

УДК: 628.974
DOI: 10.48612/NewsKSUAE/74.18
EDN: SJXEVA



Картограммы вертикальной освещенности в практике архитектурного проектирования на примере медиафасадов

А.И.Иванцов¹, А.С.Петров¹, А.А.Макарова²

¹Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Казань, Российская Федерация

²ООО «Архитектурное бюро АБ1», г. Казань, Российская Федерация

Аннотация: *Постановка задачи.* На данный момент, в городах возрастает роль ночного искусственного освещения. Нерациональное использование архитектурной подсветки, медиафасадов и других элементов освещения является большой проблемой и приводит к негативным последствиям: росту светового загрязнения, ухудшению условий проживания вблизи осветительных объектов, нарушению биоритмов человека. На фоне отсутствующих отчётливых нормативных документов по яркости медиафасадов и переосвещенности возникает необходимость детального изучения их воздействия на вертикальную освещенность в окружающей застройке на этапе проектирования. Одним из способов решения проблемы может быть широкое применение картограмм вертикальной освещенности, однако расчет уровней вертикальной освещенности в городской среде требует научного обоснования и апробации натурными измерениями.

Целью работы является установление закономерности между вертикальной освещенностью в городской застройке, создаваемой медиафасадом, и его яркостными характеристиками на основе натурных измерений в темное время суток.

Задачами исследования являются:

- провести натурные замеры вертикальной освещенности вблизи установленных медиафасадов в ночное время суток;
- построить картограммы распределения вертикальной освещенности при изменении яркости свечения, а также типа заполнения информационного поля медиафасада;
- сопоставить измеренные и нормируемые значения вертикальной освещенности

Результаты. Получены картограммы распределения вертикальной освещенности в застройке в темное время суток, создаваемой медиафасадами, при изменении яркости свечения, а также типа заполнения информационного поля медиафасада.

Выводы. Показана необходимость создания стандартного метода построения картограмм вертикальной освещенности в городской застройке на этапе проектирования, что будет способствовать выполнению норм СП и СанПиН при проектировании наружного искусственного освещения.

Ключевые слова: искусственного освещение, архитектурная подсветка, медиафасад, вертикальная освещенность, световое загрязнение, яркость

Для цитирования: Иванцов А.И., Петров А.С., Макарова А.А. Картограммы вертикальной освещенности в практике архитектурного проектирования на примере медиафасадов // Известия КГАСУ, 2025, № 4 (74), с. 204-216, DOI: 10.48612/NewsKSUAE/74.18, EDN: SJXEVA

Cartograms of vertical illumination in the practice of architectural design on the example of media facades

A.I. Ivantsov¹, A.S. Petrov¹, A.A. Makarova²

¹Kazan State University of Architecture and Engineering,
Kazan, Russian Federation

²Architectural bureau AB1, LLC, Kazan, Russia

Abstract. *Problem statement.* The role of night artificial lighting in cities is increasing. Irrational use of architectural lighting, media facades and other lighting elements leads to negative consequences: increased light pollution, deterioration of living conditions near lighting objects, disruption of human biorhythms. In the absence of clear regulatory documents on their brightness and overillumination, there is a need for a detailed study of their impact on vertical illumination in the surrounding buildings at the design stage. One way to solve the problem may be to use vertical illumination cartograms, but the calculation of vertical illumination levels in the urban environment requires scientific development and testing by natural measurements.

The *purpose* of the work is to establish a pattern between vertical illumination in urban development created by a media facade and its brightness characteristics based on natural measurements in the dark time of day.

The tasks of the study are:

- to make full-scale measurements of vertical illumination near installed media facades at night;
- build cartograms of the vertical illumination distribution when the brightness of the glow changes, as well as the type of filling in the information field of the media facade;
- compare the measured and normalized values of vertical illumination.

Results. The cartograms of vertical illumination distribution in the dark time of day created by media facades were obtained with changes in the brightness of the glow, as well as the type of filling of the information field of the media facade.

Conclusions. The need for a standard method for constructing cartograms of vertical illumination in urban development at the design stage is shown, which will facilitate the implementation of the SP and SanPiN standards when designing outdoor artificial lighting.

Keywords: artificial lighting, architectural lighting, media facade, vertical illuminance, light pollution, brightness

For citation: Ivantsov A.I., Petrov A.S., Makarova A.A. Cartograms of vertical illumination in the practice of architectural design on the example of media facades // News of KSUAE, 2025, № 4 (74), p. 204-216, DOI: 10.48612/NewsKSUAE/74.18, EDN: SJXEVA

1. Введение

В последние десятилетия ночное искусственное освещение стало неотъемлемой частью архитектурного проектирования. В условиях стремительного урбанистического роста и внедрения новых информационных технологий, таких как интерактивное ночное архитектурное освещение, светодиодные экраны (LED), медиафасады, уровень светового загрязнения в городской застройке стремительно возрастает. При этом в работах [1-3], что избыточное ночное освещение, спектральный состав, продолжительность воздействия, пульсация могут вызвать у человека проблемы со сном, подавление мелатонина, нарушения циркадных ритмов. Ночное наружное освещение приводит к неблагоприятным метаболическим изменениям у горожан, увеличению веса, диабету и гипертензии [4–6], повышает риск возникновения онкологических заболеваний [7]. Световое загрязнение вызывает и глобальные изменения в экосистеме крупного города. Искусственное освещение на высотных зданиях дезориентирует мигрирующих птиц [8], избыток света вблизи городских водоемов приводит к их зарастанию, цветению и снижению качества воды [9]. Происходит снижение интенсивности опыления ночных растений насекомыми, которые теряют ориентацию в пространстве. Все это в последствии приводит к снижению числа видов городской растительности и качества

экологии города в целом [10]. Таким образом видно, что ночное архитектурное освещение нельзя недооценивать, и оно требует скрупулезного подхода на этапе проектирования, так как может негативно повлиять как на здоровье людей, так и на экосистему в целом.

В последние годы все большую популярность приобретают рекламные конструкции с цифровой поверхностью, в том числе медиафасады, обладающие значительной яркостью и динамикой изображения. Создаваемая среда фасада преобразует окружение [11, 12], помогая зданию транслировать свое назначение и роль в дизайне городского общественного пространства [13-15]. Медиафасады проектируются в соответствии с действующими нормами, ГОСТами (в том числе ГОСТ Р 52044-2003, ГОСТ Р 50597-2017, ГОСТ Р 52289-2004), правилами устройств электроустановок и другими нормативными актами. В СанПиН 2.2.1./2.2.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий», действовавшем до 2021 года, в п. 3.3.4 указывались уровни суммарной засветки окон жилых зданий, палат лечебных учреждений, палат и спальных комнат объектов социального обеспечения световыми приборами наружного освещения (в том числе рекламными медиафасадами):

- 7 лк - при норме средней яркости проезжей части 0,4 кд/м²;
- 10 лк - при норме средней яркости проезжей части 0,6–1,0 кд/м²;
- 20 лк - при норме средней яркости проезжей части 1,2–1,6 кд/м².

Согласно п.3.3.5 СанПиН 2.2.1./2.2.1.1278-03 уровни суммарной засветки окон жилых зданий, палат лечебных учреждений, палат и спальных комнат объектов социального обеспечения от архитектурного, рекламного освещения, а также установок освещения строительных площадок, не должны превышать более чем на 10% величин, указанных в п.3.3.4 того же документа. В СанПиН 2.2.1./2.1.1.2585-10 «Изменения и дополнения 1 к СанПиН 2.2.1./2.1.1.1278-03» от 2010 года введен п. 3.3.7: «Угловой размер рекламного видео экрана, видимого из точки, расположенной на расстоянии 1 м от геометрического центра окон жилых зданий, палат лечебных учреждений, палат и спальных комнат объектов социального обеспечения, не должен превышать 2°. В дневное время яркость рекламных видеоэкранов не ограничивается. В темное время суток максимально допустимая яркость рекламных видеоэкранов не должна превышать 3 000 кд/м²».

В действующем СП52.13330 «Естественное и искусственное освещение» также имеются нормативные требования к светотехническим характеристикам цифровых рекламных конструкций. Так, таблица 7.22 в СП52 полностью повторяет данные таблицы 5.57 действующего СанПиНа, а в п. 7.5.8.3 в целом воспроизведен п. 3.3.7 из СанПиНа от 2010 года: «работа рекламной или информационной конструкции в темное время суток в динамическом режиме возможна, если видимый угловой размер ее проекции на плоскость, перпендикулярную линии зрения из точки, расположенной на расстоянии 1 м от геометрического центра окон жилых помещений жилых зданий, палат лечебных учреждений, палат и спальных комнат объектов социального обеспечения, не превышает 2,5°, либо рекламная конструкция не видна из данной точки». Так как п. 7.5.8.3 СП52 относится к информационному наполнению рекламной конструкции, а не светотехническим характеристикам, с точки зрения светового комфорта человека нормируется вертикальная освещенность (засветка) на окнах зданий, которая присутствует как в нормах СП52, так и в СанПиН 1.2.3685-21. Таким образом, нормативной оценке при работе медиафасада в темное время суток подлежит вертикальная освещенность окон жилых зданий, палат лечебных учреждений, палат и спальных комнат объектов социального обеспечения. Нормируемые показатели приведены в таблице 1.

Влияние уровня освещенности на здоровье человека в медицинской практике изучено очень хорошо. Большое количество исследований и мета-анализы (577 932 пациентов), приведенные в [16, 17], позволили сделать вывод о том, что ощутимые проблемы со сном возникают при уровне освещенности ночью выше 30 лк при длительном воздействии (от 30 минут и более). Кратковременное облучение при данном уровне освещенности не выявило нарушений. Существенное влияние на здоровье вплоть

до онкологических заболеваний возможны от снижения уровня мелатонина при дозе светового облучения 5,8 нВт/см²/ср, что эквивалентно освещенности 2800 лк белого света в ночное время [16–18]. Как можно видеть, нормируемые уровни вертикальной освещенности у окна от 7 до 20 лк не превышают «вредной» отметки в 30 лк. Вместе с тем, основной проблемой действующих норм является не величина допустимой вертикальной освещенности, а отсутствие стандартного метода расчета и проектирования световых конструкций с целью выполнения указанных требований.

Таблица 1

Нормируемый показатель освещения проезжей части прилегающей улицы		Вертикальная освещенность на окнах зданий E_v , лк, не более
Средняя яркость $L_{ср}$, кд/м ²	Средняя освещенность $E_{ср}$, лк	
0,4	6	7
0,6–1,0 включительно	10–15 включительно	10
1,2–2,0 включительно	20–30 включительно	20

В статье Шмарова И.А. и Козлова В.А. [19] на основании данных нормативных показателей описаны исследования влияния рекламных щитов с цифровой сменой изображения на прилегающую застройку. В статье приведен метод определения углового размера рекламного видеозащита на стадии проектирования. В 2019 году этими же авторами в статье [20] был рассмотрен вопрос уровня суммарной засветки окон жилых зданий цифровыми экранами различного вида. Проведенные специалистами НИИ строительной физики измерения уровней динамической засветки (вертикальной освещенности) окон [20] показывают, что в большинстве случаев она определяется уличным искусственным освещением, а в отдельных случаях – архитектурным освещением фасадов, но не превышает нормируемых величин суммарной засветки окон, установленных СанПиН 2.2.1./2.2.1.1278-03. При этом авторами были получены графики зависимости места установки рекламного щита от угла, под которым его видно из точки наблюдения. Так, например, для щита формата 5x15 метров, расположенного параллельно жилому дому (90°) минимально допустимое расстояние составляет 282 метра, а при угле 5° – 83 метра. Однако не ясно, как данные графики могут учитывать совместное действие нескольких источников освещения и их разную яркость, которая согласно СП 52.13330 может отличаться на порядок (от 75 до 2500 кд/м²).

Итоговая величина вертикальной освещенности на окнах зданий зависит как минимум от четырех характеристик медиафасада, а именно: яркости светящегося элемента и его площади, расстояния от него до окон жилых зданий и от угла, под которым он расположен. Данные характеристики можно видеть в известном выражении для расчета уровня освещенности:

$$E = \frac{L \times S \cos \theta}{d^2}, \text{ лк} \quad 1)$$

где: L – яркость светящегося элемента, кд/м²; $S \cos \theta$ – площадь проекции светящегося элемента, перпендикулярная направлению силы света к окну, м²; d – расстояние от источника света до окна, м.

Логично предположить, что на этапе проектирования расстояние от медиафасада до окон жилых зданий должно быть расчетной величиной и подбираться в зависимости от его яркостных характеристик. На деле же данные расчеты на этапе проектирования не выполняются, вместо этого есть формальные требования на уровне региональных норм, как например, для г. Казани и других городов, где введены допустимые расстояния от жилых окон до медиафасадов. Однако это не решает проблему, что подтверждается многочисленными жалобами самих жильцов, которые регулярно рассматриваются местными СМИ [21, 22]. Примерами служат некоторые жилые комплексы, где у окружающей застройки происходит переосвещенность окон, при этом застройщик отрицает наличие проблемы. В ответ на жалобы жильцов местные регулирующие органы нередко принимают решение снизить яркость медиафасадов и архитектурного освещения в ночное время. Однако, данные случаи лишь подтверждают необходимость учитывать яркость и удаленность световых элементов от жилых зданий, построения карт ночного

освещения или карт вертикальной освещенности на начальной стадии обсуждения строительства. На текущий момент подобной работы в архитектурно-строительной практике РФ на этапе проектирования не проводится.

Целью данной работы является установление закономерности между вертикальной освещенностью в городской застройке, создаваемой медиафасадом, и его яркостными характеристиками на основе натурных измерений в темное время суток на примере ряда медиафасадов в г. Казани.

Задачи исследования:

- провести натурные замеры вертикальной освещенности вблизи установленных медиафасадов в ночное время суток;
- построить картограммы распределения вертикальной освещенности при изменении яркости свечения, а также типа заполнения информационного поля медиафасада;
- сопоставить измеренные и нормируемые значения вертикальной освещенности по СанПиН 1.2.3685.

2. Материалы и методы

Измерение вертикальной освещенности проводилось с помощью люксметра ТКА ЛЮКС с пределом измерения 1...200 000 лк в соответствии с ГОСТ 24940-2016 «Здания и сооружения. Методы измерения освещенности». Измерение яркости проводилось прибором ТКА-люксметр-яркомер в соответствии с ГОСТ 26824-2010 «Здания и сооружения. Методы измерения яркости». Измерения яркости и освещенности проводились в темное время суток, отношение освещенности от естественного освещения к освещенности, создаваемой искусственным освещением, не превышало 0,1. Измерение вертикальной освещенности проводилось последовательно в различных точках в городской застройке на различном расстоянии от экрана (от 130 до 200 м). Высота точек измерения для всех медиафасадов принималась на уровне 15–20 м от земли для устранения влияния фонового освещения от уличных фонарей. Для ряда точек измерения устранить полностью фоновое освещение не оказалось возможным, о чем будет отмечено далее. Измерение освещенности проводилось с применением автовышки.

Замеры вертикальной освещенности разделялись в зависимости от типа информационного наполнения медиафасада:

- для всех медиафасадов была определена вертикальная освещенность в застройке в режиме стандартной работы информационной поверхности в темное время суток и воспроизведения рекламных роликов без белого фона, а также при воспроизведении рекламных роликов с заполнением белого фона более 50 %;
- для медиафасада (экран 1) была определена вертикальная освещенность в застройке в режиме стандартной работы информационной поверхности в темное время суток при полностью белом фоне.

В качестве объектов исследования приняты пять медиафасадов в г. Казани, представленные на рис. 1.



Рис. 1. Фотофиксация объектов исследования (иллюстрации авторов)
Fig. 1. Photographic Documentation of Research Objects (illustration by the authors)

3. Результаты и обсуждение

Анализ улично-дорожной классификации в г. Казани показывает, что большая часть исследуемых медиафасадов размещена в основном на улицах категорий А2 и Б1, для которых нормативами установлены значения средней освещённости не ниже 20 лк (см. табл. 2). Соответственно, предельно допустимый уровень вертикальной освещённости на оконных проёмах зданий, ориентированных на данные улицы, также составляет не более 20 лк.

Таблица 2

Предельные значения вертикальной освещенности на окнах

Медиафасад	Класс	Нормируемая средняя освещенность улицы, не менее, лк	Предельные значения вертикальной освещенности на окнах, не более, лк
Экран 1	А2	20	20
	Б1	20	20
	В1	15	10
Экран 2	А2	20	10
Экран 3	А2	20	20
	А2	20	20
Экран 4	А2	20	20
	А2	20	20
Экран 5	А2	20	20
	Б1	20	20

На рис. 2 представлены ситуационные планы расположения исследуемых медиафасадов с обозначением нормируемой предельной величины вертикальной освещенности на окнах зданий. *

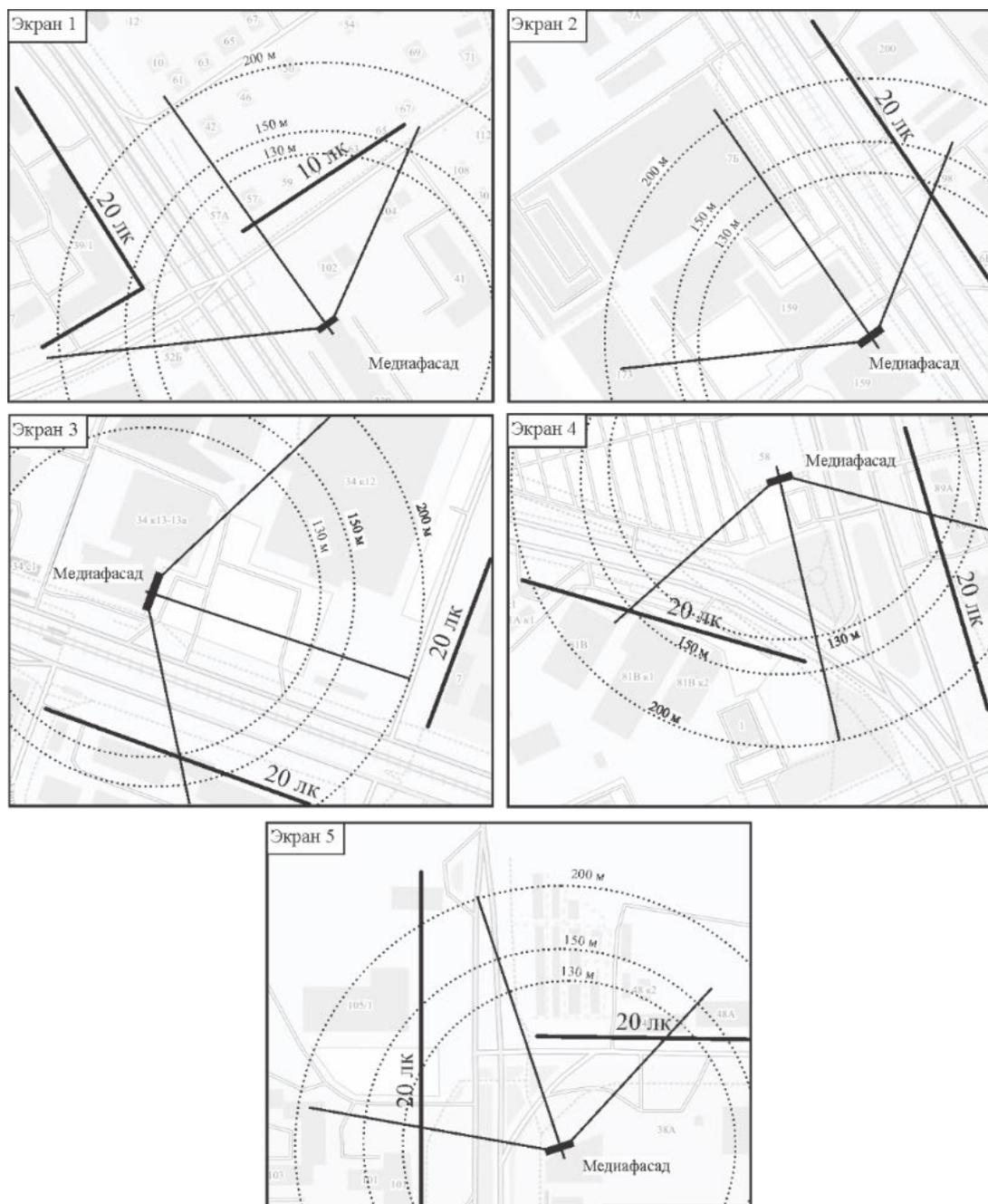


Рис. 2. Нормируемая вертикальная освещенность на окнах жилых домов, лк
(иллюстрация авторов)

Fig. 2. Standardized vertical illuminance on the windows of residential buildings, lx
(illustration by the authors)

На рис. 3-7 приведены картограммы распределения вертикальной освещенности на пяти участках городской застройки в г. Казани, полученные на основе натурных измерений вертикальной освещённости, создаваемой работающими медиафасадами в тёмное время суток. Все замеры производились на высоте 20 м от уровня земли (центр медиафасада). Над чертой приведены значения освещенности при воспроизведении роликов без белого фона; под чертой – при полностью белом фоне. Там же представлено описание технических параметров участков.

Рис. 3 иллюстрирует ситуацию вокруг экрана 1. Фасад расположен вдоль магистрали класса А2, Б1, В1. Яркость экрана вблизи поверхности составляла 130–140 кд/м² на расстоянии 1,5 м от поверхности, 190-210 кд/м² у поверхности медиафасада. В стандартном режиме работы медиафасада в темное время суток (рекламные ролики с различным типом заполнения экрана) в радиусе 130 м значения вертикальной освещенности не превышают 4,0 лк и близка к фоновым значениям освещенности улицы, что в полной мере удовлетворяется требованиям к вертикальной освещенности на окнах жилых зданий для дорог любого класса согласно СП52 и САНПИН 1.2.3685-21 (от 7 до 20 лк). При режиме работы медиафасада в виде белого фона при стандартной яркости для темного времени суток на расстоянии 130 м и более вертикальная освещенность не превышает значений 6,0 лк и превышает фоновые значения не более, чем на 1-2 лк.

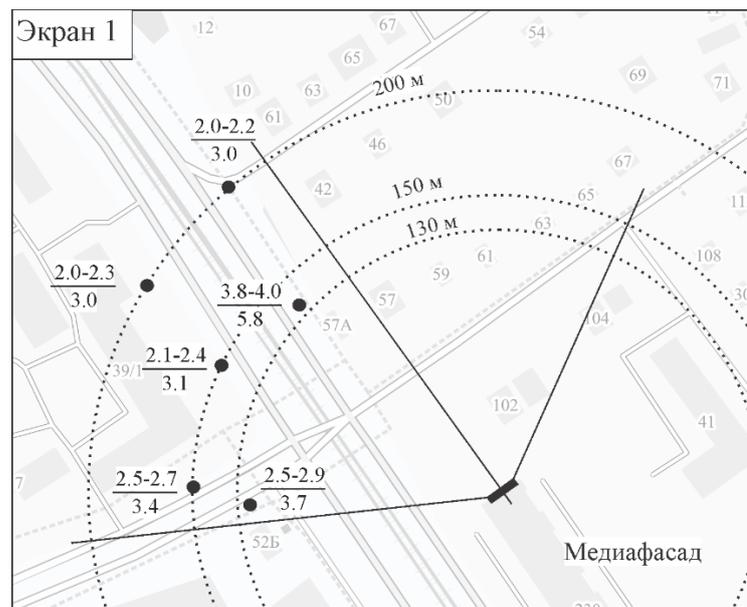


Рис. 3. Картограмма распределения вертикальной освещенности в застройке, лк, от Экрана 1 (иллюстрация авторов)

Fig. 3. Cartogram of vertical illuminance distribution within the development, lx (illustration by the authors)

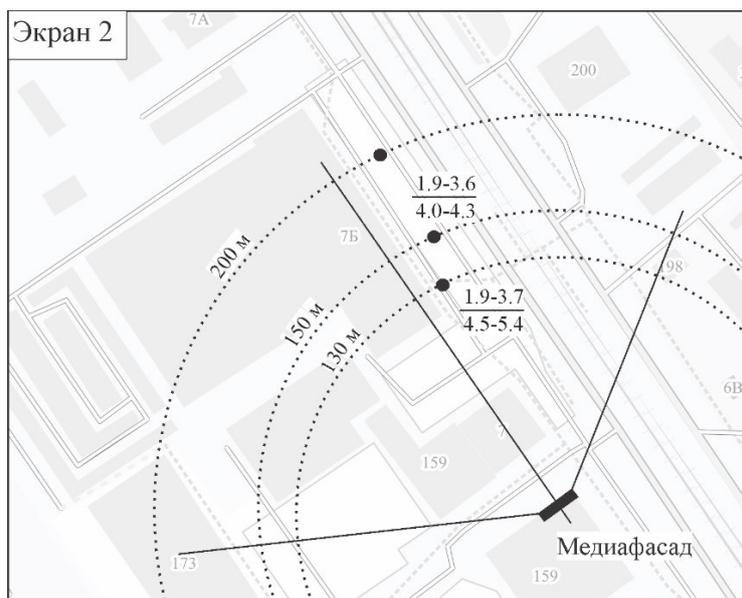


Рис. 4. Экран 2.
Fig. 4. Screen 2.

Фасад расположен на улице класса А2. По результатам замеров вертикальная освещенность составляла:
– Менее 10 лк при любом типе контента, включая ролики с высоким уровнем белого заполнения.

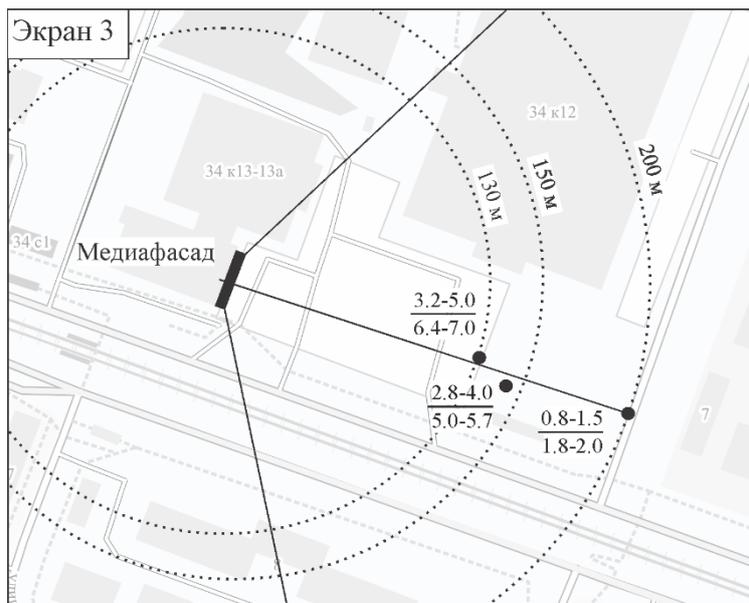


Рис. 5. Экран 3

Fig. 5. Screen 3

Фасад ориентирован на улицы категории А2. Яркость экрана у поверхности составляла 220–250 кд/м², на расстоянии 1,5 м от поверхности – 100–120 кд/м². Измерения на высоте порядка 20 м в радиусе 130 м показали:

- 6,0 лк при трансляции роликов с различным типом заполнения экрана;
- не более 7,0 лк при контенте с белым фоном.

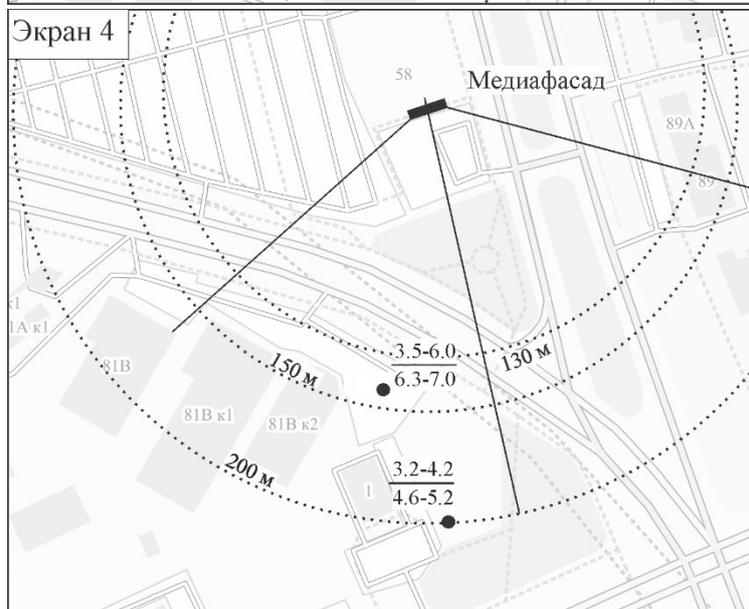


Рис. 6. Экран 4

Fig. 6. Screen 4

Экран установлен на фасаде здания, выходящего на улицы категории А2. Измеренные значения вертикальной освещенности не превышают:

- 5,0 лк при трансляции роликов с различным типом заполнения экрана;
- 7,0 лк при контенте с белым фоном.

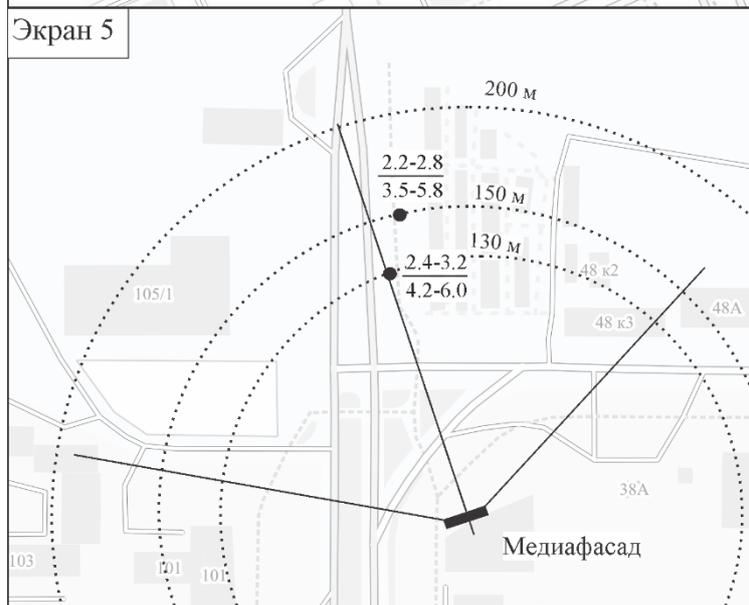


Рис. 7. Экран 5

Fig. 7. Screen 5

Фасад расположен на пересечении улиц категорий А2 и Б1. Для данного медиафасада была измерена яркость: 70–80 кд/м² на расстоянии 1,5 м от поверхности, 150–170 кд/м² у поверхности медиаэкрана. Результаты замеров не превышают:

- 3,2 лк при трансляции роликов с различным типом заполнения экрана;
- 6,0 лк при контенте с белым фоном.

Построение картограммы вертикальной освещенности также возможно приблизительным расчетно-графическим методом с применением выражения (1), приведенного во введении статьи. Так для примера возьмем экран 1 (рис. 3). Зная среднюю яркость медиафасада равную 200 кд/м^2 и его площадь 300 м^2 , получим уровень вертикальной освещенности в точках, расположенных на расстояниях: 55 м, 80 м, 100 м, 130 м, 150 м. Результаты расчета вертикальной освещенности сведены в табл.3 и представлены в виде картограммы рис. 8.

Таблица 3

Результаты расчета вертикальной освещенности в точках

Угол	Величина расчетной вертикальной освещенности, лк на расстоянии от экрана, м				
	55 м	80 м	100 м	130 м	150 м
0°	19,83	9,38	6	3,55	2,67
5°	19,76	9,34	5,98	3,54	2,66
10°	19,53	9,23	5,91	3,5	2,63
25°	17,98	8,5	5,44	3,22	2,42
30°	17,17	8,12	5,2	3,07	2,31
55°	11,38	5,38	3,44	2,04	1,53
60°	9,92	4,69	3	1,78	1,33

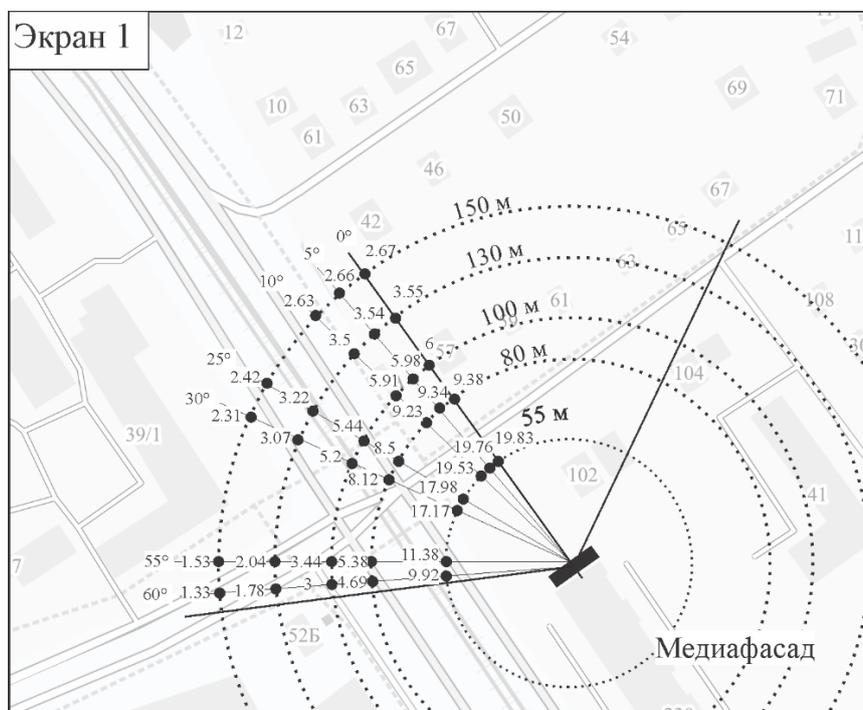


Рис. 8. Картограмма распределения вертикальной освещенности в застройке, полученная расчетным путем по формуле (1), лк (иллюстрация авторов)

Fig. 8. Cartogram of vertical illumination distribution within the built environment, obtained by calculation using formula (1), lx (illustration by the authors)

Сопоставление измеренных значений (рис. 3) с расчетными (рис. 8) показывает, что последние ниже на 5-10%. Объясняется это применением упрощенного метода расчета уровня освещенности без учета фонового освещения на участке, особенностей кривой силы света медиафасада (КСС), особенностей контента на экране, совместного действия различных источников света и т.п. Подобные расхождения между расчетными и натурными измерениями отмечены и в других исследованиях. В исследовании городского светового загрязнения в Гонконге [1] на основе натуральных и космических наблюдений показано, что основной вклад в паразитную засветку окон вносят установленные на зданиях световые приборы архитектурного освещения и уличные фонари, что подтверждает многофакторный характер этого явления. Кроме того, исследование качества фотометров [2] продемонстрировало, что вертикальная

освещенность на окнах жилых зданий может достигать 100 люкс и превышать допустимые нормы в несколько раз, при этом расхождения между результатами различных приборов измерения могут составлять 20-30%, что дополнительно усложняет верификацию расчетных моделей. Авторы работы [3] проводили проверку компьютерных симуляций освещения путем их сопоставления с реальными измерениями. Выявлены расхождения между симуляциями и реальными данными, которые зависят от направления источников света и положения точки наблюдения.

Данный факт подтверждает необходимость создания стандартного метода расчета и построения картограмм вертикальной освещенности в городской застройке, что может помочь архитектору на начальном этапе проектирования и избежать превышения требуемых уровней вертикальной освещенности по СП 52.13330 и СанПиН 1.2.3685.

4. Заключение

Получены картограммы распределения вертикальной освещенности в застройке в темное время суток, создаваемой медиафасадами, при изменении яркости свечения и типа заполнения информационного поля медиафасада. Установлена взаимосвязь между вертикальной освещенностью в городской застройке, создаваемой медиафасадом, и наличием белого фона в информационном пространстве экрана: наличие белого (светлого) фона в информационном наполнении медиа фасада приводит к увеличению вертикальной освещенности в застройке.

Для всех исследуемых медиафасадов в режиме стандартной работы в темное время суток (яркость экрана 100-130 кд/м² и ниже на расстоянии 1,5 м от плоскости экрана) на расстоянии от экрана 130 м и более не выявлено значений вертикальной освещенности, превышающих 10 лк, которое нормируется по СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» для улиц класса А1-В1.

На примере сравнения расчетных значений и натуральных измерений освещенности показана необходимость в создании нового стандартного метода построения картограмм вертикальной освещенности в городской застройке на этапе проектирования, что будет способствовать выполнению норм СП 52.13330 и СанПиН 1.2.3685 при проектировании наружного искусственного освещения.

Список литературы/References

1. Blume C., Garbazza C., Spitschan M. Effects of light on human circadian rhythms, sleep and mood // *Somnologie*. 2019. Vol. 23 (3). P. 147–156. DOI: 10.1007/s11818-019-00215-x
2. Brown T.M., Brainard G.C., Cajochen C., et al. Recommendations for daytime, evening, and nighttime indoor light exposure to best support physiology, sleep, and wakefulness in healthy adults // *PLoS Biol*. 2022. Vol. 20 (3): e3001571. DOI: 10.1371/journal.pbio.3001571
3. Носков С.Н., Мозжухина Н.А., Калинина Н.И., Еремин Г.Б., Выучейская Д.С. Об актуализации гигиенических требований к естественному, искусственному и совмещенному освещению помещений жилых зданий // *Здоровье населения и среда обитания*. 2019. № 10 (319). С. 40-45. DOI: 10.35627/2219-5238/2019-319-10-40-45.
Noskov S.N., Mozzhukhina N.A., Kalinina N.I., Eremin G.B., Vyucheyanskaya D.S. On updating hygienic requirements for natural, artificial and combined lighting of residential buildings // *Zdorovye naseleniya i sreda obitaniya*. 2019. No. 10 (319). P. 40-45. DOI: 10.35627/2219-5238/2019-319-10-40-45.
4. Gubin D., Danilenko K., Stefani O., et al. Blue light and temperature actigraphy measures predicting metabolic health are linked to melatonin receptor polymorphism // *Biology*. 2024. Vol. 13 (1): 22. DOI: 10.3390/biology13010022
5. Kim M., Vu T.h., Maas M.B., et al. Light at night in older age is associated with obesity, diabetes, and hypertension. // *Sleep*. 2023. Vol. 46 (3): zsac130. DOI: 10.1093/sleep/zsac130

6. Windred D.P., Burns A.C., Rutter M.K., et al. Personal light exposure patterns and incidence of type 2 diabetes: analysis of 13 million hours of light sensor data and 670,000 person-years of prospective observation // *Lancet Reg. health Eur.* 2024. Vol. 42: 100943. DOI: 10.1016/j.lanepe.2024.100943.
7. Touitou Y., Reinberg A., Touitou D. Association between light at night, melatonin secretion, sleep deprivation, and the internal clock: health impacts and mechanisms of circadian disruption // *Life Sci.* 2017. Vol. 173. P. 94-106. DOI: 10.1016/j.lfs.2017.02.008.
8. Horton K. G., Benjamin C. N., Doren M. V., La Sorte F. A., Dokter A. M., Farnsworth A. Bright lights in the big cities: migratory birds' exposure to artificial light // *Front Ecol Environ.* 2019. Vol. 17(4). P. 209-214. DOI: 10.1002/fee.2029.
9. Попов Б. А., Хахулина Н. Б., Драпалюк Н. А. О методике дистанционного мониторинга светового загрязнения городов // *Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура.* 2021. Вып. 2(17). С. 66-75. EDNWHUOTG.
Popov B. A., Khakhulina N. B., Drapalyuk N. A. On the methodology of remote monitoring of light pollution in cities // *Zhilishchnoye khozyaystvo i kommunalnaya infrastruktura.* 2021. Iss. 2(17). P. 66-75. EDNWHUOTG.
10. Rich E. C., Longcore T. *Ecological consequences of artificial night lighting.* Washington: Island Press, 2006. 458 p.
11. Михайлова А. С., Маннанов А. А. Медиафасады в городской среде // *Дизайн-ревью.* 2013. Вып. 1-2. С. 84-88. EDN VFMQKZ.
Mikhailova A. S., Mannanov A. A. Media facades in the urban environment // *Design review.* 2013. Iss. 1-2. P. 84-88. EDN VFMQKZ.
12. Белов М. И., Борискова Д. Д. Современные технологии создания арт-объектов средового дизайн // *Архитектура. Реставрация. Дизайн. Урбанистика.* 2024. Вып. 1(3). С. 282-288. EDN SSJPGK.
Belov M. I., Boriskova D. D. Modern technologies of creation of art objects of environmental design // *Arhitektura. Restavracia. Dizajn. Urbanistika.* 2024. Iss. 1(3). P. 282-288. EDN SSJPGK.
13. Koshkin D., Kudryasheva E., Khafizov R., Salyakhutdinov R., Ibragimova A. Temporary identification style of urban areas // *E3S Web of Conferences Volume 274 (2021): 2nd International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering (STCCE - 2021), Kazan, 21–28 апреля 2021 года.* Vol. 274. France: EDP Sciences, 2021. P. 1010. DOI: 10.1051/e3sconf/202127401010. EDN JTCFWL.
14. Евстратова Т. А. Интерактивность и иммерсивность как особенность современного художественного синтеза в дизайне города // *Архитектура. Реставрация. Дизайн. Урбанистика.* 2024. Вып. 2(4). С. 107-113. EDN PHVWIN.
Evstratova T. A. Interactivity and immersiveness as a feature of modern artistic synthesis in city design // *Arhitektura. Restavracia. Dizajn. Urbanistika.* 2024. Iss. 2(4). P. 107-113. EDN PHVWIN.
15. Кошкин Д. Ф., Кривокобыльская К. И. Художественные методы формирования городской среды // *Архитектура. Реставрация. Дизайн. Урбанистика.* 2024. Вып. 1(3). С. 321-337. EDN RIEFFT.
Koshkin D. F., Krivokobylskaya K. I. Artistic methods of urban environment formation // *Arhitektura. Restavracia. Dizajn. Urbanistika.* 2024. Iss. 1(3). P. 321-337. EDN RIEFFT.
16. Figueiro M.G., Rea M.S., Bullough J.D. Does architectural lighting contribute to breast cancer? // *Carcinog.* 2006. Vol. 5:20. DOI: 10.1186/1477-3163-5-20. PMID: 16901343; PMCID: PMC1557490.
17. Xu Y.X., Zhang J.h., Tao F.B., Sun Y. Association between exposure to light at night (LAN) and sleep problems: a systematic review and meta-analysis of observational studies // *Sci. Total Environ.* 2023. Vol. 857 (Pt 1): 159303.
18. Губин Д. Г., Полуэктов М. Г. Световая гигиена, биологические ритмы и нарушения сна // *Эффективная фармакотерапия.* 2024. Т. 20. Вып. 33. С. 6-12. DOI: 10.33978/2307-3586-2024-20-33-6-12. EDNMUTDXT.

- Gubin D. G., Poluektov M. G. Light hygiene, biological rhythms and disturbed sleep // *Effektivnaya farmakoterapiya*. 2024. Vol. 20. Iss. 33. P. 6-12. DOI: 10.33978/2307-3586-2024-20-33-6-12. EDNMUTDXT.
19. Шмаров И.А., Козлов В.А. К вопросу о влиянии рекламных щитов с цифровой сменой изображения на прилегающую жилую застройку // *Строительство и реконструкция*. 2015. Вып. 4 (60). С. 146-151.
Shmarov I.A., Kozlov V.A. On the impact of advertising billboards with digital image change on adjacent residential buildings // *Stroitelstvo i rekonstruktsiya*. 2015. Iss. 4 (60). P. 146-151.
20. Шмаров И.А., Козлов В.А. Влияние цифровых рекламных конструкций на прилегающую жилую застройку // *Безопасность зданий и сооружений*. 2019. Вып. 3 (83). С. 47-53.
Shmarov I.A., Kozlov V.A. The impact of digital advertising structures on adjacent residential development // *Bezopasnost zdaniy i sooruzheniy*. 2019. Iss. 3 (83). P. 47-53.
21. Комсомольская правда // Сайт. 2021. URL: <https://www.kazan.kp.ru/online/news/4463488/> (дата обращения: 28.07.2025).
Komsomolskaya Pravda // Website. 2021. URL: <https://www.kazan.kp.ru/online/news/4463488/> (reference date: 28.07.2025).
22. Москва онлайн // Сайт. 2024. URL: <https://msk1.ru/text/gorod/2024/03/20/73359557/> (дата обращения: 28.07.2025).
Moscow online // Website. 2024. URL: <https://msk1.ru/text/gorod/2024/03/20/73359557/> (reference date: 28.07.2025).

Информация об авторах

Иванцов Алексей Игоревич, кандидат технических наук, доцент, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация

E-mail: ivantsov.arch@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6047-3123

Петров Артем Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация

E-mail: ruarty@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6643-9110

Макарова Анна Анатольевна, архитектор, ООО «Архитектурное бюро АБ1», г. Казань, Российская Федерация

E-mail: a.makarova.a@rambler.ru

Information about the authors

Aleksey I. Ivantsov, candidate of technical sciences, associate professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation

E-mail: ivantsov.arch@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6047-3123

Artyom S. Petrov, candidate of technical sciences, associate professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation

E-mail: ruarty@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6643-9110

Anna A. Makarova, architect, Architectural bureau AB1, LLC, Kazan, Russia

E-mail: a.makarova.a@rambler.ru

Дата поступления: 14.10.2025

Дата принятия: 24.12.2025