

Ссылка для цитирования:

Ткачук А. Э., Сотникова О. А., Гойкалов А. Н. Метод оценки характеристик архитектурного освещения зданий // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2021. № 2 (36). С. 47–53.

УДК 72.013

DOI 10.52684/2312-3702-2021-36-2-53-58

**ПРИНЦИПЫ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ И КОМПОЗИЦИИ
В МУЗЫКЕ И АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЕ**

Н. А. Новинская, А. И. Кузякина

Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Россия

В статье рассмотрены такие сферы искусства, как архитектура и музыка, выявлены их основные принципы структурной организации. Проведен анализ изменения и развития этих принципов на различных этапах становления человеческой культуры, от первобытного искусства до современности. Исследовано понимание гармонии и эстетики в различных культурах. На примере античного искусства рассмотрены простейшие “законы” гармонии: симметрия, пропорция, ритм. Рассмотрена история пропорции золотого сечения и её воплощение в произведениях искусства возрождения. Приведён расчёт нахождения точки золотого сечения в “Хроматической фантазии” И. С. Баха. Рассмотрено становление и развитие фрактальной эстетики в современном искусстве на примере архитектурных сооружений и музыкальных произведений современных композиторов.

Ключевые слова: архитектура, музыка, гармония, пропорция, золотое сечение, симметрия, ритм.

**PRINCIPLES OF STRUCTURAL ORGANIZATION AND COMPOSITION
IN MUSIC AND ARCHITECTURAL ENVIRONMENT**

N. A. Novinskaya, A. I. Kuzyakina

Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russia

The article explores the basic principles of the structural organisation in music and architecture. We analyze development and transformation of these principles through the various stages of human culture from ancient times to the present. We explore understanding of harmony and aesthetics in different cultures. We review the basic rules of harmony taking the art of ancient Greece and Rome as an example. We review the history of the Golden Ratio and its realisation in practice. The central section gives the calculation of the Golden Ratio in the J. S. Bach’s Chromatic Fantasia in D minor. Finally, we describe the formation and development of the fractal aesthetics and give the examples of fractal art in architecture and music.

Keywords: architecture, music, harmony, proportion, golden ratio, symmetry, rhythm.

Что сближает такие сферы искусства, как музыка и архитектура? Прежде всего, дадим опровержение мнению, что архитектура статична, а музыка динамична. Архитектурные объекты, создающиеся как статичные, тем не менее никогда таковыми не являются. Они не существуют без окружающей их среды и формируются под её воздействием. Солнечный свет, ветер, человек меняют наше восприятие здания, следовательно, можно сказать, что как музыка динамична во времени, так архитектура динамична в пространстве [1].

Трудности эстетической оценки искусства заключаются прежде всего в том, что оно рассматривается, с одной стороны, через призму субъективного восприятия как отдельного человека, так и различных социальных групп, а с другой через попытку выявления определенных закономерностей, «законов» красоты. Поскольку архитектура и музыка являются абстрактными формами искусства, для нас они представляют наибольший интерес в определении критериев гармоничного построения структуры.

Через всю античную философию проходит идея о гармонии как о единстве и противостоянии двух начал, Космоса и Хаоса. Здесь понимание эстетики исходит из представления о мироздании как о воплощении красоты и порядка. Древними греками были выявлены основные принципы, «законы» красоты природного мира,

на которых построены образцы античного искусства: симметрия, пропорция, ритм [1].

В современной науке симметрию понимают как организованную структуру, важнейшим принципом которой является инвариантность (неизменность) по отношению к определённым преобразованиям. В природе мы находим соблюдение принципов сферической, конической, билатеральной (двусторонней) симметрии. Примеры следования зеркальной симметрии можно встретить еще в первобытной культуре (рис. 1–3).



Билатеральная симметрия в искусстве неолита
Рис. 1. Рельеф с символическим изображением из Каstellуччо (Сицилия). Известняк. Ок. 1800–1400 до н.э. Национальный



Билатеральная симметрия в мегалитической архитектуре.
Рис. 2. Дольмен. г. Пиада

археологический музей
Сиракузы



Рис. 3. Билатеральная симметрия в архитектуре Древнего Египта.

Храм Рамзеса II в Абу-Симбеле. Первая половина XIII в. до н. э.

В античной культуре билатерально симметричный человек был признан «мерой всех вещей» (Протагор). Греческий ордер повторяет симметрию и пропорции человеческого тела. Вертикальная ось человека – главное отличие его от животного – переносится в колонну классического храма.

Господство симметрии в природе во многом объясняет связь симметрии с эстетикой. Сила тяжести создает вертикальное направление плоскости симметрии, что объясняет более благоприятное восприятие человеком вертикальных ритмических рядов по сравнению с горизонтальными и, соответственно, их широкое распространение в архитектуре. В частности, этот принцип находит

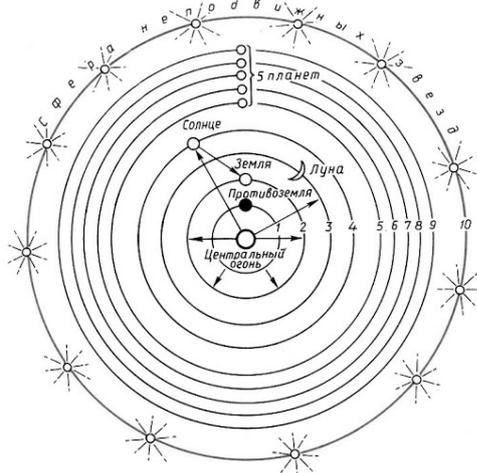


Рис. 5. Система мира по Платону

Далее перейдем к рассмотрению еще одного основополагающего «закона» гармонии – ритма. Здесь также очевидна связь с естественными биологическими процессами. Весь окружающий

воплощение в построении колоннады портика древнегреческих храмов.



Рис. 4. Вертикальная симметрия в архитектуре Древней Греции. Парфенон. Акрополь, Афины

Высшей формой симметрии является сферическая. Симметричны все космические тела, на которые действует сила гравитации. В пифагорейской школе существовало понятие «гармония сфер» – музыка, создаваемая движением планет и небесных сфер. Пропорция расстояния между сферами совпадает с пропорцией звукоряда музыкальной гаммы. Само же музыкальное искусство рождается как подражание звучанию Космоса и потому так приятно человеческому слуху.

Эта система получила развитие в теории гептахорда Платона. Гармонию небесных сфер он описывает следующим числовым рядом: 1 2 3 4 9 8 27. Этот гептахорд содержит все основные интервальные коэффициенты пифагоровой гаммы, на основе которых можно рассчитать построение любого лада: октаву (2/1), квинту (3/2), кварту (4/3), тон (9/8) и полутон ((8/27)*(8/9)*2*2))[1].

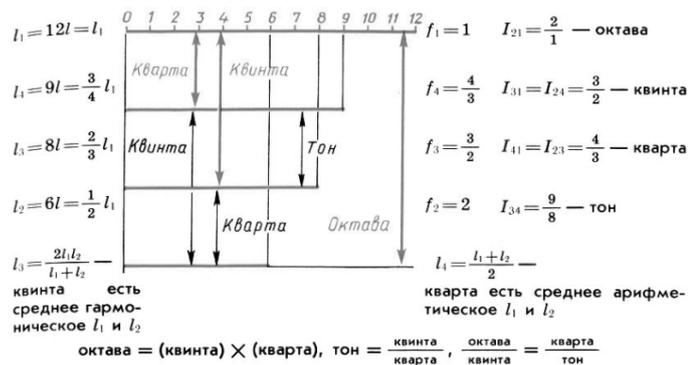


Рис. 6. Расчет получения интервальных коэффициентов пифагоровой гаммы. На рисунке показано деление струны на части, позволяющее получить совершенные консонансы: октаву, квинту, кварту. Под консонансами здесь понимается гармоничное сочетание двух звуков

нас мир цикличен, следовательно, подчинен законам ритма: приливы и отливы, смена времени суток и времен года, солнечная активность, собственно биоритмы человека [3]. Истоки

воплощения ритмического принципа в искусстве находим еще в эпоху палеолита: различные предметы первобытные люди украшали упорядоченными метрическими рядами пятен и отверстий [4]. Еще до появления музыкальных инструментов использовались ритмичные хлоп-ки и удары как аккомпанемент напевам.

В Древней Греции ритм осмысливается как один из основных принципов гармонии. Античный термин «rhythmos» связан, как известно, не только с музыкой, но и со статическими на первый взгляд искусствами, такими как архитектура и скульптура. [2] Его этимология восходит к греческому глаголу «rheo» – течь, то есть само происхождение указывает на динамическую природу слова. Здесь следует прояснить античное понимание движения. Обратившись к трудам греческого грамматика Харизия, находим: «мы говорим о ритме в колонне или в портике». Помимо очевидного значения движения как формы организации течения времени, здесь ритм понимается как структура материи.

Ранее мы уже рассматривали портики греческих храмов как вертикальные ритмические ряды. В Древнем Риме получили распространение метрические последовательности арочных проемов – аркады [5].

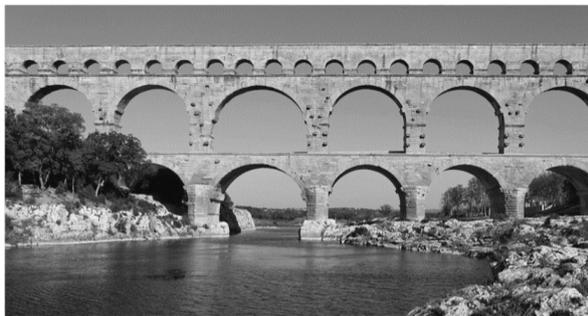


Рис. 7. Акведук Пон-дю-Гар (Франция; I в. н. э.)

Простейшее толкование ритма в музыке берет своё начало в связи с биологическими ритмами человека. Размеренность дыхания соотносится с музыкальной «клеткой» – тактом. Кроме того, существуют и другие толкования. Античная теория ритма описывается, в частности, в трактате Августина «О музыке». Поставив своей целью составить совершенный учебник музыкальной ритмики, Августин дал этой системе философское и грамматическое обоснование. Он возводит все метрические единицы к единым основаниям – числам [6]. Такая унификация не даёт полной картины практической стороны музыки античности, но позволяет создать представление о существовавшем способе музыкального мышления.

Ранее были рассмотрены наиболее простые структурные принципы, существовавшие в ранний период становления культуры.

Продвигаясь в хронологической последовательности, мы увидим, как постепенно господство Космоса нарушается иррациональными соотношениями, приводя в конечном итоге к гармонии Порядка и Хаоса друг в друге.

Всю историю искусства пронизывает пропорция золотого сечения. Анализ памятников архитектуры позволяет сделать предположение, что этот принцип был известен еще древним египтянам. Упоминание о золотом делении можно встретить в «Началах» Евклида. Однако, несмотря на множество исследований, пока нельзя доподлинно определить, опирались ли архитекторы античности на пропорцию золотого сечения.

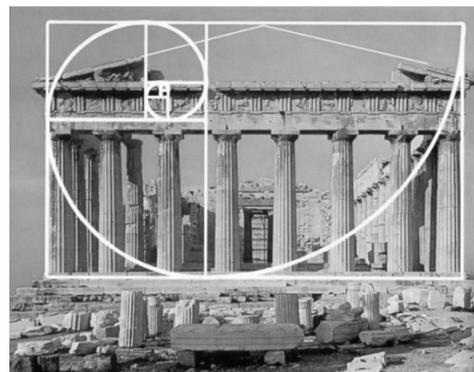


Рис. 8. Анализ архитектуры Парфенона через пропорцию золотого сечения

Эта пропорция является продолжением и развитием принципа симметрии. Золотое сечение понимается как деление отрезка на две части, причем меньшая относится к большей так, как большая часть относится ко всей длине отрезка. Так, можно утверждать, она есть один из видов симметрии, а именно, согласно современным представлениям, асимметричная симметрия.

Книга Луки Пачоли «О божественной пропорции», проиллюстрированная Леонардо да Винчи, дала новое рождение пропорции золотого сечения. Для художников и архитекторов Ренессанса этот принцип лег в основу понимания гармонии композиции. Дальнейшие открытия позволили обнаружить золотое сечение в различных явлениях природы, которая естественным образом является для человека мерой красоты и гармонии. Это объясняет последующее развитие идеи золотого сечения в различных сферах искусства.

Исследованию пропорции золотого сечения в музыке посвящены статьи русского музыковеда Э.К. Розенова. Он утверждал, что с законами золотой пропорции связана структура музыкального произведения, соразмерность его частей, наступление кульминации. В работе «Закон золотого сечения в поэзии и музыке» Розенов среди образцовых по форме произведений называет Хроматическую фантазию, а также некоторые прелюдии и фуги из сборника «Хорошо

темперированный клавир» И.С. Баха. Обратимся к приведенному Розеновым анализу Хроматической фантазии ре минор. Опустим здесь уравнения вычисления коэффициента золотого сечения и сразу приведем его числовое значение. Коэффициент (h) представлен в виде непрерывной десятичной дроби $h = 0,618034\dots(5)$. Соответственно, для получения точки золотого сечения какого-либо произведения достаточно умножить его объем (A) на коэффициент h . В качестве

единицы объема здесь выступает не такт, а четверть. Умножив количество тактов (79) на количество четвертей в одном такте (4), получим 316. Произведение 316 на коэффициент $h = 0,618^*$ даёт точку золотого сечения $A \cdot h = 195,288$. То есть, согласно расчету, точка золотого сечения приходится на 195 четверть от начала произведения.

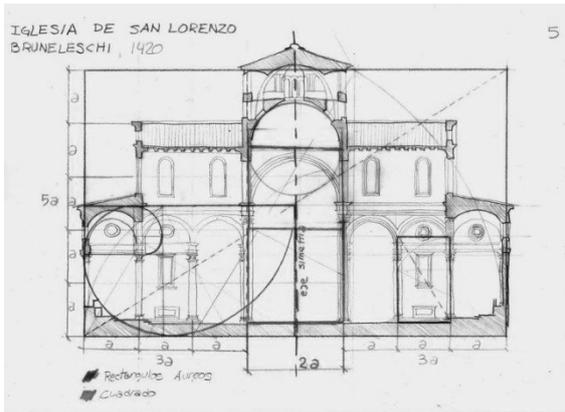


Рис. 9. Базилика Сан-Лоренцо. Архитектор Брунеллески

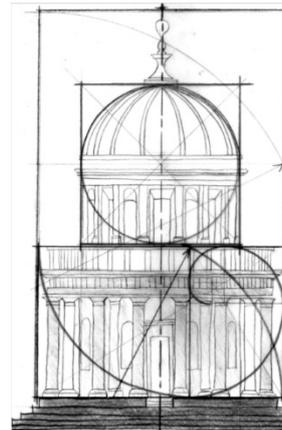


Рис. 10. Темплетто, Италия. Архитектор Д. Браманте, 1500

Золотое сечение в архитектуре Возрождения

Вернемся к Хроматической фантазии. Структурно её можно разделить на две смысловые части. Первая из них состоит из ряда арпеджированных аккордов и заканчивается на доминантовом аккорде с фермой (задержанием) в разрешении, подводящем ко второму разделу сочинения, состоящему из выразительных речитативов [7]. Рассчитанная ранее точка золотого сечения точно совпадает с паузой после фермы, приходящейся на 195-ю четвертную долю и отделяющей первый раздел фантазии от второго.



Рис. 11. Хроматическая фантазия d-moll, И. С. Бах

Далее Розенов приводит более детальный анализ каждой из частей, кульминация которых также совпадает с точками золотого сечения.

В дальнейшем развитии искусства мы находим различные варианты пропорционирования, лежащие в основе гармонии. В частности, модуль Ле Корбюзье развивает принцип антропоморфных мер, существующий с начала становления культуры.

В современном искусстве роль основного формообразующего элемента переходит к фракталам. Становление фрактальной теории в XX веке связано с именем Бенуа Мендельброта,

открывшего законы порядка в хаотичных на первый взгляд структурах. Фракталами он называет структуры, обладающие в первую очередь принципом самоподобия, а также изломанностью. Исследования Мендельброта поменяли взгляд на явления, которые до этого времени воспринимались как дефекты в гармонии мироздания. Признаки фрактальных структур он обнаружил в изломах береговой линии, горных массивах и облаках. Таким образом, эстетика фракталов состоит в их пограничном положении по отношению к Космосу и Хаосу, [1] в балансировании на границе рационального и иррационального.

В 1984 г. институтом Гёте была организована выставка «Границы Хаоса», где в качестве художественных работ выступали изображения фрактальных структур, созданные учеными Бременского университета. Это стало первым шагом на пути становления фракталов как эстетического феномена. На рубеже XX и XXI веков появляется термин "scienceart" (научное искусство) – направление, переносящее достижения современной науки в различные сферы искусства.

Фрактальность в современной архитектуре воплощается как в моделировании архитектурной формы, так и в градостроительной практике. Формообразование осуществляется двумя способами. Первый из них, наиболее простой, предполагает использование существующих фракталов.

На основе «квадрата Серпинского» создан проект Здания штаб-квартиры Fuji TV на острове Одайба (рис. 12, 13) [8]. Фасад Большого Египетского музея в Гизе повторяет принцип построения геометрического фрактала «Треугольник Серпинского».

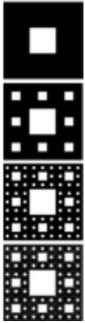


Рис. 12. Квадрат Серпинского с различным числом итераций



Рис. 13. Здание штаб-квартиры Fuji TV на острове Одайба, Япония. Архитектор Кендзо Танге

Менее распространенным методом является фрактальное алгоритмическое моделирование. В таких проектах архитекторы применяют собственные оригинальные структуры, которые не



Рис. 14. Музей Гуггенхайма в Бильбао, Испания. Архитектор Френк Гери, 1997

являются природными, но подчиняются тем же законам. По этому принципу созданы Музей Гуггенхайма в Бильбао, Тропический парк «Сады у Залива» в Сингапуре.

В современной музыке фрактальные структуры открывают новые возможности для построения ткани музыкального произведения. Чаще всего используются алгебраические и стохастические фракталы [9]. Последние содержат в себе элемент случайности, позволяя внести энтропию в упорядоченную систему музыкального произведения. В настоящее время выделяют 4 способа создания фрактальной композиции [9], мы же здесь остановимся на некоторых из них. Наиболее простым является конвертация графического изображения в музыкальную форму. Возможность осуществить такую конвертацию представляют различные компьютерные программы, в частности, «Хорошо темперированный фрактал» Р. Гринхауза, [9] генерирующий материал на основе фрактала Иванова. Этот способ представляет для нас наименьший интерес, поскольку привносит фрактальность лишь визуально, что не будет замечено сторонним слушателем.



Рис. 15. Тропический парк «Сады у залива», Сингапур. Wilkinson Eyre Architects, 2012

Ассоциативная фрактальность, представленная, например, в композиции Ч. Доджа “Profile”, позволяет достичь не только визуального, но и звукового результата. Мелодические линии здесь построены на основе генерации фрактального шума, а голоса обладают ключевым свойством фракталов – самоподобием.

Наиболее интересной трактовкой фрактальной эстетики в музыке являются музыкальные номера – перформансы. Композитор прописывает для каждого музыканта различные варианты действий (изменение мелодии, темпа,

динамики) в зависимости от случайных событий, таких как расположение зрителей в зале. Система, выстроенная таким способом, представляет собой имитацию естественных природных процессов, где структура обладает одновременно признаками порядка и случайности.

Фрактальная эстетика, в начале представлявшая интерес как синтез науки и искусства, открывает новую эпоху в истории противостояния Космоса и Хаоса, приближая человечество к пониманию природных процессов и естественных законов гармонии и красоты.

Список литературы

1. Математика и искусство, А.В. Волошинов – 2000.
2. От modulatio к модуляции: в поисках общего знаменателя, Двоскина Е. М. // Музыкальная академия. - 2004. - № 3.
3. Биоритмы: истоки пространственно-временной организации человека, Краузе Т.М.// Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports– 2008.
4. Философские основы физической и духовной гармонии человека в античном понимании ритма, Карцева Г.А., Карцев С.В.// Аналитика культурологии – 2007.

5. Архитектура: композиция и форма, С. П. Заварихин. — Москва : Издательство Юрайт – 2019.
 6. Античная теория ритма: трактат Аврелия Августина «*De musica libri sex*», Двоскина Е. М// Московская Государственная консерватория имени П. И. Чайковского - 1997.
 7. Розенов Э.К. Статьи о музыке. - М.: Музыка, 1982.
 8. Терминология нелинейной архитектуры и аспекты ее применения, Поморов С. Б., Исмаил Халед Д. Альдин // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета – 2014.
 9. Геометрия фракталов. Курс лекций, И. Н. Бекман – Москва, 2010.
 10. Эстетика архитектуры и дизайна, Е.А. Ахмедова - 2007
- Ссылки на изображения:
11. http://iskusstvu.ru/images/posobie/1_1/41.jpg
 12. http://iskusstvu.ru/images/posobie/1_1/44.jpg
 13. <https://ethnomir.ru/upload/medialibrary/e44/egypt1.jpg>
 14. <https://greekbook.ru/wp-content/uploads/2016/06/3-partenon-870x400.jpg>
 15. https://lh3.googleusercontent.com/proxy/HfaXF98JmABaseIcGk7xZAQNjDS-DWFTUAtK-VF9cZ9ujtYIA_sDXut_wXaMceqFq3t0r_gWB1jQLCzQ1Zu7yGJOx1Yeo_bzYRHTCTO_2o2wNaws
 16. https://hsto.org/getpro/habr/post_images/e0e/273/8b5/e0e2738b5790415c91e212b749284f7d.jpg
 17. <https://studme.org/htm/img/10/2009/89.png>
 18. <https://i.pinimg.com/originals/29/9a/dc/299adc9efe0cd8e823c52408d1fe6e8e.jpg>
 19. https://wiki.ead.pucv.cl/images/thumb/d/db/San_lorenz_aureo_colores_corte%2C_grupo_4.jpg/400px-San_lorenz_aureo_colores_corte%2C_grupo_4.jpg
 20. <https://market-crimea.com/wp-content/uploads/3/6/9/3695e2152ac2f4244b660f766629bca9.png>
 21. <https://ozlib.com/htm/img/9/20319/63.png>
 22. <https://moluch.ru/blmcbn/64434/64434.002.png>
 23. <https://netpulse.ru/news/arina05/fcg01.jpg>
 24. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c7/Museo_Guggenheim%2C_Bilbao_%2831273245344%29.jpg
 25. <https://i.pinimg.com/236x/bb/fa/85/bbfa85884239cca84a35388d3c3930b7--singapore-city-singapore-super-trees.jpg>

© Н. А. Новинская, А. И. Кузякина

Ссылка для цитирования:

Новинская Н. А., Кузякина А. И. Принципы структурной организации и композиции в музыке и архитектурной среде // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2021. № 2 (36). С. 53–58.

УДК 72.01

D01 10.52684/2312-3702-2021-36-2-58-62

ЭМПИРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОСПРИЯТИЯ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОСТРАНСТВА И ФОРМЫ

В. С. Салахутдинова, Н. А. Новинская

Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Россия

Создание единства архитектурной композиции из множества составляющих, происхождение целого образа – одна из основных задач архитектуры. В статье приведены результаты изучения и анализа механизмов эмпирического восприятия архитектурного пространства и формы. Выведена хронологическая последовательность исследований темы среди отечественных и зарубежных архитекторов и исследователей. Анализ существующего положения, классификация проблем, поиск имеющихся путей решения. Статья посвящена вычислению ролей различных типов человеческого восприятия архитектуры в общей системе жизнедеятельности человека. Предложена классификация психоэмоционального воздействия различных типов закономерностей архитектуры на человека. Авторы рассматривают архитектурное пространство и форму также с позиции семиотики. В завершении статьи сформулированы и обоснованы выводы работы, предложены пути применения полученных результатов.

Ключевые слова. эмпирическое восприятие, архитектура, психика, формообразование, пространство.

EMPIRICAL FEATURES OF PERCEPTION OF ARCHITECTURAL SPACE AND FORM

V. S. Salakhutdinova, N. A. Novinskaya

Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russia

The creation of the unity of the architectural composition from many components, the origin of the whole image is one of the main tasks of architecture. The article presents the results of the study and analysis of the mechanisms of empirical perception of architectural space and form. The chronological sequence of research on the topic among domestic and foreign architects and researchers has been derived. Analysis of the current situation, classification of problems, search for available solutions. The article is devoted to the calculation of the roles of various types of human perception of architecture in the general system of human life. A classification of the psychoemotional impact of various types of architecture patterns on a person is proposed. The authors consider the architectural space and form also from the standpoint of semiotics. At the end of the article, the conclusions of the work are formulated and substantiated, and ways of applying the results obtained are proposed.

Keywords. empirical perception, architecture, psyche, shaping, space.

«Восприятие, в самом общем смысле, – это целостное отражение предметов, ситуации, явлений, возникающих при непосредственном воздействии физических раздражителей на

рецепторные органы чувств [1]», – такое определение восприятию дает психолог А. Маклаков в своем учебнике после раздела «Общей психологии». Но важно разделять, что, в отличие от