

Здания ночью: взаимосвязь наружного освещения и зрительной привлекательности*

Д.Ж. ВАЗИФЕХДАН¹, М. ДЖ. МАХДАВИНЬЯД², Ф. НИКЮДЕЛ²

¹ Делфтский технический университет, Нидерланды

² Университет Тарбиат Модарес, Тегеран, Иран

E-mail: mahdavinejad@modares.ac.ir

Аннотация

Наружное освещение зданий и их ночной облик являются важными составляющими архитектурного проекта. В то время как влияние естественного освещения на облик зданий не может полностью контролироваться проектировщиком ночное освещение зданий, способное сильно повлиять на его привлекательность, выбирается именно проектировщиком. В данной работе проведено исследование влияния наружного освещения на облик зданий в ночное время, в основу которого были положены ответы респондентов и всесторонний статистический анализ полученных результатов. Целью исследования было определение того, как наружное освещение и его параметры — освещённость (низкая или высокая), многоцветность (один или несколько цветов), вид (акцентирующее или равномерное) и сочетаемость (гармоничное или негармоничное) — влияют на восприятие красоты фасада здания в ночное время. Полученные результаты говорят о том, что наружное освещение зданий значительно увеличивает красоту фасадов в ночное время. Здание становится более красивым при использовании одноцветного акцентирующего освещения, гармонирующего с фасадом здания и обеспечивающего высокую освещённость. С другой стороны, использование многоцветного или равномерного освещения, обеспечивающего низкую освещённость и не гармонирующего с фасадом, отрицательно сказывается на привлекательности зданий. Кроме того, полученные результаты говорят о том, что освещённость и вид освещения влияют на привлекательность фасадов зданий сильнее, чем разнообразие цветов и условия освещения.

Ключевые слова: освещение, ночная архитектура, зрительная привлекательность.

1. Введение

Ночная архитектура — это понятие, связанное с тем, как наблюдатель воспринимает памятники архитектуры в ночное время [1, 2]. По мере увеличения урбанизации и интенсификации ночной жизни крупных городов возрастает потребность в красивом и привлекающем взгляд наружном освещении фасадов зданий [3–5]. Очевидно, что днём и ночью эстетика города воспринимается по-разному [7]. И демонстрация фасадов, объектов, скульптур и озеленённых пространств неотделима от их освещения. Наружное освещение памятников и зданий часто проектируется таким образом, чтобы усилить их привлекательность и обеспечить их однозначную идентификацию [4, 8].

Так как фасады зданий обеспечивают демонстрацию зданий и их связь с окружающим миром, то они оказывают влияние как на окружающее пространство, так и на живущих поблизости людей. Проектирование наружного освещения здания следует считать таким же важным, как и проектирование самого фасада здания. Привлекательное освещение может обеспечить уникальное восприятие здания наблюдателем и превратить обычное здание в туристическую достопримечательность. С другой стороны, непривлекательное наружное освещение способно превратить красивый памятник в нечто неприятное для глаза.

В этой работе проведено исследование влияния естественного и искусственного освещения на привлекательность зданий. Когда — при дневном естественном освещении или при ночном искусственном — здание выглядит более привлекательным? В работе исследовалось, как и в какой степени параметры искусственного освещения — освещённость, цвет и вид освещения — влияют на восприятие красоты здания.

В основу были положены полевые исследования, но вначале был проведён обзор литературных данных о наружном освещении и его влиянии на восприятие красоты. Затем на базе результатов обзора был составлен вопросник, позволяющий исследовать влияние искусственного и естественного освещения на облик зданий. Вопросники были заполнены группами участников с разными уровнями зрительной грамотности (*visual literacy*). Вопросники содержали сделанные днём и ночью фотографии фасадов выбранных случайным образом зданий, и участники должны были оценить привлекательность каждого из зданий по шкале от 1 до 5. Кроме того, участники должны были оценить влияние различных параметров освещения на внешний вид зданий. Для анализа качественных данных использовался пакет программ обработки статистических данных общественных наук (*SPSS*). Для оценки степени влияния естественного и искусственного наружного освещения на привлекательность зданий и памятников использовались семантическая дифференциация и биполярные прилагательные, позволяющие трансформировать качественные данные в количественные.

2. Роль света в человеческом восприятии

Свет обеспечивает возможность восприятия человеком его окружающей среды. Влияние света нельзя потрогать — его можно только почувствовать. Восприятие объекта зависит от его внешнего вида при попадании на него света, и разные люди по-разному воспринимают один и тот же объект [14].

Естественное освещение обеспечивает наилучшее восприятие окружающей среды [8]. Солнечный свет может равномерно освещать объекты, обеспечивая примерно одинаковую освещённость всех поверхностей. Это же можно сказать и о свете, отражённом объектами, который позволяет людям видеть эти объекты. С другой стороны, искусственное освещение может обеспечить разное восприятие, позволяя выделить часть объекта. Восприятие освещаемого искусственным светом объекта будет, скорее всего, отличаться от восприятия этого же объекта при естественном освещении.

* Перевод с англ. Е.И. Розовского

2.1. Эстетика и влияние света на восприятие красоты

Освещение — это и техника, и искусство. Художественная составляющая освещения играет роль в обеспечении восприятия красоты. Эстетика представляет собой раздел философии, в основе которого лежат такие понятия, как красота и уродство. Она обеспечивает возможность улучшения понимания объектов и окружающей среды и позволяет изменять восприятие объекта [12]. Веками философы и художники уделяли внимание эстетике, как естественной, так и геометрической (рукотворной). С 18 века философы рассматривали эстетику в основном применительно к психологии и индивидуальному восприятию людей [18].

Эстетическая ценность объекта может быть воспринята, когда он демонстрируется наблюдателю сам по себе и побуждает наблюдателя почувствовать его красоту [17]. Свет служит средством для обеспечения этого восприятия и установления зрительной связи между наблюдателем и окружающей его средой [14]. И именно свет делает объекты видимыми для людей и позволяет им воспринимать окружающую среду и её элементы. Он необходим для восприятия красоты объектов.

2.2. Взаимосвязь цвета и света

С эстетической точки зрения, существенное значение имеет не только освещение, но и цвет [20]. Свет является одной из составляющих зрительного восприятия, способной стимулировать эмоции [15]. Воздействие света зависит, в частности, и от того, какой он: белый или цветной. Так как освещение играет значительную роль в восприятии окружающей среды, то цвет света можно использовать для воздействия на это восприятие. Психологическое воздействие цвета может изменять исходные характеристики объекта и его элементов для создания атмосферы расслабленности и умиротворённости, способствующей лучшему восприятию красоты. Использование цветных источников света позволяет людям видеть всё разнообразие объектов и их элементов без изменения их конструктивной формы [9].

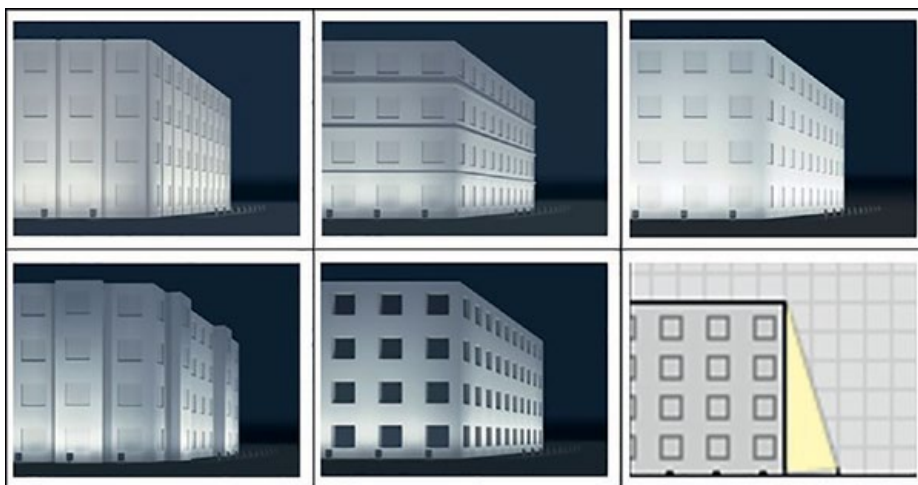


Рис. 1. Равномерное освещение фасадов [21]

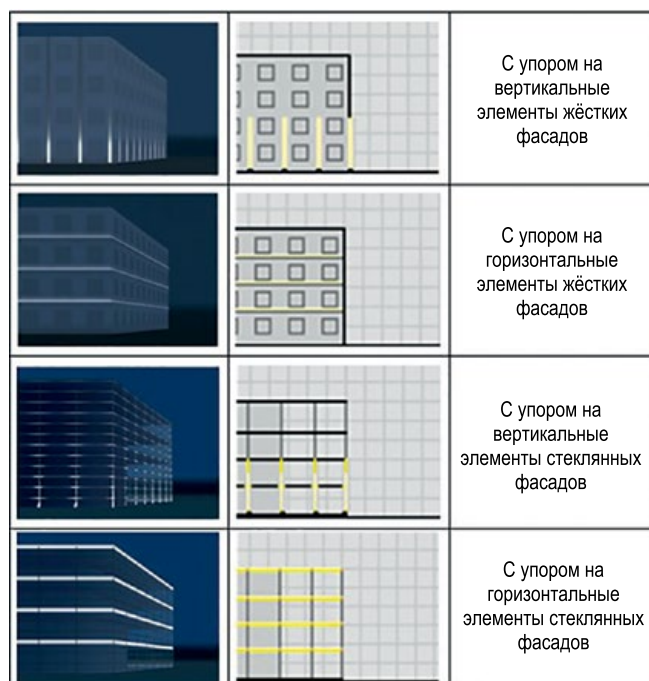
2.3. Инновационное освещение

Свет необходим для обеспечения возможности зрительного восприятия окружающей наблюдателя среды. Освещение и архитектура взаимосвязаны. Свет подобен душе, позволяющей оживить здание [19]. Освещение, как естественное, так и искусственное, часто влияет на восприятие архитектуры здания. Оно способно усилить впечатление от архитектуры объекта или его элемента, позволяя продемонстрировать архитектуру здания и придавая своеобразие окружающему пространству. Освещение, которое архитектор считает полезным для здания днём или ночью, влияет на атмосферу вокруг здания и формирует его ментальное отражение [7].

Освещение может служить для выделения пространства, здания или его элемента. Оно может выделять или скрадывать архитектурные элементы здания [2]. Освещение обычно применяется, чтобы усилить красоту и своеобразие городских пространств. Вертикальные панели фасадов зданий обеспечивают восприятие городских площадей и улиц. Ночное освещение фасадов способно изменять атмосферу городов и формировать привлекательные виды.

Морфологические и функциональные характеристики здания влияют на проектирование его освещения. Памятники, имеющие сложную архитектуру и многочисленные декоративные элементы, следует освещать так, чтобы контраст между затенён-

Рис. 2. Акцентирующее освещение вертикальных и горизонтальных элементов жёстких и стеклянных фасадов [21]



ными и ярко освещёнными участками позволяя рассмотреть как мелкие, так и крупные детали памятника и высветить его декоративные элементы. Мощность источника света не должна приводить к чрезмерному затенению некоторых участков (в первую очередь, деталей памятника).

2.3. Ночная архитектура

Наружное освещение фасада здания выявляет ночную архитектуру этого здания [2, 3]. Здания имеют разные архитектуру и назначение, и точно так же различаются и их освещение. Освещение зависит от архитектурного стиля здания и его внешних характеристик. Каждое здание имеет свои особенности, которые можно подчеркнуть при помощи подходящего освещения. Хорошее освещение должно также обеспечивать гармонию между зданием и его окружением.

На освещение фасада здания влияют тип фасада (жесткий или стеклянный) и способ освещения фасада. Воспринимаемая форма фасада определяется типом и формой применяемого материала, направлением падения и цветом падающего на фасад света. В дневное время фасад выглядит по-разному из-за изменения как угла падения, так и спектрального состава света. В разное время дня наблюдатель по-разному воспринимает фасад одного и того же здания. Ночью фасад выглядит совсем не так, как днём. Выделение отдельных элементов и участков фасада и изменение цвета света, предусмотренные проектом освещения, изменяют внешность фасада в ночное время. Существуют три способа, которые следует рассматривать при проектировании освещения конкретного фасада и его деталей: равномерное освещение поверхностей здания, выделение значимых элементов здания (акцентирующее освещение) и формирование привлекательности и зрительного разнообразия [13].

При равномерном освещении разные уровни фасада освещаются равномерно. Эти уровни могут быть горизонтальными, вертикальными, наклонными, искривлёнными или выпуклыми (например, купола). Выбор равномерно освещаемого уровня зависит от архитектуры и назначения здания и его окружения. Фасады, которые освещаются равномерно

Рис. 4. Процент зданий, с разным уровнем достоверности подтверждающих предположение об их одинаковой привлекательности в дневное и ночное время

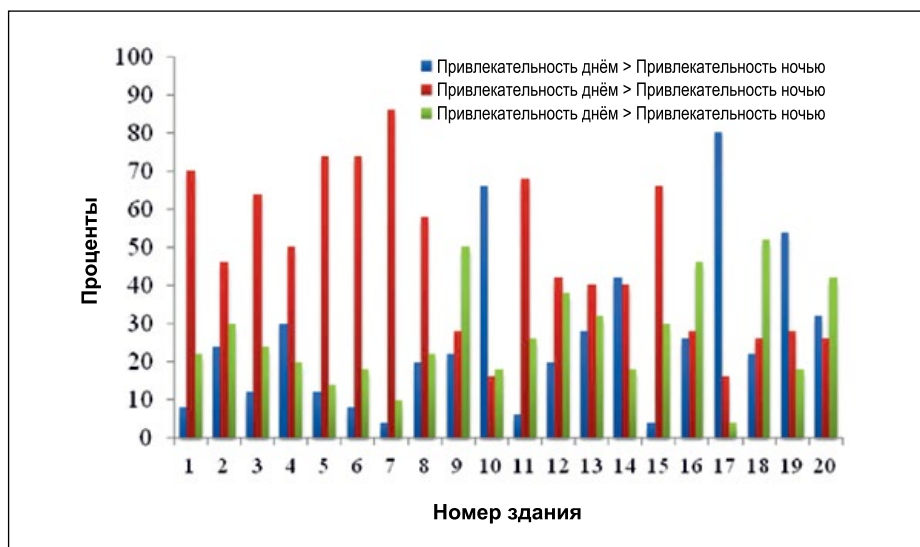
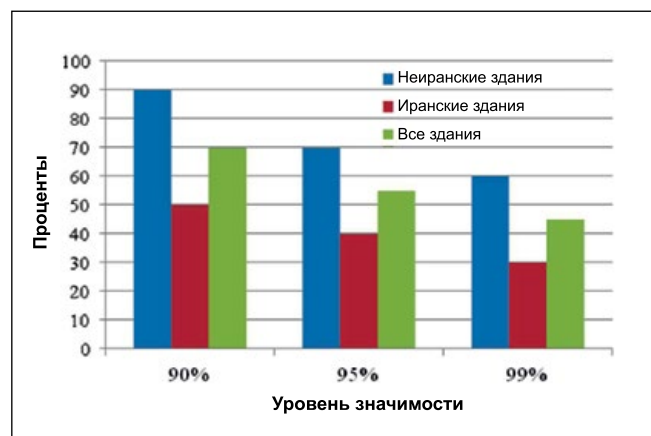


Рис. 5. Оценка привлекательности зданий в дневное и ночное время

без различий в контрастности разных уровней, выглядят плоскими и двумерными. Для создания такого равномерного освещения свет должен проецироваться с расстояния, предусматривающего широкий угол излучения. Такое освещение делает видимым весь фасад здания. Примеры равномерного освещения фасадов зданий приведены на рис. 1.

Акцентирующее освещение подчёркивает и выделяет элементы фасада. Эти элементы могут быть горизонтальными, вертикальными или особыми архитектурными деталями здания, такими как текстура, материал, конструкция, окна или такие особенности, как часы, скульптуры или орнамент. Для выделения элемента свет проецируется на него с небольшого расстояния. Это формирует контраст между этим элементом и фоном (остальной частью фасада). Другим способом выделения элемента является освещение всего фасада и высветивание конкретного элемента, так, что-

бы он выделялся на фоне остальной части фасада. Примеры акцентирующего освещения приведены на рис. 2.

Привлекательность и зрительное разнообразие очень важны для ночной архитектуры и освещения архитектурно значимых зданий. Привлекательность и зрительное разнообразие можно обеспечить посредством проецирования на фасад блуждающих цветных пятен света или картинок. Многоцветное освещение, в котором могут использоваться как приглушённые оттенки, так и основные цвета, может сделать фасад более привлекательным. Однако несмотря на то, что цветное освещение (по сравнению с освещением белым светом) способно усилить привлекательность здания, оно не обязательно увеличивает красоту фасада.

3. Методика исследования

Для исследования влияния естественного и искусственного освеще-

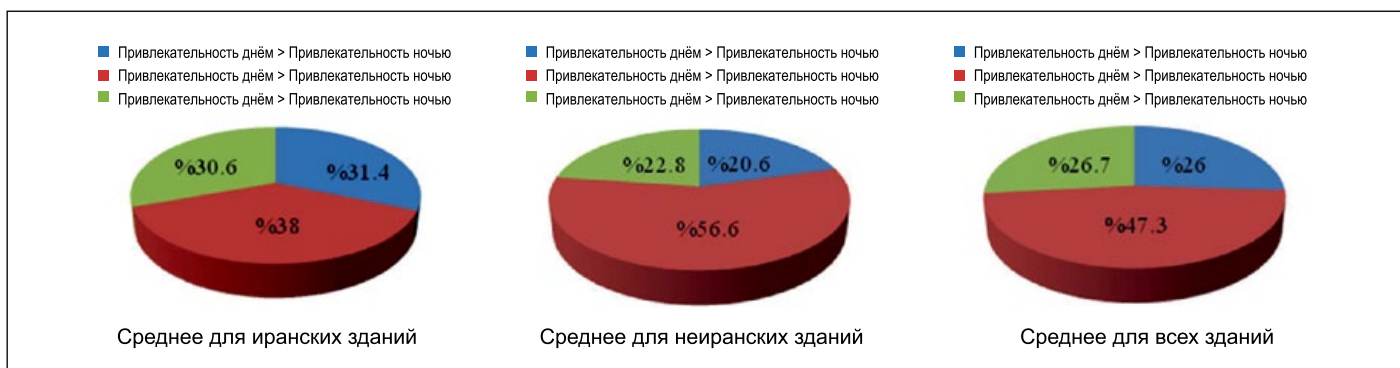


Рис. 6. Усреднённые оценки привлекательности зданий в дневное и ночное время

Таблица 1

Здания, выбранные для проведения исследования

| № здания | Название здания | Местоположение |
|----------|---------------------------------------|----------------|
| 1 | Здание компании «Дженерал электрик» | США |
| 2 | Здание компании «Крайслер» | США |
| 3 | Башни Петронас | Малайзия |
| 4 | Отель Хабтур Гранд Бич Резорт | ОАЭ |
| 5 | Башня Джона Ханкока | США |
| 6 | Здание правительства | Азербайджан |
| 7 | Отель «Шератон София» | Болгария |
| 8 | Здание Организации объединённых наций | США |
| 9 | Дом черноголовых | Латвия |
| 10 | Дворец культуры и науки | Польша |
| 11 | Отель «Гаср Талае» | Иран |
| 12 | Отель «Эстенгаль» | Иран |
| 13 | Отель «Лалех» | Иран |
| 14 | Торговый центр «Абресан» | Иран |
| 15 | Отель «Сетарех» | Иран |
| 16 | Сад Шасде | Иран |
| 17 | Дворец <i>Shamsolemareh</i> | Иран |
| 18 | Площадь <i>Mir Chakhmagh</i> | Иран |
| 19 | Памятник Азади | Иран |
| 20 | Дворец Али Куапу | Иран |

ния на восприятие красоты зданий был сформирован вопросник, позволявший провести полевые исследования. Вопросник содержал сделанные днём и ночью фотографии фасадов 20 выбранных случайным образом зданий. Он был использован для сбора данных применительно к статистическому обществу, состоящему из 50 человек, которые представляли три группы людей: 10 студентов специальности «градостроительное проектирование», 15 студентов специальности «архитектурное проектирование»

и 25 обычных людей, имеющих разное образование. Ожидалось, что благодаря различиям в образовании и специализации члены разных групп будут иметь разные критерии оценки привлекательности зданий. Это даёт уверенность в правильности полученных результатов.

Участники должны были оценить красоту каждого из зданий по шкале от 1 до 5 и влияние различных параметров освещения на внешний вид зданий. Для анализа качественных данных использовался пакет

программ обработки статистических данных общественных наук (SPSS). Для оценки степени влияния естественного освещения и искусственного наружного освещения на привлекательность зданий и памятников использовались семантическая дифференциация и биполярные прилагательные, позволяющие трансформировать качественные данные в количественные.

3.1. Выбранные для вопросника здания

В качестве объектов для ответов на вопросы были случайным образом выбраны 20 зданий. Эти здания представляют собой освещаемые разными способами памятники архитектуры. Десять из них находятся в Иране, а остальные – в других странах (США, Малайзии, ОАЭ, Азербайджане, Болгарии, Латвии и Польше).

Эти здания хорошо известны благодаря своей архитектурной ценности или являются по-разному освещаемыми памятниками. Помимо анализа влияния освещения на привлекательность зданий в ночное время, было проведено и исследование влияния естественного освещения. Это позволило провести сравнение влияния искусственного и естественного освещения на восприятие красоты зданий.

3.2. Структура вопросника

Вопросник содержал сделанные днём и ночью фотографии зданий. Участники должны были оценить красоту каждого из зданий при естественном и искусственном освещении. Оценки были основаны на пятибалльной шкале Лайкерта (очень низкая, низкая, средняя, высокая и очень высокая оценки).

В случае искусственного ночного освещения, участники должны были оценить ещё и параметры освещения: освещённость, а также цвет, равномерность и гармоничность освещения. Была собрана вся информация как о привлекательности зданий в ночное и дневное время, так и о влиянии различных параметров освещения на общую привлекательность зданий. Используемый при проведении исследований вопросник приведён на рис. 3.

4. Анализ данных и статистический анализ

4.1. Достоверность данных

Правильность составления вопросника и достоверность данных, полученных в результате опроса участников, вначале определялись при помощи альфы Кронбаха. Если значение альфы Кронбаха превышает 0,7, то вопросник можно считать правильным, а полученные данные – достоверными. В ином случае все заключения, сделанные на основе полученных данных, будут недостоверными. Оценка каждого из зданий осуществлялась с использованием шести вопросов, так что общее количество вопросов (переменных) было равно 120. Анализ полученных данных производился при помощи пакета программ обработки статистических данных общественных наук (SPSS). Рассчитанное значение альфы Кронбаха оказалось равным 0,816, что говорит о правильности вопросника и достоверности полученных данных.

4.2. Привлекательность фасадов в дневное и ночное время

Для основанной на полученных данных оценки привлекательности зданий в ночное время был использован критерий Уилкоксона. Это статистический критерий, пригодный для определения степени корреляции между переменными. Его можно использовать для определения коэффициента коэволюации двух переменных. Абсолютное значение этого коэффициента отражает степень корреляции переменных, а его знак указывает на то, как эти две переменные коррелируют друг с другом. Все полученные данные должны выражаться количественно.

Рис. 7. Усреднённые оценки привлекательности отдельных зданий в дневное и ночное время

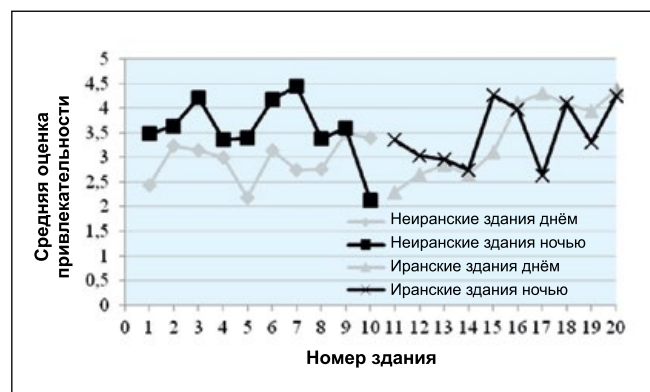
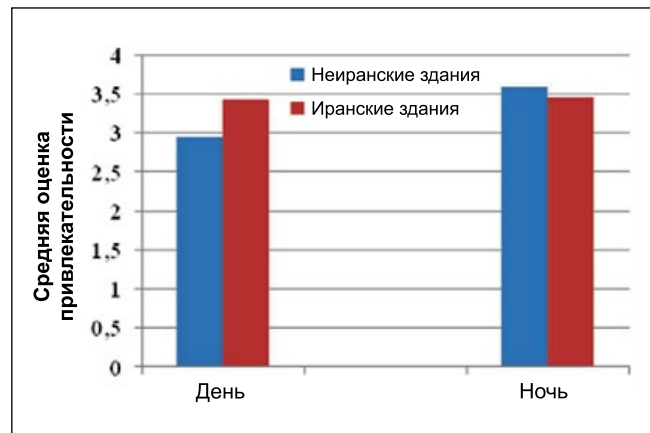


Рис. 8. Усреднённые оценки привлекательности иранских и неиранских зданий в дневное и ночное время



Вначале была определена справедливость гипотезы «здания одинаково красивы и днём, и ночью». Достоверность этого утверждения была оценена применительно к каждому из зданий, после чего был определён процент зданий, для которых это утверждение оказалось справедливым. Результаты анализа представлены на рис. 4 для разных уровней достоверности. Уровень достоверности отражает степень уверенности в правильности полученных результатов. Было установлено, что при уровне 99% более половины зданий были сочтены одинаково привлекательными и днём, и ночью. При 95% равнопривлекательными были сочтены менее половины зданий, а при 90% – только 30% зданий. На всех трёх уровнях лишь небольшой процент зданий имели разный уровень привлекательности в дневное и ночное время.

На рис. 5 приведена степень схожести привлекательности каждого из зданий при естественном и искусственном освещении. На рис. 6 для каждой группы зданий и для всех зданий в целом приведена средняя степень схожести. Полученные результаты говорят о том, что, по мнению большинства участников, ночное натурное освещение делает большин-

ство зданий более привлекательными, чем при естественном освещении. Это наблюдение подтверждается рис. 7, на котором приведены средние значения оценок привлекательности отдельных зданий в дневное и ночное время.

Результаты, приведённые на рис. 8, говорят о том, что ночное искусственное освещение увеличило привлекательность неиранских зданий сильнее, чем привлекательность иранских зданий. При естественном освещении иранские здания воспринимались участниками (все участники были иранцами) как более красивые, чем неиранские здания, тогда как при ночном освещении входящие в обе группы здания оценивались одинаково.

4.3. Влияние параметров освещения на привлекательность фасадов в ночное время

Параметры освещения влияют на ночную привлекательность зданий. К этим параметрам относятся освещённость, используемые цвета, равномерность и гармоничность освещения здания. Полученные результаты продемонстрировали значимую связь между привлекательностью зданий и каждым из этих параметров

Коэффициенты Спирмана для параметров освещения и степени зрительной привлекательности зданий. Незаполненные ячейки соответствуют отсутствию ответов с уровнем значимости 90%

| № здания | Освещённость | Многокрасочность | Равномерность освещения | Гармоничность освещения |
|--|--------------|------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 0,265 | 0,240 | | |
| 2 | 0,241 | | -0,317 | |
| 3 | 0,283 | | | |
| 4 | | | | -0,262 |
| 5 | | | -0,296 | |
| 6 | | -0,369 | | |
| 7 | 0,453 | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | 0,241 | |
| 10 | -0,315 | | | |
| 11 | | | -0,364 | |
| 12 | | | | |
| 13 | 0,455 | | -0,286 | |
| 14 | | | -0,292 | |
| 15 | 0,440 | | | |
| 16 | | -0,269 | | -0,405 |
| 17 | | -0,303 | | -0,435 |
| 18 | | -0,584 | | -0,461 |
| 19 | | | | |
| 20 | | | | |
| Среднее значение коэффициента Спирмана | 0,260 | -0,257 | -0,219 | -0,390 |

(90%-схожесть результатов считалась демонстрацией значимой связи).

Для выявления наличия такой связи в случаях отдельных зданий использовался коэффициент Спирмана. Этот коэффициент отражает степень корреляции между двумя случайными переменными. Он может принимать значения от -1 до 1 . Если коэффициент Спирмана, полученный для двух переменных, равен 1 , то эти две переменные непосредственно связаны друг с другом: при увеличении значения одной из переменных увеличивается и значение другой. Если этот коэффициент равен -1 , то это значит, что между этими переменными существует обратная связь: при увеличении значения одной из переменных значение другой уменьшается. Равенство этого коэффициента нулю означает отсутствие корреляции между двумя рассматриваемыми переменными.

Результаты этого анализа (табл. 2) говорят о том, что корреляция между параметрами освещения и привлекательностью фасадов в ночное время изменяется от здания к зданию. Так как при помощи коэффициента Спирмана было установлено наличие значимой корреляции, то можно утверждать, что привлекательность фасадов больше зависит от способа освещения (равномерное или акцентирующее), чем от цвета освещения или гармонии между освещением и зданием. Этот вывод основан на том, что корреляция между привлекательностью фасада и способом освещения наблюдалась у большинства зданий.

Усреднение коэффициентов корреляции показало, что привлекательность фасада непосредственно связана с освещённостью. При увеличении освещённости здание выглядит более красивым. Было установлено, что

привлекательность фасада обратно пропорциональна разноцветности света. При использовании одноцветного освещения здание выглядело более красивым, чем при использовании многоцветного. Если говорить о видах освещения, то акцентирующее освещение увеличивало привлекательность фасада по сравнению со случаем равномерного освещения. Что касается гармоничности освещения, то гармония между освещением и зданием также увеличивает привлекательность фасада в ночное время по сравнению со случаем отсутствия гармонии.

5. Выводы

Настоящее исследование было посвящено изучению влияния инновационного освещения и его параметров на восприятие красоты зданий в ночное время. При этом рассматривались

следующие параметры: освещённость (низкая или высокая), многоцветность (один или несколько цветов), вид (акцентирующее или равномерное) и сочетаемость (гармоничное или негармоничное). Исследование проводилось при помощи вопросника, который заполнили 50 участников, разделённых на группы из 10 студентов специальности «градостроительное проектирование», 15 студентов специальности «архитектурное проектирование» и 25 обычных людей, имеющих разное образование. Вопросник требовал от участников классифицировать как красоту 20 зданий в ночное (искусственное освещение) и дневное (естественное освещение) время, так и влияние различных параметров освещения на привлекательность фасадов зданий в ночное время. Для проведения исследования были выбраны группа иранских зданий и группа неиранских зданий. Результаты были проанализированы при помощи пакета программ обработки статистических данных общественных наук, что позволило сделать значимые научные выводы.

Результаты анализа показали, что при ночном искусственном освещении здания выглядели более красивыми, чем при естественном. В случае неиранских зданий это проявлялось более явно, чем в случае иранских. При естественном освещении иранские здания воспринимались иранскими участниками как более красивые, чем неиранские здания, тогда как при ночном освещении входящие в обе группы здания оценивались одинаково. Полученные результаты говорят также о том, что при увеличении освещённости или при использовании одноцветного освещения здания воспринимались ночью как более красивые. Акцентирующее освещение, при котором элементы или уровни фасада освещались селективно, также увеличивало привлекательность фасадов в ночное время по сравнению с равномерным освещением. Гармония между освещением и зданием также способствовала увеличению привлекательности фасадов. Освещённость и вид освещения (акцентирующее или равномерное) влияли на привлекательность фасадов сильнее, чем два других параметра.

Результаты этого исследования говорят о том, что правильная органи-

зация освещения способна сильно влиять на привлекательность зданий. Хотя для архитекторов важное значение имеют конструкция фасада и его внешний вид в дневное время, не менее важное значение имеет и внешний вид фасада в ночное время. Это требует научного и новаторского подхода к проектированию наружного освещения зданий.

Авторы хотели бы поблагодарить г-жу Сейеде Фатеме Мирхоссейни (*Seyedeh Fatemeh Mirhosseini*) за помощь и поддержку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Neumann, D.* Architecture of the Night. The Illuminated Building, Prestel Publishing, August 2002.
2. *Russell, S.* The Architecture of Light – Architectural Lighting Design Concepts and Techniques, Conceptnine, 2012.
3. *Schivelbusch, W., Davies, A.* Disenchanted Night: The Industrialization of Light in the Nineteenth Century. University of California Press, December 1995.
4. *Bean, A. R.* Lighting: Interior and Exterior. Routledge, March 2004.
5. *Cuttle, C.* Lighting by Design. Routledge, November 2008.
6. *Cuttle, C.* Lighting Design: A Perception-Based Approach. Routledge, April 2015.
7. *Heard, F.W., Stone, F.H., Jewess, B.W.* Effect of Atmospheric Attenuation on Exterior Lighting Design // Lighting Research and Technology. – 1976. – Vol. 8, No. 12.
8. *Brandt, U.* Lighting for Cities. Birkhäuser Architecture. 2006.
9. *Mahnke, F.H.* Color, Environment, and Human Response: An Interdisciplinary Understanding of Color and Its Use as a Beneficial Element in the Design of the Architectural Environment. Wiley, April 1996.
10. *Karlen, M., Benya, J.R., Spangler, C.* Lighting Design Basics. Wiley, April 2012.
11. *Anrys, F., Dutre, P.* Lighting Design by Simulated Annealing. Tech. Rep. CW393, Katholieke Universiteit Leuven, 2004.
12. *Volf, C.* Light and the Aesthetics of Perception // The Nordic Journal of Aesthetics. – 2011. – Vol. 22.
13. *Loe, D.L., Rowlands, E.* The Art and Science of Lighting: A Strategy for Lighting Design // Lighting Research and Technology. – 1996. – Vol. 28, No. 4.
14. *Jay, P.A.* Lighting and Visual Perception // Lighting Research and Technology. – 1971. – Vol. 3, No. 2.
15. *Lynes, J.A.* Lightness, Colour and Constancy in Lighting Design // Lighting Research and Technology. – 1971. – Vol. 3, No. 1.

16. *Valentine, J.M.* An Introduction to Beginning Aesthetics. The Philosophy of Art. McGraw-Hill, 2006.

17. *Shimura, A.P., Palmer, S.E.* Aesthetic Science: Connecting Minds, Brains, and Experience. Oxford University Press, January 2012.

18. *Gethmann-Siefert, A.* Introduction to Aesthetics (Einführung in die Ästhetik). – Munich: Wilhelm Fink, 1995.

19. *Major M.D. (Goodreads Author).* Made of Light: The Art of Light and Architecture. Princeton Architectural Press, September 2005.

20. *Babbitt, E.D.* Principles of Light and Color. Kessinger Publishing, June 1998.

21. URL: www.erco.com.



Джавад Вазифедан (Javad Vazifehdan), Ph.D. (2011 г.). Приглашённый научный сотрудник Делфтского технического университета, Нидерланды, и руководитель проекта

компании ASML. Автор и соавтор многочисленных научных статей и рецензент ряда престижных международных журналов



Мохаммаджават Махдавиньяд (Mohammadjavad Mahdavinjad), Ph.D. (2011 г.). Доцент архитектурного факультета и руководитель лаборатории современной архитектуры Университета Тарбиат Модарес, Тегеран, Иран. Автор, переводчик и редактор более ста научных статей и двадцати книг. Лауреат нескольких национальных и международных архитектурных конкурсов. В 2009, 2010, 2012 и 2014 гг. Министерство науки и техники признало его наиболее цитируемым автором в области архитектуры.

менной архитектуры Университета Тарбиат Модарес, Тегеран, Иран. Автор, переводчик и редактор более ста научных статей и двадцати книг. Лауреат нескольких национальных и международных архитектурных конкурсов. В 2009, 2010, 2012 и 2014 гг. Министерство науки и техники признало его наиболее цитируемым автором в области архитектуры.



Фохиме Никудел (Fahimeh Nikoudel), B.Sc. (2008 г.), M.Sc. (2015 г.). Участник в выполнении нескольких национальных и местных архитектурных проектов. Область научных интересов: освещение

научных интересов: освещение