

Т. В. КАРАКОВА
А. В. ДАНИЛОВА

ДИФРАКЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ПЕРФОРАЦИИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ФОРМЫ

DIFFRACTION EFFECTS OF ARTISTIC PERFORATION IN ARCHITECTURAL FORM MODELING

Проанализированы объекты архитектуры и дизайна, при проектировании которых используется прием художественной перфорации. Дифференцированы типы композиционных структур рисунка перфорации: геометрический, бионический, рисунок-символ. Рассмотрены принципы взаимодействия перфорированной плоскости со световым потоком при моделировании архитектурной формы. Проведена аналогия между дифракционной решеткой и перфорацией как идентичными структурами физических и оптических законов работы светового луча и описан эксперимент взаимодействия светового потока перфорированной плоскости с различными типами композиционных структур рисунка перфорации и простых геометрических форм. Построены и проанализированы схемы проникновения света через перфорированную плоскость всех видов моделей художественной перфорации. Сделаны выводы о широких композиционно-художественных возможностях приема перфорации и о важности результатов эксперимента в архитектуре, строительстве и дизайн-проектировании.

Ключевые слова: дифракция, художественная перфорация, формообразование, архитектура, интерференция, световой поток, тень

На протяжении всей истории архитектуры вопросы вариантности формообразования представляют большую актуальность. Ретроспективный анализ использования в архитектуре приемов художественной перфорации показал, что перед архитектором открываются возможности решения не только таких функциональных задач, как солнцезащита, инсоляция, шумоизоляция, теплообмен, вентилирование фасадов и пр., но и активное композиционно-образное преобразование фасадов зданий и их интерьеров [1, 2].

Вопросы объёмно-пространственного моделирования и композиционной комбинаторики в архитектуре с помощью использования приемов художественной перфорации **соответствуют выводам Ф.Л. Райта** о воз-

The authors analyzed the objects of architecture and design, in the design of which the technique of art perforation is used. The types of composite structures of the perforation pattern are differentiated: geometrical, bionic, pattern-symbol. The principles of interaction of perforated plane with light flux in the modeling of architectural form are considered. The authors made an analogy between the diffraction grating and perforation as identical structures of the physical and optical laws of light beam operation and described the experiment of the interaction of luminous flux, a perforated plane with different types of composite structures of the pattern and simple geometric shapes. The conclusions are made about the extensive compositional and artistic possibilities of receiving an artistic perforation.

Keyword: diffraction, artistic perforation, shaping, architecture, interference, luminous flux, shadow

можности изменения конфигурации оболочки архитектурного объекта без изменения его функционально-планировочной и пространственной структуры [3].

В городской среде общественные здания общегородского значения представляют собой наиболее знаковые объекты, формируют аутентичный запоминающийся образ города, являются транслятором социокультурной парадигмы общества. С точки зрения анализа их композиционной структуры они синтезируют художественно-композиционную метафору, архитектурный язык которой имеет свои характеристики:

1) морфологические, отражающие структурные элементы композиции формообразования объекта; 2) синтаксические, раскрываю-

щие приемы композиционной комбинаторики и правила ее преобразования; 3) семантические, синтезирующие приемы интерпретации архитектурных знаков и направляющие чувственное восприятие архитектурных систем [4].

Анализ показал, что приемы художественной перфорации в архитектуре наиболее активно фигурируют в синтаксической и семантической структуре архитектурных систем, будучи при этом малоизученными. В теории композиционного анализа и архитектурной комбинаторики художественная перфорация выступает полноправным фенотипом, отражающим особенности композиционного строения архитектурного объема, его членения, стилового решения и декора.

Методы

Методика исследования в статье строится на темпоральном анализе научной информации из литературных источников и электронных ресурсов; на систематизации и структурированном обзоре собранного авторами иллюстративного материала.

Метод комплексного архитектурного анализа стилистического, морфологического, композиционного и конструктивного включения приемов художественной перфорации в архитектуру общественных зданий позволил выявить типы композиционных структур рисунка, виды художественной перфорации, взаимодействие перфорированной поверхности со светом и провести прямую аналогию конструкции дифракционной решетки и художественной перфорации.

С помощью графоаналитического приема в статье представлены типы композиционных структур рисунка перфорации в виде графических изображений, а также схемы дифракционных эффектов видов художественной перфорации.

Метод концептуального моделирования нашел отражение в моделях форм взаимодействия светового потока с перфорированной плоскостью различных видов художественной перфорации, а также в разработке пространственных объектов.

Анализ фенотипа «художественная перфорация» был выстроен авторами в нескольких направлениях, среди которых важное место

занимает изучение композиционных структур рисунка перфорации, локации которой можно наблюдать в плоскости фасада и объемах архитектурного объекта. Среди множества изученных вариантов авторами были дифференцированы следующие: 1) геометрический рисунок перфорации – характеризуется четкими прямыми линиями и формами; 2) бионический рисунок перфорации – характеризуется плавными округлыми линиями, часто прототип рисунка можно найти в живой природе; 3) рисунок-символ – это образ, который выражает определенное понятие «в контексте семантики коммуникативно-средового подхода, знаковой системы или абстрактной идеи» [5–8] (рис. 1.)

Одной из важнейших особенностей перфорации и причин использования перфорированной поверхности при проектировании в архитектуре и дизайне является ее эффективное взаимодействие со световым потоком.

Игра света и тени формирует архитектурно-художественный образ фасада здания и его внутреннего пространства, выявляет взаимодействие внутреннего и внешнего пространства, дает ощущение движения и деформации объемов, возможность создания оптических и световых эффектов, нового формообразования, восприятие объемно-пространственной формы объекта, деление формы на фрагменты, создает зрительные образы, художественное преобразование объекта и особую атмосферу архитектурного пространства [9,10]. Применение на фасаде художественной перфорации меняет характер освещенности внутри здания в течение дня и в разное время года, создает светотеневые эффекты, динамические изменения свето-пространственной композиции внутренней среды архитектурного объекта через проемы разных форм и количества, конфигураций и размеров – статичных и динамических. В итоге формируется динамичное световое поле внутреннего пространства на протяжении всего дня, характеризующееся разными уровнями освещенности, углами проникновения и распределения света, яркостью, контрастностью света и тени, разной цветностью освещения, светотеневыми отношениями и переходами архитектурных форм и поверхностей, динамикой освещения, способами тенеобразования [11].



Рис. 1. Композиционные структуры рисунка перфорации

Еще одно свойство свето-пространственной композиции внутренней среды архитектурного объекта – неоднородность отражающих и освещенных поверхностей. Подобные композиции могут создаваться из большой палитры материалов, что обеспечивает неограниченное количество вариаций различных рисунков перфорации при воздействии светового потока разной интенсивности и направления [12].

Свет, проходя через препятствия в виде перфорированной плоскости и попадая на плоскость или группу лапидарных объемов, деформируется естественным образом, отклоняясь от прямолинейного направления и образуя дифракционный свет. Перфорированная плоскость по принципу дифракционной решетки преломляет свет, способствуя отклонению световых волн от закона прямолинейного распространения света.

Само физическое и оптическое явление дифракции света было открыто в XVII в. итальянским ученым Франческо Гримальди, позже научное объяснение дифракции света было дано английским ученым Томасом Юнгом в начале XIX в., согласно которому «...дифракция света возможна благодаря тому, что свет представляет собой волну, идущую от источника и естественным образом искривляющуюся при попадании на определенные препятствия» [13]. Также Томасом Юнгом была изобретена первая дифракционная решетка, представляющая совокупность одинаковых щелей, расположенных на одном расстоянии друг от друга и преломляющих световую волну. Физическое явление дифракции дополняет еще одно важное свойство световой волны – интерференция света, заключающаяся в накладывании одних световых волн на другие, в результате чего происходит усиление мощности общей световой волны (при совпадении амплитуд) либо ее угасание [13,14].

Проводя прямую аналогию конструкции дифракционной решетки и художественной перфорации, представляющей собой «систему отверстий или сквозное нарушение целостности поверхностей в плоскостях, объемах и пространстве архитектурного объекта», можно заключить, что физические и оптические законы работы светового луча с рассматриваемыми структурами идентичны [5].

Здесь эффект дифракции проявляется как преломление светового луча в ходе огибания им препятствия в виде непрозрачных участков плоскости. При этом образующаяся область тени во многом не соответствует исходным размерам и очертаниям перфорационных отверстий и промежуткам между ними. На выходе из перфорационных отверстий возникает рас-

ходящаяся волна, параметры которой возрастают с уменьшением ширины щели за счет возникновения оптического эффекта. Учитывая тот факт, что дифракционные решетки представлены такими видами как – пропускательные, отражательные, амплитудные и фазовые, особое внимание авторов в контексте исследуемой темы обращено на первый вид дифракционной решетки.

Экспериментальным путем были исследованы основные формы взаимодействия светового потока, перфорированной плоскости с различными типами композиционных структур рисунка перфорации и простых геометрических форм, представленных в виде плоскости стены, одного и нескольких кубических объемов, группы объемов (рис. 2).

В роли дифракционных решеток в данном эксперименте выступали перфорированные плоскости с различными вариантами их рисунка: геометрическим, бионическим и рисунком-символом. Эксперимент проходил в несколько этапов с постепенным расширением числа источников света и изменением угла падения светового луча на перфорированную плоскость; с использованием различного рисунка перфорации, а также с включением различной объемно-пространственной комбинаторики базовых освещаемых объектов. Таким образом, в ходе эксперимента сложились основные виды взаимодействия дифракционной решетки – перфорированной плоскости, светового потока и объекта в виде: 1) одной из плоскостей лапидарного объема; 2) нескольких граней лапидарного объема и 3) группы лапидарных объемов.

Результаты

Экспериментальный анализ основных форм взаимодействия светового потока, перфорированной плоскости с различными типами композиционных структур рисунка перфорации и простых геометрических форм показал, что дифракция светового потока в первом случае проецирует на плоскость лапидарного объема мало деформированную форму тени от рисунка перфорации. В качестве определяющих деформацию коэффициентов выступает учет угла наклона источника света к перфорированной плоскости и ее удаленность от базовой фигуры. Рисунок тени искажается, но остается плоскостным.

При прохождении через перфорированную плоскость двух или нескольких источников освещения, подобно интерференции света, происходит накладывание и расхождение светотеней, пересечение которых создает новый рисунок и игру контраста и нюанса

на их пересечении. При попадании тени на волнообразную поверхность она принимает округлую форму, повторяя направление движения изгиба плоскости. При попадании тени на плоскость пола и на стену она преломляется на их границе, становится «объемной», продолжая пропорционально увеличиваться в размерах.

Во втором случае, при взаимодействии светового потока, проходящего через перфорированную панель, и лапидарного объема, развернутого к потоку света несколькими гранями, тень от рисунка перфорации перестает быть плоскостной и становится «объемной». К горизонтальному направлению падения луча света добавляется вертикальное, преломляясь и искажая свою траекторию по ребру куба. В зависимости от соотношения расстояния между источником света, плоскостью и объемом, а также площади и размера рисунка он может либо полностью проецироваться на объем, либо попадать на его часть и продолжаться за объемом на горизонтальной плоскости, либо ложиться между перфорированной плоскостью и объемом; кроме того, тень может полностью огибать объем, если длина световой волны больше размеров препятствия.

В случае взаимодействия перфорации, света и группы лапидарных объемов возникает наиболее сложный эффект дифракции: рисунок светотени может полностью покрывать объект или только его небольшую часть, падать на одну или несколько сторон объекта, преломляясь и деформируя рисунок перфорации. Характер рисунка тени зависит от композиционного сочетания объемов, от угла поворота и расстояния их относительно перфорированной плоскости, а также от размера рисунка перфорации. Светотень, падающая на каждую из плоскостей, образует новый сложный рисунок, покрывающий весь объект. Еще большее усложнение рисунка тени возникает при выборе нескольких источников освещения: тени, подобно интерференции света, наслаиваются, возникают контрастные и нюансные отношения в зависимости от отдаления источника света от плоскости, угла и силы света.

Результаты проведенного эксперимента фрагментарно представлены на рис. 2 и отражены в экспериментальных объемно-пространственных моделях с использованием перфорированной плоскости.

Продолжением анализа стало построение схемы проникновения света через перфорированную плоскость для каждого вида модели перфорации, результаты проведенного эксперимента фрагментарно представлены на рис. 3. Анализ показал следующее.

В модели «Суперпозиция», которая отражает принцип совмещения плоскости фасада здания с перфорацией, когда ее композиционная структура становится частью архитектуры, в качестве препятствия для света (непрозрачных участков) в дифракционной решетке выступает ограждающая плоскость стены, а щелью дифракционной решетки (прозрачными участками) выступает оконный проем. Свет, проходя через препятствие, образует дифракционный свет, а наложение одних световых волн на другие, при прохождении через несколько отверстий, формирует индифферентную картину световых волн в интерьере. Ученые утверждают, что дифракционные явления выражены тем отчетливей, чем мельче препятствие. С увеличением отверстия четкое изображение переходит в размытое, которое можно наблюдать в обычных помещениях с боковым освещением.

В модели «Интерференция», где перфорированный элемент является составной частью композиционной структуры объекта, перфорированная плоскость накладывается на объем здания и создается многослойный фасад. Световой поток, проходя через отверстия, образует дифракционный свет в интерьере, а при наложении световых волн возникает интерференция света.

В модели «Декстропозиция», которая отражает эффект смещения перфорированных плоскостей относительно друг друга, световой поток, встречая на своем пути группу препятствий и проходя через несколько смещенных относительно друг друга перфорированных плоскостей, создает дифракционный свет. Возникает интерференция света. Ряд перфорированных плоскостей затеняет объем здания, и количество проходящего света в интерьере снижается.

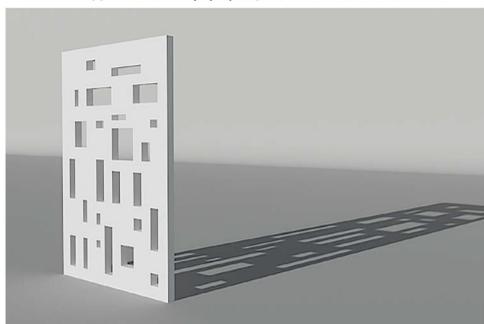
В модели «Транспирация», которая отражает получение эффекта перфорации от создания контррельефных углублений, сквозных гигантских отверстий в архитектурных объемах или световодов, при прохождении света через углубленные отверстия происходит гашение света. При увеличении толщины материала углубления затеняются, предотвращая прямое солнечное излучение. Авторы не рассматривают прохождение света через устройства, предназначенные для ввода потоков света во внутренние части здания – световоды, световые колодцы, световые щели или проемы-иллюминаторы.

В модели «Коллаборация» происходит смешение элементов пространственной структуры и гигантских отверстий модели «Транспирация», в результате чего образуется новый вид

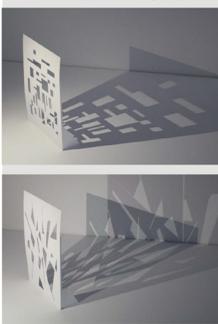
художественной перфорации в виде структурной пространственной сетки. Поток света в такой модели теряет свою интенсивность при прохождении через систему цилиндров, а пространственная сетка еще больше его минимизирует.

В модели «Инверсия» воздушная масса между объемами структуры воспринимается как перфорация, преворачивая привычное понятие художественной перфорации и расширяя его палитру. Поток света практически «гасится» внутри групп объемных элементов.

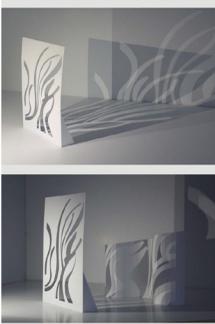
• Взаимодействие перфорации, света и плоскости



• геометрический рисунок



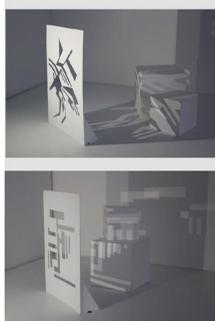
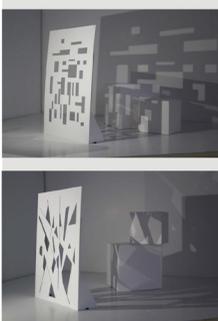
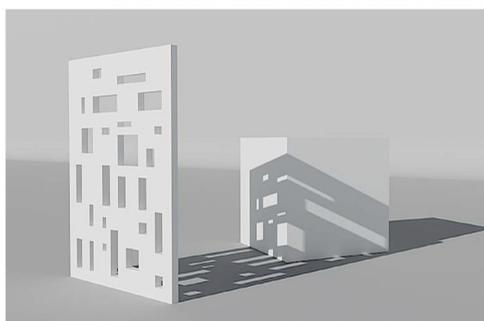
• бионический рисунок



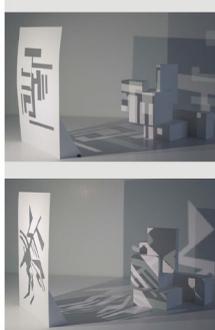
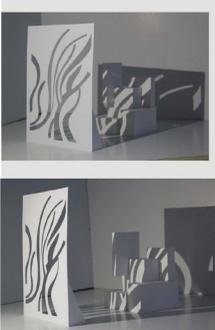
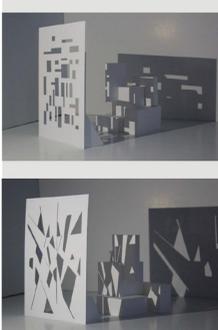
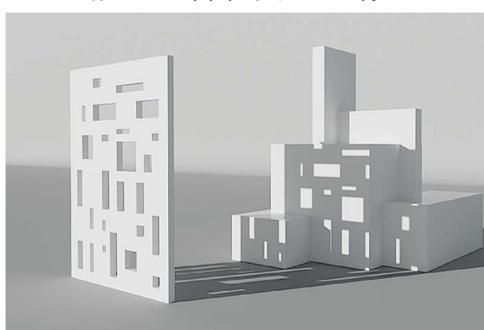
• рисунок-символ



• Взаимодействие перфорации, света и простого объема



• Взаимодействие перфорации, света и группы объемов



экспериментальная объемно-пространственная модель с использованием перфорированной плоскости

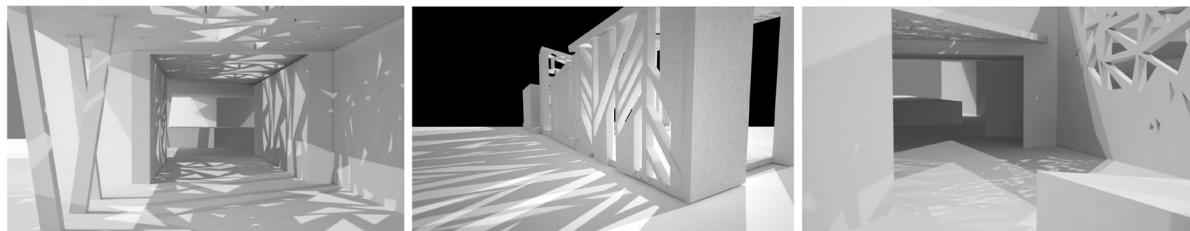


Рис. 2. Формы взаимодействия светового потока с перфорированной плоскостью

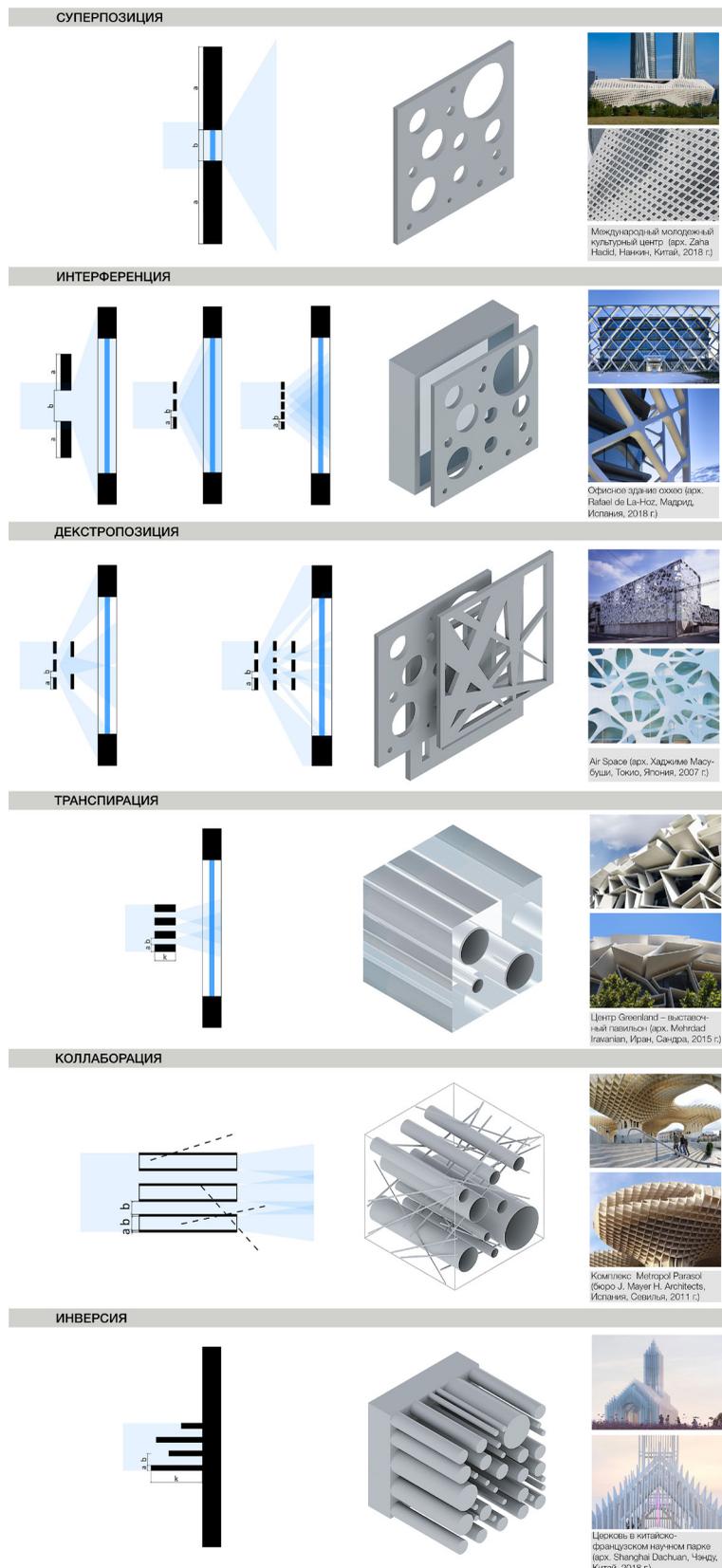


Рис. 3. Дифракционные эффекты видов художественной перфорации

Наблюдая аналогию перфорированной плоскости и дифракционной решетки, можно выделить ряд закономерностей:

- падающий на перфорированную плоскость световой поток расщепляется на ряд «когерентных пучков», которые создают явление интерференции;

- размеры перфорационного отверстия обратно пропорционально определяют ширину и интенсивность светового пятна на проекционной плоскости;

- образующийся световой конус (при прохождении светового потока через отверстия в перфорированной плоскости) расширяется вследствие дифракции;

- при прохождении светового потока через одномерную дифракционную решетку создается оптический эффект, идентичный работе моделей художественной перфорации «Суперпозиция» и «Интерференция»;

- при прохождении светового потока через двумерную дифракционную решетку, полученную суммированием одномерных решеток при соблюдении перпендикулярности перфораций, создается оптический эффект, идентичный работе модели художественной перфорации «Декстропозиция»;

- при прохождении светового потока через пространственную дифракционную решетку с неоднородной структурой, в которой оптическая среда характеризуется изменениями пространственных координат, создается оптический эффект, идентичный работе моделей художественной перфорации «Транспирация» и «Коллаборация».

Заключение

Таким образом, проведенный авторами эксперимент позволил сделать вывод о широких композиционно-художественных возможностях перфорации. Прием перфорации при взаимодействии со световым потоком формирует новые неповторимые образы и формы, работает по принципу дифракционной решетки, преломляя световую волну, создает эффекты движения, деления и деформации объемов, возможность создания оптических и световых эффектов и нового восприятия объемно-пространственной формы объекта, а также подчеркивает или нивелирует особенности объемно-пространственной структуры, ее материальность, рельефность, глубину, насыщенность светом и тенями.

Такую игру света и тени можно использовать при проектировании средовых и архитектурных объектов, интерьеров, арт-объектов, инсталляций и предметов мебели. При моделировании фасадной оболочки здания за счет

разного расположения, степени концентрации и размера художественной перфорации, выполняющей роль светового проема, можно создать различные пластически-композиционные эффекты как в экстерьере, так и в интерьере здания, формировать динамическое пространство благодаря изменению уровня освещенности внутри здания в течение дня и в разное время года.

Авторы отмечают, что вид модели художественной перфорации предопределяет характер и интенсивность светового потока, физические характеристики которого меняются в зависимости от размера и соотношения прозрачных отверстий и непрозрачных промежутков между ними, их количества, от характера расположения на плоскости фасада, геометрического рисунка, качества и конструктивных особенностей строительного материала.

Результаты авторского исследования расширяют список научных работ, посвященных систематизации знаний об использовании художественной перфорации в архитектуре, вопросу взаимодействия перфорированной поверхности со световым потоком в архитектуре. Практическое значение исследования заключается в возможности использования его результатов в проектной практике в сфере архитектурного проектирования, строительства и среднего дизайна, а также в развитии цифровых технологий проектирования и в учебном процессе на факультетах Дизайна и Архитектуры в следующих дисциплинах: «Объемно-пространственная композиция», «Архитектурное проектирование» и «Дизайн-проектирование».

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-312-90005»

The reported study was funded by RFBR, project number 20-312-90005

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Данилова А.В. Эволюция функциональной компоненты художественной перфорации в архитектуре общественных зданий // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 4. С. 136–143. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.04.16.

2. Karakova T.V, Kolesnikov S.A, Radulova J.I. and Vorontsova Y.S The formation of objects of the architectural environment with art perforated elements // IOP Conference Series Materials Science and Engineering. 2019. № 91. P. 60. DOI:10.1051/e3sconf/20199105009.

3. Шубенков М.В. Структурные закономерности архитектурного формообразования. М.: Архитектура-С, 2006. 320 с.

4. Азизян И.А. Теоретическое осознание рождения авангарда и модернизма. Очерки истории и теории

архитектуры Нового и Новейшего времени. СПб.: Коло, 2009. 656 с.

5. Каракова Т.В., Данилова А.В. Художественная перфорация в архитектуре и дизайне // Приволжский научный журнал. 2020. № 2 (54). С. 93–98.

6. Mitrache A. Ornamental art and architectural decoration // *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2012. № 51. pp. 567–572.

7. Ahani F, Etessam I, Islami S. The Distinction of Ornament and Decoration in Architecture // *Journal of Arts & Humanities*. 2017. № 06. pp. 25–34.

8. Pellegrin P. Semiotics of Architecture // *Encyclopedia of Language & Linguistics*. Amsterdam. 2006. № 11. pp. 212–216. DOI:10.1016/B0-08-044854-2/01393-6.

9. Tregenza P., Wilson M. *Daylighting Architecture and Lighting Design* (Routledge) // Routledge and CRC Press. New York. 2011. p. 304.

10. Libeskind D., Andō T. *The Secret of the Shadow: Light and Shadow in Architecture* (Ernst J Wasmuth) // Wasmuth. 2002. p. 224.

11. Насыбулина Р.А. Естественный свет в архитектуре // *Научное обозрение*. 2015. № 14. С. 44–46.

12. Assessment of angular visual transmittance of Perforated Masonry Walls patterns employed as solar shading systems / I. Brancaloni, A. Giovanni Mainini, J. Diego Blanco Cadena, D. Abigail Chi Pool // *Solar Energy*. 2013. pp. 361–382.

13. Тарханов О.В. О дисперсии и дифракции света // *Системы и технологии*. 2009. 20 с.

14. Закируллин Р.С. Дифракция в решётчатых оптических фильтрах с угловым селективным светопропусканием // *Компьютерная оптика*. 2020. № 44. С. 343–351.

6. Mitrache A. Ornamental art and architectural decoration. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2012, no. 51, pp. 567-572.

7. Ahani F, Etessam I и Islami S The Distinction of Ornament and Decoration in Architecture. *Journal of Arts & Humanities*, 2017, no. 06, pp. 25-34.

8. Pellegrin P. Semiotics of Architecture. Amsterdam, *Encyclopedia of Language & Linguistics*, 2006, no. 11, pp. 212–216. DOI:10.1016/B0-08-044854-2/01393-6

9. Tregenza P., Wilson M. *Daylighting Architecture and Lighting Design* (Routledge). New York, Routledge and CRC Press, 2011, p. 304.

10. Libeskind D., Andō T. *The Secret of the Shadow: Light and Shadow in Architecture* (Ernst J Wasmuth), 2002, p. 224.

11. Nasybulina, R.A. Natural light in architecture. *Nauchnoe obozrenie* [Scientific Review], 2015, no. 14, pp. 44-46 (in Russian).

12. Brancaloni I., Giovanni Mainini A., Diego Blanco Cadena J., Abigail Chi Pool D. Assessment of angular visual transmittance of Perforated Masonry Walls patterns employed as solar shading systems. *Solar Energy*, 2013, pp. 361-382.

13. Tarkhanov, O. V. On dispersion and diffraction of light. *Sistemy i tekhnologii* [Systems and Technologies]. Ufa, 2009. 20 p. (in Russian).

14. Zakirullin R. S. Diffraction in lattice optical filters with angular selective light transmission. *Komp'yuternaya optika* [Computer Optics], 2020, no. 44, pp. 343-351 (in Russian).

REFERENCES

1. Danilova A.V. Evolution of the functional component of artistic perforation in the architecture of public buildings. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban planning and architecture], 2020, no. 10, pp. 136-143. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.04.16. (in Russian).

2. Karakova T.V, Kolesnikov S.A, Radulova J.I., Vorontsova Y.S The formation of objects of the architectural environment with art perforated elements. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, 2019, no. 91. DOI:10.1051/e3sconf/20199105009

3. Shubenkov M.V. *Strukturnye zakonomernosti arkhitekturnogo formoobrazovaniya* [Structural patterns of architectural shaping: textbook]. Moscow, Architecture-C, 2006. 320 p.

4. Azizyan I.A. *Teoreticheskoe osoznanie rozhdeniya avangarda i modernizma. Ocherki istorii i teorii arkhitektury Novogo i Novejshego vremeni* [Theoretical awareness of the birth of avant-garde and modernism. Essays on the history and theory of architecture of Modern and Modern times, edited by I.A. Azizyan]. St. Petersburg, Kolo, 2009. 656 p.

5. Karakova T.V., Danilova A.V. Artistic perforation in architecture and design *Privolzhskiy nauchnyy zhurnal* [Volga Scientific Journal], 2020, no. 2 (54), pp. 93-98 (in Russian).

Об авторах:

КАРАКОВА Татьяна Владимировна

доктор архитектуры, заведующая кафедрой дизайна
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: t.karakowa@mail.ru

KARAKOVA Tatiana V.

Doctor of Architecture, Head of the Design Chair
Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: t.karakowa@mail.ru

ДАНИЛОВА Анастасия Вадимовна

аспирант кафедры дизайна
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: n_Anastasiya163@list.ru

DANILOVA Anastasiya V.

Postgraduate Student of the Design Chair
Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: n_Anastasiya163@list.ru

Для цитирования: *Каракова Т.В., Данилова А.В. Дифракционные эффекты художественной перфорации при моделировании архитектурной формы // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 2. С. 104–112. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.02.14.*

For citation: *Karakova T.V., Danilova A.V. Diffraction Effects of Artistic Perforation in Architectural Form Modeling. Gradostroitel'stvo i arhitektura [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 2, pp. 104–112. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.02.14.*

ПОДПИСКА – 2022

на январь-декабрь
в «Объединенном каталоге «Пресса России»
на сайтах www.ppressa-rf.ru и www.akc.ru,

Уважаемые читатели!
Обратите внимание, что с 1 сентября 2021 г.
проводится подписная кампания на журналы
Самарского государственного технического
университета на 2022 год

18106 Вестник Самарского государственного технического университета.
Серия «Технические науки»

18107 Вестник Самарского государственного технического университета.
Серия «Психолого-педагогические науки»

18108 Вестник Самарского государственного технического университета.
Серия «Физико-математические науки»

41340 Вестник Самарского государственного технического университета.
Серия «Философия»

70570 Градостроительство и архитектура

Условия оформления подписки вы найдете
на сайтах www.ppressa-rf.ru и www.akc.ru,