. Надо понимать, что ширина каннелюр около 30 см, а их ребра у основания колонн давно уже не образуют четких граней. Поэтому об обмерной точности осей можно говорить с известным приближением, явно не в миллиметрах, понимая, что Баланос, так или иначе, рассчитал межосевые расстояния и перенес их на обмерный план. Будем принимать приведенные им межосевые расстояния как один из важнейших результатов его обмеров.

В итоге схему осей перистиля Парфенона можно представить в виде прямоугольной сетки по короткой стороне, имеющей 8 осей, а по длинной — 17 (Иллюстрация 2).

Схема показывает, что использовано всего два межосевых размера:

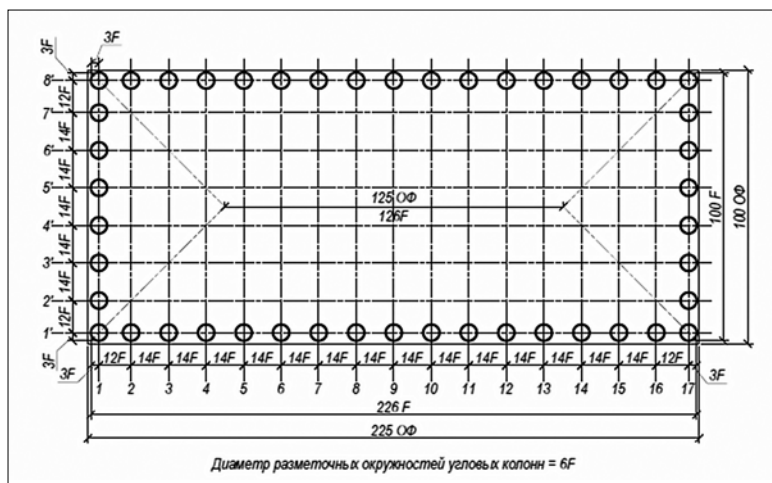


Иллюстрация 2. Схема разбивочных осей и разметочных окружностей перистиля Парфенона. Автор А. В. Долгов

1 — между осями рядовых колонн, который в среднем равен $429,5 \text{ см}^2$;
2 — между осями угловой и рядовой колонн, который в среднем равен $368,2 \text{ см}$.

Нетрудно заметить, что у них есть наименьшее общее кратное:

$$429,5 / 368,2 = 1,1665 \sim (7/6) = 1,166...$$

Его можно вычислить:

$$429,5 \text{ см} : 7 = 61,357 \text{ см};$$

$$368,2 \text{ см} : 6 = 61,366 \text{ см}.$$

Разница столь мала, что ей можно пренебречь, и даже правильно будет пренебречь, приняв данную величину за общую единицу длины, использованную при осевой разбивке перистиля Парфенона.

Интересно, что среди древнегреческих мер длины мы без труда находим близкую величину под названием *пехис* (греческий локоть), равный, по одним источникам, $61,712 \text{ см}$, по другим — $61,696 \text{ см}$. Разница с найденной нами межосевой единицей составляет всего $0,5\%$ [9]. Известно, что пехис делился на два пода. Следовательно, 1 под = $30,848 \div 30,856 \text{ см}$, почти точно олимпийский фут, равный $30,87 \text{ см}$.

Посмотрим, что мы получим, если увеличим количество модульных единиц вдвое. Тогда малое межосевое расстояние будет равняться 12, а большое 14 уменьшенных вдвое единиц. Сама же новая единица будет равна:

$$429,5 : 14 = 30,679 \text{ см},$$

что очень близко к олимпийскому футу (ОФ), равному, по Н. Баланосу, $30,87 \text{ см}$ и взятому за единицу меры сторон стилобата Парфенона, у которого ширина равна 100 ОФ, а длина равна 225 ОФ. Разница составляет $0,6\%$.

Мы не можем и не должны их приравнивать друг другу, но можем использовать в дальнейшем анализе целочисленных линейных размеров Парфенона величину нового фута = $30,679 \text{ см}$, которую обозначим «F».

Отсюда, осевой прямоугольник колоннады перистиля будет иметь размеры:

по короткой стороне:

$$12 \cdot 2 + 14 \cdot 5 = 94 \text{ F};$$

по длинной стороне:

$$12 \cdot 2 + 14 \cdot 14 = 220 \text{ F}.$$

Заметим, что соотношение длины и ширины сторон осевого прямоугольника уже не будет тем же, что у прямоугольника стереобата = $220 \text{ ОФ} / 100 \text{ ОФ} = 2,25$ или $9 : 4$. Но у них будет одинаковая разница длины и ширины, т. е. $225 \text{ ОФ} - 100 \text{ ОФ} = 220 \text{ F} - 94 \text{ F}$, отсюда:

$$125 \text{ ОФ} = 126 \text{ F};$$

$$\text{F} = 125 \text{ ОФ} / 126 = 30,625 \text{ см}.$$

Это говорит о том, что в цепочке осевых размеров Н. Баланоса есть небольшая ошибка, и усредненное осевое расстояние между рядовыми колоннами по геометрическим закономерностям будет немного иным — $428,75 \text{ см}$. Разница составляет меньше чем $0,2\%$, что неизбежно при ручных обмерах. Мы не будем придавать ей значения. Отметим на всякий случай присутствие такой расчетной величины, но не новой единицы измерения, так как реальные измерения и расчеты не могут совпадать абсолютно.

Уместно сделать паузу в расчетах, чтобы за цифрами не потерять цепи рассуждений. Обратимся к истории. Известно, что предшественником Парфенона был храм Гекатомпедон, который располагался при входе в Акрополь, прямо за Пропилеями, построенный в 560–527 гг. до н. э. Его название переводится как «стофутый» или длиной в «сто ступеней».

После название Гекатомпедон перешло к восточной целле Парфенона, длина которой изнутри равна 100 футам, а ширина 50 футам.

Данное обстоятельство заставляет нас, отталкиваясь от габаритов осевого прямоугольника, в первую очередь, от его ширины, равной 94 F, пронаблюдать, чему соответствует размер в 100 F при его перенесении на фасад колоннады. Мы видим, что габарит в 100 F соответствует расстоянию между внешними границами заглублений каннелюр угловых колонн (Иллюстрация 2), фиксируя внутреннюю окружность сечения колонн в плане, связывающую между собой углубления каннелюр.

Эта окружность — назовем ее разметочной — скрыта от глаз наблюдателя основанием колонны, поэтому, так же, как и оси, необходима для центровки колонны при установке нижнего фуста, как бы она ни была повернута относительно собственной оси. Более надежного и простого метода фиксации местоположения колонн после неизбежного скрытия их центров нижними фустами придумать, на мой взгляд, невозможно. Радиус разметочной окружности угловых колонн, как легко убедиться, и по построению, и по расчетам равен 3 F.

Дополнив цепочку межосевых размеров по ширине стереобата двумя радиусами колонн по $R = 3 \text{ F}$, мы завершаем его разбивку с использованием единой меры расчетного осевого модуля $M = 2 \text{ F}$, получив разбивочную шкалу колоннады в 100 F.

Из этого положения мы можем определить диаметр разметочной окружности (он же — диаметр колонны без каннелюр или меньший диаметр). Для угловой колонны он, соответственно, равен 6 F. Принимая обмерный $\text{F} = 30,679 \text{ см} \sim 30,68 \text{ см}$ (для упрощения расчета), получим диаметр разбивочной окружности угловых колонн, равный $6 \text{ F} = 184,08 \text{ см}$. Из обмеров Н. Баланоса мы знаем, что угловые колонны имеют диаметр от 195 до 197 см, т. е. в среднем — 196 см.

Определим для колонны с большим диаметром 196 см ширину каннелюр, которых у нее 20.

Это легко сделать по формуле:

$$B_{\text{кан}} = \frac{R \cdot \pi}{n \cdot k},$$

где

R — больший диаметр колонны = 196 см ;

π — константа отношения длины окружности к диаметру;

n — количество каннелюр у колонны;

2 По А. Чернову, среднее межосевое расстояние между рядовыми колоннами равно $429,3 \text{ см}$.

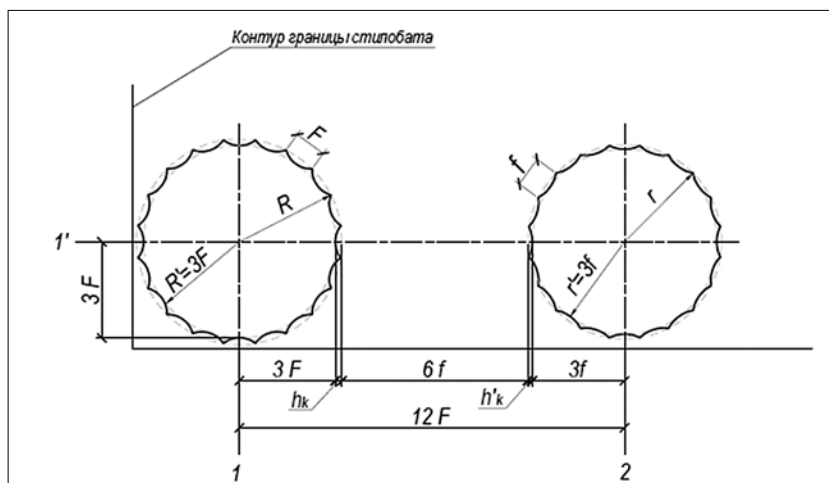


Иллюстрация 3. Схема модульных и кратных размеров угловой и рядовой колонн перистиля Парфенона. Транспонирование модулей F и f. Чертеж А. В. Долгова

k — коэффициент (постоянная) соотношения дуги, равной $1/20$ длины окружности, диаметрам R к хорде этой дуги, $k = 1,004$.

$$B_{\text{кан}} = \frac{196 \cdot \pi}{20 \cdot 1,004} = 30,67 \text{ см},$$

что лишь на один расчетный мм не совпадает с обмерным разбивочным футом $F = 30,68$ см. Следовательно, для разметки осей колонн и определения размера ширины каннелюры в основании колонны использовался один и тот же $F = 30,68$ см (Иллюстрации 2, 3).

Мы можем определить постоянную соотношения большего — R и меньшего R' радиусов колонн Парфенона по двум равенствам:

$$F = \frac{R'}{3}; F = \frac{2R\pi}{20 \cdot 1,004};$$

$$\text{расчетное } \frac{R}{R'} = 1,065, \text{ обозначим ее } \sigma.$$

Она поможет, не прибегая к сложным расчетам, быстро определять внутренний и внешний диаметры колонн.

Что касается глубины каннелюры, то ее можно вычислить по формуле:

$$h_k = R(\cos 9^\circ - 1/\sigma) = R \cdot 0,0488 = 98 \cdot 0,0488 = 4,7824 \text{ см}.$$

Анализируя осевую организацию перистиля Парфенона, мы выявили метрический модуль его разбивки в натуре, где он представлен в виде ширины каннелюры угловой колонны. У нас есть все основания считать $F = 30,68$ см метрическим модулем всей сетки осей перистиля Парфенона и его угловых колонн.

Посмотрим, применима ли величина F в качестве метрического модуля к вертикальным размерам, а именно — к высоте колонны, которая составляет 10,43 м. Разделим высоту колонны на F :

$$H \text{ колонны: } F = 10,43 : 30,68 = 34.$$

Отсюда, F как метрический модуль применим и для определения вертикальных габаритов элементов перистиля.

Установив эти факты, попробуем с их помощью найти объяснение разницы между диаметрами угловых и рядовых колонн, параллельно уточняя размерные значения интерколумния между угловой и рядовой колоннами (Иллюстрация 3).

Зная, что диаметр рядовой колонны равен 190 см, определим для нее следующие размеры:

- больший радиус r ;
- меньший радиус r' ;
- ширину каннелюры f ;
- ширину рядовых колонн со сторонами фасада = $B'_{\text{кол}}$;

а также:

- ширину угловой колонны со стороны фасадов $B_{\text{кол}}$.

Для этого мы, прежде всего, определим ширину каннелюры в качестве измененного применительно к угловой колонне модуля. Получим, пользуясь ранее выведенными формулами и константами, следующие значения:

$$F = 29,73 \text{ см};$$

$$r = 95 \text{ см};$$

$$r' = 89,2 \text{ см};$$

$$h'_k = 4,636 \text{ см};$$

$$B'_{\text{кол}} = 187,672 \text{ см};$$

$$B_{\text{кол}} = 193,645 \text{ см}.$$

Зная эти величины, определим ширину интерколумния в чистоте «J».

$$J = 12F - 3F - h_k - h'_k - 3f = 368,2 - 92,04 -$$

$$- 4,7824 - 4,636 - 89,2 = 177,51 \text{ см},$$

$$\text{если } \frac{J}{f} = 5,979 \sim 6,$$

то есть, на основании произведенных расчетов с довольно высокой точностью можно приравнять $J = 6f$.

Это значит, что интерколумний угловой и рядовой колонн равен двум внутренним диаметрам рядовой колонны, кратен ширине ее каннелюры «f» при сохранении межосевого расстояния, кратного «F», т. е. в этом месте происходит транспонирование — очень изящно придуманный переход от модуля «F» к модулю «f», учитывающий всю совокупность воспринимаемой и внутренней логики организации формы.

Остается рассмотреть величину интерколумния рядовых колонн. Применив рассчитанные ранее величины для рядовой колонны, мы можем убедиться, что при осевом расстоянии, кратном F , мы будем иметь интерколумний, кратный f и равный $8f$. Получается, что две модульные шкалы, F и f , взаимно дополняют друг друга. Если общая осевая разбивка по контуру перистиля подчинена модулю F , то в межосевом промежутке главенствует модуль f , соответственно: угловые колонны подчинены F , а рядовые — f .

Заключение

Названные обстоятельства имеют множество следствий. В рамках настоящей статьи мы ограничимся пока лишь следующими выводами.

- 1 Существует единый модуль межосевых размеров колонн перистилия Парфенона. Нам удалось его вычислить как величину F (ее можно назвать футом), равную 30,68 см. Этот фут меньше олимпийского = 30,87 см, 100 мер которого равны ширине стилобата Парфенона. Аналогично, здесь имеем 100 мер, но F ограничивают размеры колоннад торцевых фасадов Парфенона. Она немногим меньше по протяженности, чем ширина стилобата. Архитектор использует ту же количественную меру, но измененную качественно. Мера F существует не в абстрактном виде, а выявлена в натуре в качестве ширины каннелюр угловых колонн. При ее 12-кратном увеличении получаем межосевое расстояние между угловой и рядовой колоннами, а при 14-кратном увеличении получаем расстояние в осях рядовых колонн.
- 2 Различие в диаметрах угловой и рядовой колонн объясняется тем, что угловая колонна по периметру и все осевые размеры перистилия кратны F , тогда как в межосевых пространствах наблюдается кратность f , которая также присутствует в натуре в виде ширины каннелюр рядовых колонн. Поскольку ширины каннелюр F и f разные, различны и диаметры колонн.
- 3 Существующую взаимосвязь между модулями F и f , отвечающими за сетку осей и межосевую организацию габаритов и форм оснований колонн, удалось выразить простейшими математическими формулами и отобразить графически, а также назвать это свойство транспонированием модуля.
- 4 Проведенная проверка кратности межосевого модуля высоте колонны перистилия Парфенона подтвердила единство модуля F , что позволяет в будущем рассматривать фасадные формы более подробно, выявляя особенности их целочисленности.

Список использованной литературы

- 1 Афанасьев К. Н. 100 футов // Средневековая Русь: сб. статей. — М.: Наука, 1976. — С. 141–146.
- 2 Афанасьев К. Н. Построение архитектурной формы древнерусскими зодчими. — М.: Изд-во АН СССР, 1961. — 267 с.
- 3 Брунов Н. И. Пропорции античной и средневековой архитектуры. — М.: Изд-во Всесоюз. акад. архитектуры, 1935. — 135 с.
- 4 Витрувий. Десять книг об архитектуре. Репринт. — М.: Изд-во «Архитектура-С», 2006. — 331 с.
- 5 Гика М. Эстетика пропорций в природе и искусстве. — М.: Изд-во Всесоюз. акад. архитектуры, 1935. — 308 с.
- 6 Гримм Г. Д. Пропорциональность в архитектуре. — М.: ОНТИ, 1935. — 147 с.
- 7 Долгов А. В. Анализ линейного перистилия Парфенона // Академический вестник УралНИИпроект РААСН, 2017. № 2. — С. 32–37.
- 8 Долгов А. В. Теория начальных линейных отношений // Академический вестник УралНИИпроект РААСН, 2016. № 4. — С. 33–37.
- 9 Древнегреческая система измерения. Пехис [Электронный ресурс]. — URL: <http://e-pasp.ru/article/drevnegrecheskaya-sistema.html> (дата обращения: 14.05.2019).
- 10 Радзюкевич А. В. Методические основы проведения пропорционального анализа форм памятников архитектуры: дис. ... канд. арх. — Новосибирск, 2004. — 156 с.
- 11 Федерякин В. Н. Целочисленные отношения в архитектуре Древней Греции: дис. ... канд. арх. — М.: МГУ, 1984. — 144 с.
- 12 Чернов Андрей. Как проектировали Парфенон [Электронный ресурс]. — URL: https://nestoriana.wordpress.com/2018/04/01/parfenon_rasstanovka_kolonn/ (дата обращения: 21.04.2019).
- 13 Шетников А. И. Разметка стилобата Парфенона и других дорических храмов аттики // СХОАН. Философское антиковедение и классическая традиция. Т. 10. Вып. 1 (сборник). — Новосибирск: Новая школа, 2016. — С. 107–120.

References

- 1 Afanas'ev K. N. 100 futov // Srednevekovaya Rus': sb. statej. — M.: Nauka, 1976. — S. 141–146.
- 2 Afanas'ev K. N. Postroenie arhitekturnoj formy drevnerusskimi zodchimi. — M.: Izd-vo AN SSSR, 1961. — 267 s.
- 3 Brunov N. I. Proporcii antichnoj i srednevekovo arhitektury. — M.: Izd-vo Vsesoyuz. akad. arhitektury, 1935. — 135 s.
- 4 Vitruvij. Desyat' knig ob arhitekture. Reprint. — M.: Izd-vo «Arhitektura-S», 2006. — 331 s.
- 5 Gika M. Estetika proporcij v prirode i iskusstve. — M.: Izd-vo Vsesoyuz. akad. arhitektury, 1935. — 308 s.
- 6 Grimm G. D. Proporcional'nost' v arhitekture. — M.: ONTI, 1935. — 147 s.
- 7 Dolgov A. V. Analiz linejnogo peristilya Parfenona // Akademicheskij vestnik UralNIIProekt RAASN, 2017. № 2. — S. 32–37.
- 8 Dolgov A. V. Teoriya nachal'nyh linejnyh otnoshenij // Akademicheskij vestnik UralNIIProekt RAASN, 2016. № 4. — S. 33–37.
- 9 Drevnegrecheskaya sistema izmereniya. Pekhis [Elektronnyj resurs]. — URL: <http://e-pasp.ru/article/drevnegrecheskaya-sistema.html> (data obrashcheniya: 14.05.2019).
- 10 Radzyukevich A. V. Metodicheskie osnovy provedeniya proporcional'nogo analiza form pamyatnikov arhitektury: dis. ... kand. arh. — Novosibirsk, 2004. — 156 s.
- 11 Federyakin V. N. Celochislennye otnosheniya v arhitekture Drevnej Grecii: dis. ... kand. arh. — M.: MGU, 1984. — 144 s.
- 12 Chernov Andrej. Kak proektirovali Parfenon [Elektronnyj resurs]. — URL: https://nestoriana.wordpress.com/2018/04/01/parfenon_rasstanovka_kolonn/ (data obrashcheniya: 21.04.2019).
- 13 Shchetnikov A. I. Razmetka stilobata Parfenona i drugih doricheskikh hramov attiki // СХОАН. Filosofskoe antikovedenie i klassicheskaya tradiciya. T. 10. Vyp. 1 (sbornik). — Novosibirsk: Novaya shkola, 2016. — S. 107–120.

Alexander Dolgov

Candidate of Architecture, Full Professor, Chief researcher, Director FSBI «TsNIIP Minstroy Russia» UralNIIProekt, Russian Federation
e-mail: ardoplus@gmail.ru

Статья поступила в редакцию в марте 2019 г.
Опубликована в июне 2019 г.