

УДК 711.4.011

В статье рассматриваются вопросы эстетического восприятия визуального силуэта градостроительных композиций с помощью количественных характеристик: разработана новая методика количественной оценки контуров силуэтов градостроительных композиций при помощи коэффициента вариации; предложена новая классификация контуров силуэтов градостроительных композиций в зависимости от величины коэффициента вариации.

The article features aspects of aesthetic perception of visual outline of city-planning compositions by means of quantitative characteristics: a new method of quantitative assessment of silhouette contours of city-planning compositions with use of variation coefficient has been developed; a new classification of silhouette contours of city-planning compositions in relation to variation coefficient value is proposed.

# ЭСТЕТИЧЕСКОЕ ВОСПРИЯТИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ СИЛУЭТОВ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ: КОЭФФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ



Евгения Гончарова



Сергей Осипов

## Введение

Святой Фома Аквинский (1225–1274 гг.) писал: «Чувствам человека приятны объекты, обладающие правильными пропорциями» [1, с. 9].

Нам хорошо известны принципы «золотого сечения» («золотой пропорции»), которые широко используются в архитектуре и живописи. Существенно присутствие отдельных разделов математики в изучении акустических закономерностей и структурных особенностей музыкальных произведений. В достаточной степени исследовано влияние математических закономерностей на пространственное восприятие перспективы в произведениях изобразительного искусства. Однако в связи с относительно поздним (около 100 лет назад) появлением математической статистики влияние этого раздела математики на изучение особенностей зрительного восприятия произведений архитектуры по-прежнему остается актуальным.

Эстетическое восприятие визуального силуэта градостроительных композиций до сих пор оценивается экспертами только с качественной стороны без каких-либо количественных характеристик.

## Применение элементов математической статистики для характеристики контуров силуэтов градостроительных композиций

Оценка красоты различных видов искусств сознанием большинства людей, начиная с древ-

ности, в значительной степени зависела от социально-экономических условий и эстетических ориентиров каждого исторического периода в развитии цивилизации. Даже в такой консервативной организации, как католическая церковь, в средние века в архитектуре храмовых зданий был осуществлен переход с романского стиля на готический, что наводит на мысль о приоритете эстетического восприятия неравномерного визуального силуэта градостроительной композиции.

Как отмечено в [1, с. 95], эксперименты психолога Густава Теодора Фехнера, проведенные в 1876 г., показали, что из разных прямоугольников большинство людей выбирали прямоугольники с «золотым» отношением сторон как более приятные глазу или другие близкие варианты, что подтверждает мнение Фомы Аквинского. Надо сказать, что художники и архитекторы задолго до этого, еще со времен Древней Греции, пришли к аналогичному выводу, а связь «золотого сечения» с искусством берет начало с эпохи Возрождения (термин ввел Леонардо да Винчи) и развития научного направления, изучающего творчество.

Существенная связь математики с музыкой известна уже давно, но до сих пор интересуют некоторых исследователей. Так, «золотое сечение» наряду с так называемыми количественной и нарушенной симметрией трактуется как предпосылка гармонии в музыке [2]. Эта гармония заявляет о себе в двух планах. Во-первых, как гармония искусственного темперированного строя, т.е. созданной человеком системы музы-



кальных звуков, утверждавшейся в европейской профессиональной музыке на протяжении XVI–XVIII вв., во-вторых – как гармония музыкального произведения.

Одним из первых, кто обратил внимание на закон «золотого сечения» в музыкальном произведении, был немецкий ученый XIX в. А. Цейзинг [3], который обнаружил его в отношениях между числами колебаний звуков, соединяемых в благозвучные аккорды.

В 1992 г. В.А. Синкевичем [4] окончательно сформулировано понятие «стохастический звуковой резонанс», которое заключалось в одновременном воспроизведении периодического сигнала и шума. Для применения стохастического звукового резонанса в лечебных целях были построены специальные акустические системы; изобретен магнитный преобразователь для смягчения звука; построен лечебный генератор шума. Новые возможности музыкально-акустической шумовой терапии можно описать на современном языке стохастического резонанса. Также существенный интерес представляет анализ психофизиологии православных песнопений с позиций звукового стохастического резонанса [5].

В начале XIX в. под влиянием «теории характеров» важная категория романтического мышления спроецировалась в область архитектурной эстетики в виде проблемы стиля. Отрицание канонов и норм выразилось в требовании создания новых стилизованных компонентов, и важная роль в этом требовании отводилась «многообразию», ставшему синонимом «прекрасного». Поиски «истинного» направления в зодчестве стали основной задачей архитектурной теории 1830–1850 гг. Проблема стиля оставалась одной из центральных в архитектурной теории второй половины XIX в. Волнует она и современных теоретиков архитектуры [6]. Поэтому авторы данной статьи делают попытки предложить еще один «определяющий фактор» для объективной оценки восприятия визуального контура силуэта градостроительной композиции.

В последние годы в России вышла серия книг под общим названием «Мир математики», в некоторых из них [7, 8] приведены исторические и современные представления о связи математики с музыкой, а также восприятия зрительной перспективы в сознании многих людей.

Проблема использования композиционных терминов архитектурно-пространственной среды («интересно», «монотонно», «силуэт», «цвет», «ритм», «пропорции», «хаос», «ансамбль», «ориентир», «доминанта», «масштабность») рассматривалась в статьях К.К. Хачатрянц и В.В. Вашкевича [9] и др. [10]. Но даже издание понятийно-терминологического словаря [11] не ликвидировало неоднозначности трактовки многих терминов, которые оцениваются только средствами визуального влияния на психику потребителей в рамках художественного отношения человека к миру без какой-либо количественной характеристики. Не прибавило определенности во многие характеристики архитектурно-пространственных строительных композиций и расширение понятийного ряда за счет терминов «пластика застройки» [12], «визуально-пространственная структура», «художественный сюжет» [13] и др. Возможно, грамотное использование отдельных закономерностей математической

статистики позволит внести некоторую определенность в характеристику архитектурно-пространственной среды.

Каждый исторический отрезок времени в истории архитектуры характеризуется своими особенностями градостроительной композиции [6], которая зависит как от предназначений города, иногда даже отдельного здания, так и от уровня научно-технического развития строительной техники. При этом зрительное (эстетическое) восприятие образа города и отдельных его районов (композиций) во многом зависит от облика непосредственно обозримых градостроительных образований. Поэтому предложение К.К. Хачатрянц и В.В. Вашкевича [9] вводить в сложные средства визуальной композиции типологию по характеру линий контуров силуэтов города или отдельных его районов (по системе Г.В. Рожкова и Н.М. Добряк [14]) представляется весьма интересным. Согласно этой системе, по характеру линии контуры силуэта можно разделить на пять классов (видов): интенсивно-контрастный (рис. 1, а); контрастный (рис. 1, б); умеренно-контрастный (рис. 1, в); нюансный (рис. 1, г) и ровный (рис. 1, д).

Однако чисто качественная (эстетическая или органолептическая) оценка каждого из силуэтных классов делает такую классификацию весьма расплывчатой, т.к. каждый человек в зависимости от условий его пребывания в определенной среде (природной, социальной, техногенной и др.), уровня образования и эстетического воспитания может воспринимать силуэт градостроительной композиции по-разному. Характерным примером служат особенности экспертного и социологического способов оценки качества продукции, используемые в квалиметрии [15]. Недаром экспертный способ нашел широкое применение при оценке потребительских товаров (дегустация), в спорте, дизайне и многих других областях человеческой деятельности.

В оценке архитектурных композиций улиц и районов главную роль играет зрительное восприятие, а также визуальные свойства узлов, акцентов и обликов улиц, о чем говорится в автореферате диссертации В.В. Вашкевича [16]. Правда, в нем не приведено ни одной количественной характеристики эффективности архитектурной композиции.

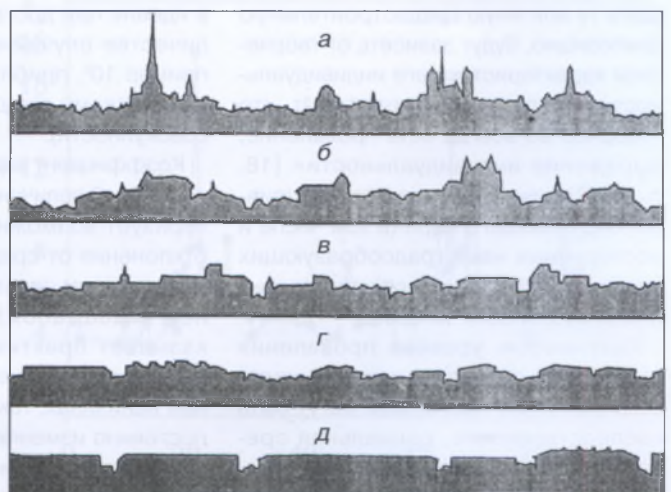


Рис. 1. Контурь обозримых градостроительных образований



Мы живем в мире вероятностей, которые подчиняются определенным закономерностям, хотя причинно-следственные связи зачастую играют определяющую роль. Даже чувственное состояние человека во многом зависит от окружающих его вероятностей. Так, при вероятности реализации опасных для жизни и здоровья человека условий более  $10^{-3}$ – $10^{-4}$  он начинает чувствовать себя беспокойно. Такой уровень вероятности опасности, если человек об этом знает или догадывается, резко ухудшает самочувствие и вызывает определенные особенности его поведения. Поэтому стохастические численные оценки различных процессов и ощущений зачастую бывают наиболее правильными, а главное, определенными.

Из вышеизложенного следует, что если не оценивать визуальный силуэт градостроительной композиции каким-то количественным показателем, то характеристика силуэта во многом будет зависеть от индивидуальных особенностей смотрящего.

Согласно современной психолого-педагогической трактовке, индивидуальность человека состоит из восьми сфер: мотивационной, эмоциональной, интеллектуальной, этической, волевой, сферы саморегуляции, предметно-практической и экзистенциальной [17]. Все они находятся во взаимосвязи и взаимообусловленности, что определяет индивидуальные проявления человека как его устойчивую характеристику и как уникальное явление биосоциокультурного свойства. Впечатления человека, воспринимающего ту или иную градостроительную композицию, будут зависеть от творческой характеристики его индивидуальности. Исследователи отмечают, что «творчество всегда есть проявление, выражение индивидуальности» [18, с. 25]. Творческий характер восприятия окружающего мира (в том числе и исследуемых нами градообразующих силуэтов) есть способ существования индивидуальности человека.

Разумеется, уровень проявления творческих свойств у каждого человека различен. Причинами могут быть наследственность, социальная среда, род профессиональной деятельности и т.д. Точка зрения, согласно которой творческая деятельность

присуща лишь избранным, несостоятельна, а тот факт, что не все люди работают творчески, объясняется не внутренними психологическими причинами, а воспитанными и укоренившимися привычками следовать чужим указаниям [18].

Обобщая черты творческих людей, выделим богатую фантазию, восторженное и заинтересованное отношение к новому решению (Э. Торренс и Л. Холл); любознательность (К. Тейлор); комбинирование и варьирование, потребность в информации, умение удивляться происходящему, открытость к окружающему миру, готовность отказаться от привычных способов решения или поведения (Х.Г. Мелхорн, Ф. Кликс).

Именно поэтому при визуальной оценке человеком силуэта градостроительной композиции существенную роль играет не только наличие каких-то отдельных отличающихся по высоте и конфигурации зданий и сооружений (телевизионные, водонапорные и прочие технические сооружения), но и общее изменение (колебание) контура.

Если представить видимую линию силуэта в качестве кривой, описывающей какой-то стохастический (вероятностный) процесс, то для количественной характеристики можно использовать общеизвестные показатели: среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ) и коэффициент вариации ( $K_v$ ).

Среднее квадратическое отклонение имеет размерность характеризуемой величины и показывает возможные абсолютные отклонения от среднего значения ( $\bar{X}$  – выборочная средняя в идеале при достаточно большом количестве случайных измерений, например  $10^3$ , приближающаяся к математическому ожиданию генеральной совокупности).

Коэффициент вариации является безразмерной величиной ( $K_v = \sigma/\bar{X}$ ) и характеризует возможные относительные отклонения от среднего значения, которое в этом случае становится уровнем (масштабом) отсчета. Как показывает практика, человек лучше воспринимает изменения в относительных величинах, так как живет в мире с постоянно изменяющимися (пульсирующими) условиями. Поэтому человеческое восприятие визуально более положительно оценивает относительные

колебания силуэта градостроительной композиции, в котором присутствуют многие компоненты спектра, а не только отдельные резко выделяющиеся по высоте здания и сооружения.

Поэтому для количественной (стохастической) оценки визуального силуэта градостроительной композиции наиболее подходит величина коэффициента вариации  $K_v$ , расчет которого технически весьма прост.

Коэффициент вариации, предложенный К. Пирсоном около 100 лет назад, является часто употребляемым показателем относительной изменчивости. Этот коэффициент в основном имеет прикладное значение и впервые в качестве главного параметра был использован в монографии С.Н. Осипова [19] и его докторской диссертации.

При математическом обосновании методов математической статистики понятие коэффициента вариации обычно не используется [20, 21 и др.], так как является частным от деления величины среднеквадратического отклонения на среднее значение определяемого параметра.

Однако коэффициент вариации обладает по меньшей мере двумя положительными свойствами: во-первых, безразмерностью, что позволяет использовать его при сравнении мер рассеивания или разброса значений любых групп наблюдений, во-вторых – относительностью к среднему значению, что позволяет оценивать его в процентах или долях единицы. Поэтому во многих случаях коэффициент вариации находит прикладное применение [22, 23 и др.].

В некоторых научно-популярных изданиях понятие коэффициента вариации используется под другими названиями. Например, в [24, с. 177] отношение квадратного корня из квадратичной флуктуации к среднему значению величины называется относительной флуктуацией величины, что фактически является коэффициентом вариации.

Однако определение расчетных точек на силуэте градостроительной композиции вызывает много вопросов, т.к. величина  $K_v$  зависит не только от значений величин, но и от ее повторяемости. Так, наличие даже одной останкинской телебашни на фоне ровного силуэта (рис. 1, д) не переведет его

в разряд интенсивно-контрастного и при обычном определении  $K_b$  с достаточно малым шагом квантования контура по горизонтали ненамного увеличит значение  $K_b$ . При этом высота такой башни может значительно выйти за пределы  $3\sigma$ , так как распределение измеренных высот не будет соответствовать нормальному закону распределения или близкому к нему по форме из-за большой краевой асимметрии.

Особенность визуального восприятия силуэта градостроительной композиции, по-видимому, заключается в том, что она воспринимается в двух, а зачастую в трех измерениях с определенной пространственной глубиной. Ведь недаром человек обладает стереоскопическим зрением. Чтобы излишне не усложнять схему расчета, остановимся на плоском изображении силуэта градостроительной композиции.

В первом, наиболее простом варианте в качестве расчетных точек принимаются все изменения направления линий контура силуэта под углом более 45 и менее 135 угловых градусов. При этом считается, что изменение направления линии контура силуэта градостроительной композиции вне обозначенных углов воспринимается человеческим сознанием как несущественная волнистость.

При стохастической оценке линий контуров силуэтов градостроительных образований всегда возникает вопрос правильной оценки вертикальных размеров. Здесь на помощь приходит возможность использования относительных размеров при определении величины коэффициента вариации.

За 100 или любое другое число условных единиц длины можно принять горизонтальный размер оцениваемого силуэта и затем в этих единицах измерять вертикальные размеры между различными точками контура и фундаментом. В этом случае величина коэффициента вариации определяется из выражения

$$K_b = \frac{\sigma_y}{\bar{x}_y}$$

где  $\bar{x}_y$  – средняя величина измеренных величин вертикальных расстояний от точек контура до фундамента в условных единицах;  $\sigma_y$  – среднеквадратическое отклонение измеренных величин  $x_{y,i}$  от средней величины

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum (x_{y,i} - \bar{x}_y)^2}{n - 1}}$$

где  $n$  – количество измерений;  $x_{y,i}$  – количество условных единиц в каждом  $i$ -м измерении.

Таким образом, с помощью применения условных величин можно определить (рассчитать) коэффициент вариации любой случайной совокупности однородных величин.

В нашем случае горизонтальный размер рис. 1 приравнен к 100 единицам, а все вертикальные размеры измерялись в этом условном масштабе. Для построения закона распределения плотности случайных значений линий контуров силуэтов каждого варианта (а, б, в, г, д) все размеры  $l_y$  разделены на 50 интервалов в каждом из которых определено среднее значение  $x_y$ . Таким образом, для каждого варианта линий контуров силуэтов получено по 50 значе-

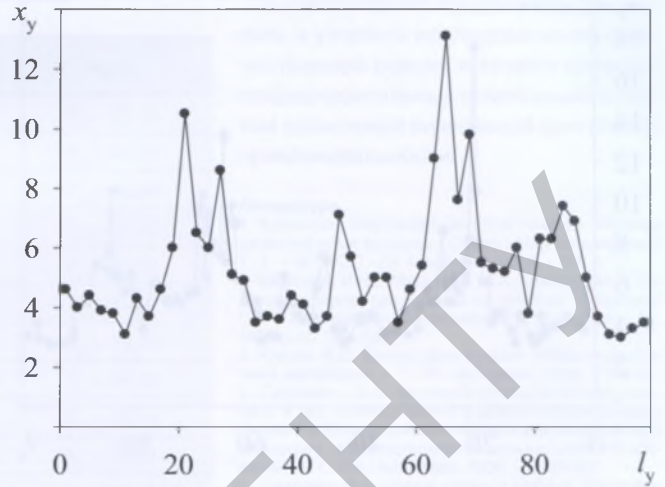


Рис. 2. Изменение средних поинтервальных значений  $x_y$  по длине интенсивно-контрастного контура (рис. 1, а) градостроительной композиции

ний  $x_y$ . Для наглядности на рис. 2 в виде точек приведено расположение 50 средних значений интервалов для интенсивно-контрастного силуэта с рис. 1, а.

Однако в значительном числе случаев, особенно при наличии в каком-либо интервале готических или иных высотных шпилей, средние значения  $x_y$  в интервалах как бы сглаживают линии контура силуэта. Для примера можно привести среднюю величину высоты контура силуэта 21-го интервала в размере 10,5 у.е. при реальной высоте шпиля в этом интервале в размере 17,5 у.е.

Поэтому для всех вариантов линий контуров силуэтов градостроительных композиций дополнительно к интервальной оценке высот контуров силуэтов произведена высотная оценка характерных точек, к которым отнесены все выступающие в любую сторону конструкции (башни, шпили, ниши и др.) и перегибы с резко выраженным углом. Все характерные точки для интенсивно-контрастного контура силуэта и приведенного на рис. 1, а представлены на рис. 3.

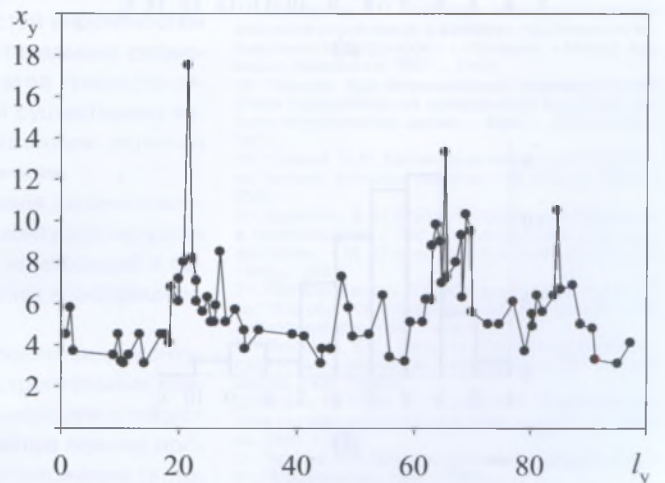


Рис. 3. Изменение значений  $x_y$  характерных точек по длине интенсивно-контрастного контура (рис. 1, а) градостроительной композиции



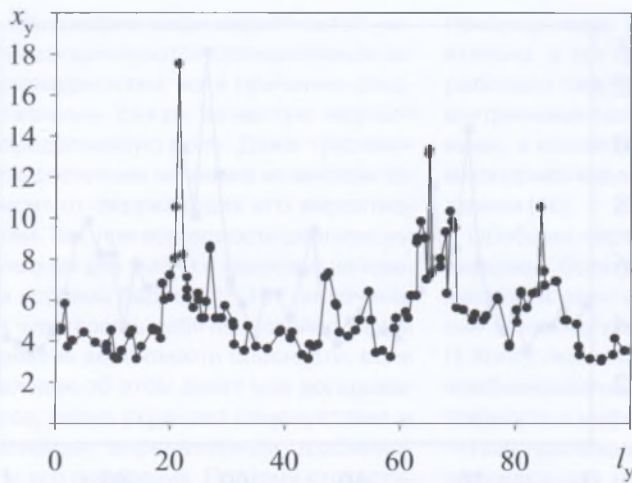


Рис. 4. Изменение значений  $x_y$  при смещении поинтервальных и в виде характерных точек по длине интенсивно-контрастного контура (рис. 1, а) градостроительной композиции

Если ранее (рис. 2) рассмотрены значения  $x_y$  в 50 интервалах, то характерных точек (рис. 3) оказалось 77. То же самое сделано для всех вариантов контуров силуэтов (рис. 1).

Для полноты картины используется сумма данных по интервалам и характерным точкам (рис. 4) для всех вариантов

контуров силуэтов градостроительных композиций, представленных на рис. 1.

По результатам измерений проведены необходимые расчеты. Самые необходимые данные приведены в таблице, из которой видно, что наибольшие коэффициенты вариации характерны для интенсивно-контрастного и контрастного видов контуров силуэтов (рис. 1, а, б). При этом различие в величинах  $K_v$  по сравнению с остальными тремя видами (умеренно-контрастным, нюансным и ровным) составляет 2–3 раза, что весьма существенно. В целом величины коэффициентов вариации для всех видов изменяются от 11,2 до 41,2%, т.е. почти в 4 раза.

Весьма интересными могут оказаться формы плотностей вероятностей распределения количеств значений  $x_y$  для различных видов градостроительных композиций. Такие расчеты произведены для интервального определения высот линий контуров силуэтов и графически представлены на рис. 5. При этом использованы интервалы по  $x_y$  в размере 1 у.е., а изменение количества случаев аналогично изменению вероятностей реализации.

Как видно из рис. 5, виды форм распределения значений  $x_y$  существенно изменяются с ростом величин  $K_v$  при переходе видов контуров силуэтов от -д- до -а- (рис. 1). Такое последовательное изменение формораспределений может оказаться характерным для статистических распределений биномиального [25, с. 28], Пуассона [5, с. 41],

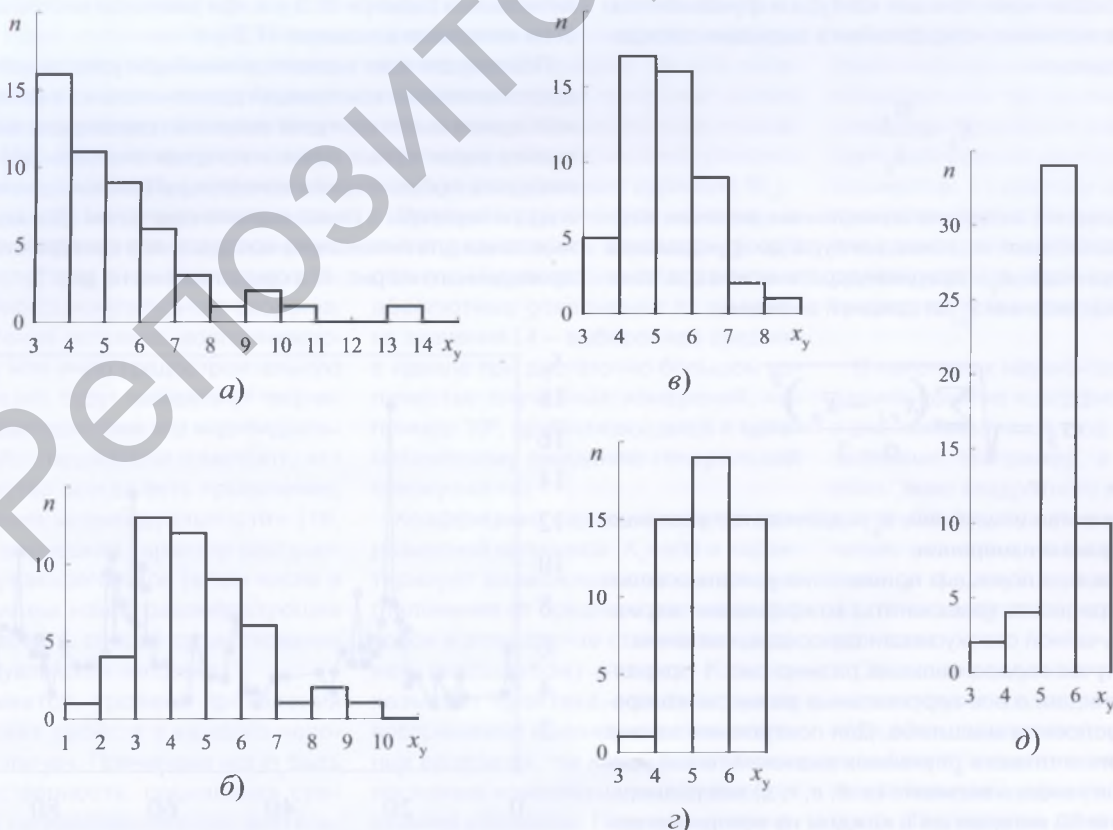


Рис. 5. Распределение количеств значений расстояний от фундаментов до линий контуров силуэтов различных видов градостроительных композиций: а – интенсивно-контрастный; б – контрастный; в – умеренно-контрастный; г – нюансный; д – ровный

### Результаты определений стохастических характеристик линий контуров силуэтов градостроительных композиций, приведенных на рис. 1

Виды линий контуров силуэтов		Количество определений	$\bar{X}$	$K_{\alpha}, \%$
Интенсивно-контрастный	Интервалы	50	5,29	$K_{\alpha_1} = 39,54$
	Характерные точки	77	5,90	$K_{\alpha_2} = 41,23$
	Совместно	127	5,66	$K_{\alpha_3} = 40,90$
Контрастный	Интервалы	50	4,67	$K_{\alpha_1} = 35,62$
	Характерные точки	68	4,81	$K_{\alpha_2} = 39,11$
	Совместно	118	4,75	$K_{\alpha_3} = 37,60$
Умеренно-контрастный	Интервалы	50	5,21	$K_{\alpha_1} = 19,34$
	Характерные точки	66	5,15	$K_{\alpha_2} = 24,26$
	Совместно	116	5,18	$K_{\alpha_3} = 22,16$
Нюансный	Интервалы	50	5,41	$K_{\alpha_1} = 14,01$
	Характерные точки	59	5,27	$K_{\alpha_2} = 16,08$
	Совместно	109	5,33	$K_{\alpha_3} = 15,13$
Ровный	Интервалы	50	5,81	$K_{\alpha_1} = 11,23$
	Характерные точки	33	5,33	$K_{\alpha_2} = 14,19$
	Совместно	83	5,62	$K_{\alpha_3} = 12,48$

$\chi^2$  [5, с. 62] или бета-распределения [5, с. 75]. При этом диапазон изменения величин  $\chi_y$  при переходе видов контуров силуэтов от -а- до -г- уменьшается с  $(13,1 - 3,1) = 10$  у.е. до  $(7,9 - 3,5) = 4,4$  у.е., что существенно сказывается на зрительном восприятии большинства людей.

Учитывая изменение величины коэффициентов вариации всех видов контуров силуэтов от 11,3 до 41,23% (см. таблицу) и проанализировав их характер по представленной в [9, 14] системе, авторы предлагают следующую количественную классификацию:

1. Плоский при  $5\% \leq K_{\alpha} < 15\%$ ;
2. Волнистый при  $15\% \leq K_{\alpha} < 25\%$ ;
3. Сильноволнистый при  $25\% \leq K_{\alpha} < 35\%$ ;
4. Контрастный при  $35\% \leq K_{\alpha} < 45\%$ ;
5. Интенсивно-контрастный при  $K_{\alpha} \geq 45\%$ .

Необходимо отметить, что изложенное в данной статье является первой попыткой использования стохастических показателей для количественной характеристики контуров силуэта градостроительной композиции и поэтому нуждается в дальнейшей более глубокой и широкой проработке. Кроме того, рассматривалась только плоская картина визуального восприятия человеком зрением линий силуэтов, а во многих случаях это восприятие име-

ет пространственную картину, которую следует исследовать дополнительно.

### Выводы

1. Предложена принципиально новая методика количественной оценки контуров силуэтов градостроительных композиций при помощи коэффициента вариации.

2. Для количественной оценки контуров силуэтов градостроительных композиций можно использовать методики интервального и по характерным точкам определения величин коэффициентов вариаций.

3. Формы плотностей вероятностей распределений вертикальных размеров контуров силуэтов градостроительных композиций существенно изменяются с уменьшением величин коэффициентов вариации.

4. Предложена новая количественная классификация контуров силуэтов градостроительных композиций в зависимости от величины коэффициента вариации.

5. Приведены плоские виды контуров силуэтов градостроительных композиций, но в дальнейшем следует рассмотреть возможные оценки пространственного расположения (в несколько рядов) зданий возрастающей этажности.

6. Необходимо продолжить, расширить и углубить исследования по количественной оценке контуров силуэтов градостроительных композиций с учетом возможной визуальной зрительной привлекательности.

### Литература

1. Корбилан, Фернандо. Золотое сечение. Математический язык красоты / Серия «Мир математики». Т. 1. – М.: ООО «Де Агостини», 2014. – 160 с.
2. Шевелев, И.Ш., Морутаев, М.А., Шмелев, И.П. Золотое сечение: три взгляда на природу гармонии // Сб. «Гармония как закономерность природы». – М., 1990. – С. 130–233.
3. Клюев, А.С. Философия музыки. Избранные статьи и материалы. – С.-Пб.: Астерион, 2009. – 150 с.
4. Синкевич, В.А. Звуковой стохастический резонанс и его использование в реабилитации // Материалы 1-й Всероссийской научно-практической конференции «Музыкотерапия в музыкальном образовании». – С.-Пб.: Астерион, 2008. – С. 28–33.
5. Синкевич, В.А. Шум и «глас» в Библии. Христианская антология шума и психофизиология. Психофизиология православных песнопений (музыкальная психотерапия) // Сб. «Звуковой стохастический резонанс». – С.-Пб.: Астерион, 2008. – 126 с.
6. Кожар, Н.В. Поиски «стиля эпохи» западноевропейской архитектурной теории 1830–1850 гг. и начало «современной архитектуры» / Н.В. Кожар // Вестник БГПА. – 2002. – № 3. – С. 3–5.
7. Арбонес, Хавьер. Милруд, Пабло. Числа – основа гармонии. Музыка и математика / Серия «Мир математики». Т. 12. – М.: ООО «Де Агостини», 2014. – 160 с.
8. Касальдеррей, Франсиско Мартин. Обман чувств. Наука о перцептиве / Серия «Мир математики». Т. 16. – М.: ООО «Де Агостини», 2014. – 180 с.
9. Хачатрянц, К.К. О средствах и приемах градостроительной композиции / К.К. Хачатрянц, В.В. Вашкевич // Вестник БГПА. – 2002. – № 3. – С. 20–22
10. Кринский, В.Ф., Ламшоф, И.В., Туркус, М.А. Элементы архитектурно-пространственной композиции. – М.: Стройиздат, 1968. – 168 с.
11. Градостроительство и территориальная планировка: Понятно-терминологический словарь. – Минск, 1999. – 190 с.
12. Ярина, З.Н. Эстетика города. – М.: Стройиздат, 1991. – 324 с.
13. Шимко, В.Т. Архитектурное формирование городской среды. – М.: Высшая школа, 1990. – 223 с.
14. Рожков, Г.В., Добряк, Н.М. Требования к формированию композиции жилой застройки с учетом визуальных условий. II. Формирование архитектурно-пространственного своеобразия районов жилищного строительства. – Киев, 1998. – С. 26.
15. Устерман, Л. Руководство по экспертным системам. – М.: Мир, 1989. – 338 с.
16. Вашкевич, В.В. Архитектурная композиция улиц в районах массовой жилой застройки (на примере Минска). Автореф. дисс. ... канд. архитектуры. – Минск: БНТУ, 2004. – 30 с.
17. Гончарова, Е.П. Развитие творческой индивидуальности школьников в условиях профильного музыкально-педагогического обучения. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2007. – 416 с.
18. Торхова, А.В. Формирование индивидуального стиля педагогической деятельности будущего учителя: теоретический аспект. – Минск: БГПУ, 2004. – 141 с.
19. Осипов, С.Н. Метановыделение при разработке пологих угольных пластов. – М.: Недра, 1964. – 256 с.
20. Браунли, К.А. Статистические исследования в производстве / Под ред. академика А.Н. Колмогорова. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1949. – 228 с.
21. Ван дер Варден, Б.Л. Математическая статистика / Под ред. Н.В. Смирнова. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1960. – 436 с.
22. Вентцель, Е.С., Овчаров, Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. – М.: Высшая школа, 2000. – 480 с.
23. Корн, Г., Корн, Т. Справочник по математике (для научных работников и инженеров). – М.: Наука, 1968. – 720 с.
24. Тарасов, Л.В. Мир, построенный на вероятности. – М.: Просвещение, 1984. – 192 с.
25. Хастингс, Н., Пликок, Дж. Справочник по статистическим распределениям. – М.: Статистика, 1980. – 96 с.