

**ФИЗИКА СВЕТА В АРХИТЕКТУРЕ БУДУЩЕГО**

УДК 535:74:72.01

DOI: 10.24412/1998-4839-2021-1-248-261

**Н.И. Щепетков***Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия***Аннотация**

Рассмотрены смыслы и определения света как объективного физического явления природы и техники и феномена искусства, сформулированные разными авторами в разные эпохи. Более детально изложено авторское мнение о роли света в архитектуре, о недостатках его учета в теории и практике зодчества, в нормировании естественного освещения и инсоляции в РФ и развитии новой области профессиональной, научной и творческой деятельности – в светодизайне города и интерьера.<sup>1</sup>

**Ключевые слова:** свет, архитектура, светодизайн, освещение естественное и искусственное, нормирование

**PHYSICS OF LIGHT IN THE ARCHITECTURE OF THE FUTURE****N. Shchepetkov***Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia***Annotation**

The article considers meanings and definitions of the light as an objective physical phenomenon of nature and technology, as well as the phenomenon of art, formulated by different authors in different epochs. Article presents the author's opinion on the role of light in architecture, on the shortcomings of its consideration in the theory and practice of architecture, in the regulation of natural lighting and insolation in Russian Federation, and on the development of a new field of professional, scientific and creative activity – in urban and interior light design.<sup>2</sup>

**Keywords:** light, architecture, lighting design, natural and artificial lighting, rationing

«Свет – это частица», говорил И. Ньютон. «Свет – это волна», оппонировал ему Х. Гюйгенс. «Свет – это форма существования материи в виде электромагнитного поля», констатирует наша энциклопедия. Свет – основа жизни на Земле, и эту истину никто не опровергает. В 2017 году ЮНЕСКО провозгласила 16 мая ежегодным Международным Днем Света, официально признав его исключительную роль для человека и человечества. Свет – это символ божественного и прекрасного в религии и искусстве. «Свет – это строительный материал зрительных и, в их числе, архитектурных образов», утверждаю я, вслед за моими учителями – проф. Н.М. Гусевым и В.Г. Макаревичем [1, 2]. Свет – вечный материал, но он всегда современен, в отличие от других строительных материалов. Он таковым и останется и в архитектуре будущего.

<sup>1</sup> **Для цитирования:** Щепетков Н.И. Физика света в архитектуре будущего // Architecture and Modern Information Technologies. – 2021. – №1(54). – С. 248–261. – URL:

[https://marhi.ru/AMIT/2021/1kvart21/PDF/16\\_shchepetkov.pdf](https://marhi.ru/AMIT/2021/1kvart21/PDF/16_shchepetkov.pdf)

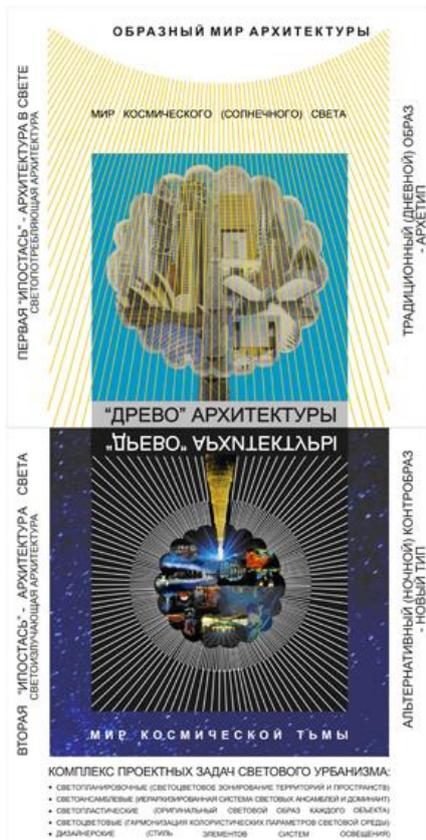
DOI: 10.24412/1998-4839-2021-1-248-261

<sup>2</sup> **For citation:** Shchepetkov N. Physics of Light in the Architecture of the Future. Architecture and Modern Information Technologies, 2021, no. 1(54), pp. 248–261. Available at:

[https://marhi.ru/AMIT/2021/1kvart21/PDF/16\\_shchepetkov.pdf](https://marhi.ru/AMIT/2021/1kvart21/PDF/16_shchepetkov.pdf)

DOI: 10.24412/1998-4839-2021-1-248-261

Свет делает архитектуру выразительным искусством. Без света искусства архитектуры нет (рис. 1). Между тем, в теории и практике архитектуры, по сравнению с вышеприведенными аксиомами, свету уделено ничтожное внимание. Гипотетически этот нонсенс нашей отраслевой прикладной науки можно объяснить лишь генетической памятью зрительной системы человека: он тысячелетия мыслит дневными образами. Так проектирует и архитектор, ориентируясь на усредненно-дневной образный архетип окружающей среды с ее объектами, хотя свет солнца и неба в разные сезоны года, время дня и при разных состояниях погоды чрезвычайно разнообразен и создает бесчисленные световые образы объектов материального мира и окружающей среды. Сам свет, ранее обожествленный во многих религиях, способен создавать виртуальные зрительные формы и образы без архитектуры и участия или с участием человека и его технических средств.



а)

СВЕТ СОЛНЦА И НЕБА



б)

СВЕТ ПЛАМЕНИ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЛАМП



в)

Рис. 1. Свет в архитектуре и дизайне среды: а) два принципиально разных образных состояния, две ипостаси световой среды на Земле и в архитектуре: днем, когда мощная разветвленная крона «древа архитектуры» вместе с природным окружением погружены в океан космического солнечного света и являются активным светопотребляющим организмом (свет Солнца как постоянный донор), «глобальной явью», сомасштабной философскому образу мира в сознании человечества (верх схемы); и ночью, когда современное юное «древо ночной (световой) архитектуры» излучает маломощный, по сравнению с солнечным, микромасштабный рукотворный свет в окружающую космическую тьму, и архитектура при этом становится светоизлучающей, «дискретной явью», обязанной этим и сомасштабной человеку (низ схемы); б) «Свет солнца и неба». Примеры визуализации образно-эмоциональных эффектов солнечного света в архитектурных шедеврах разных эпох и мастеров; в) «Свет пламени и электрических ламп». Примеры изображения света в живописи, графике и на снимках с природы при пламенных и электрических источниках в разные эпохи

Свет и реагирующий на него глаз человека интриговали ученых-богословов, философов, естествоиспытателей, физиков, живописцев на протяжении тысяч лет. Возможности осмысленного использования света в архитектуре и искусстве эволюционно разделились на две ветви – научно-техническую и художественно-эмпирическую, далеко не всегда совпадавшие по целям, методам и результатам между собой и по оппонировавшим друг другу мнениям разных авторов. Достаточно вспомнить И. Ньютона и И. Гете в их теориях о происхождении и свойствах цвета. До конца XIX века речь шла в основном о свете дневном, природном, Божеском, «живом», хотя свет пламени в живописи XVII–XIX веков отражался достаточно часто, эффектно и иллюзорно-правдоподобно. Изобретение электрических источников стало цивилизационным рубежом двух, ставших разными, исторических эпох, и искусственный свет сегодня все более эффективно конкурирует в нашей жизни с естественным (рис. 2). Этот изначально «мертвый» свет тоже становится «живым» благодаря электронным системам управления им. Это кратчайший путь начавшегося движения к «умной» и интерактивной архитектуре.



Рис. 2. Развертка ночного вида материков Земли из космоса. Рисунок и интенсивность светового самоизлучения отражает характер плотности населения и уровень развития цивилизации в разных регионах

Возможности творчества с применением все новых световых технологий искусственного освещения имеют многообещающие перспективы, впрочем, как и творчество на основе потенциала природного света, ибо медицинская наука продолжает открывать неведомые тайны, а они, вероятно, неисчерпаемы, реакций зрительной системы человека на электромагнитные излучения. Например, относительно недавно в сетчатке глаза обнаружены фоторецепторы, сигналы от которых при реакции на свет не приводят к зрительным ощущениям, а участвуют в гормональных процессах – в выработке мелатонина (гормона сна) и кортизола (гормона бодрости) и в циркадных циклах живых организмов.

Физика света как основа материалистической науки у представителей гуманитарных профессий не была доминирующей сущностью. На первый план презентовалось художественное понимание феномена освещения, делавшего все окружающее материальное сущее явью, что совпало с универсальными и очевидными значениями и смыслами света, выраженными в эпоху просвещения в теоретических трудах, живописных и архитектурных произведениях. Еще Д. Дидро в своей «Энциклопедии» 1765 года в главе «Свет» описывает его как чувство, ощущение, инструмент воздействия (возможного и постигаемого) на душу. Через это ощущение открывался огромный потенциал художественного выражения, который позднее у Э.-Л. Булле в его трудах о важности и пользе архитектуры стал программой «Я делаю свет». Он теоретически

«обнаружил» «темный свет» и создал «архитектуру теней», которые считал своим главным открытием. Эта идея сегодня подхвачена и интерпретирована в творчестве ряда светодизайнеров (Р. Нарбони, Г. Паисидис). Дидро отмечает различие между светом естественным и искусственным, в его время еще весьма немощным – в виде пламени свечи, масляного светильника, лучины, очага или факела. Понятие «свет» при этом отнесено к искусству. Не физическая проблема получения света стоит на первом месте, а художественное намерение, с которым свет создается – как это происходило в живописи.

Использование света всегда было вопросом искусства, даже когда художественная и архитектурная теории не давали для этого достаточных оснований. Свет некоторыми архитекторами, в т.ч. с мировой известностью, понимался и понимается как философская основа зодчества. И к этому есть все основания.

По физической природе свет любых первичных (оптических) излучателей (солнце, небо, пламя, электрические лампы) и вторичных источников (объекты материального мира, отражающие или пропускающие падающий на них свет первоисточников) един, но их действие на окружающую среду и на зрительную систему человека различны. Это действие в элементарной степени учитывается в архитектурном проектировании, в частности, нормированием и расчетом некоторых параметров естественного и искусственного освещения в интерьере и экстерьере. Нормируемые параметры получены медицинской наукой с учетом многовековой эмпирики и технико-экономических возможностей государства, а также ориентации его социальной политики, поскольку соблюдение любых ограничительных мероприятий не только что-то экономит, но и стоит каких-то денег. Это очевидно по нашей российской отраслевой науке нормирования: в области естественного освещения и инсоляции<sup>3</sup> послевоенные нормы, разработанные в свое время на основе результатов проведенных исследований квалифицированными врачами и гигиенистами, академиками и докторами медицинских наук, неоднократно конформистски пересматривались за последние 70 лет их не столь принципиальными преемниками в сторону сокращения первоначально и объективно установленных нормативных величин не по вновь открытым медицинским показателям, которые почему-то не были предъявлены научному сообществу и обществу вообще, а под давлением не удовлетворявших заказчиков технико-экономических показателей в проектировании и массовом строительстве при недостаточно эффективных градостроительных, объемно-планировочных и конструктивных решениях, предлагавшихся недостаточно компетентными в этой области или ограниченными в своих правах архитекторами и строителями. В частности поэтому многие чиновники, экономисты и даже зодчие боролись за отмену или сокращение гигиенических норм естественного освещения и инсоляции, якобы «стесняющих» творческую свободу и снижающих экономические показатели. Ухудшение норм выглядело замаскированным регрессом при социально-ориентированной политике государства в СССР, когда земля была общенародной собственностью, т.е. как бы не имела реальной цены (за исключением стоимости растягивавшихся при малой плотности застройки инженерных сетей и транспорта).

Современная рыночная экономика в РФ обострила проблему плотности застройки в городах, главным барьером увеличения которой являются нормы естественного освещения и инсоляции. Поэтому последовали очередные наступления на них в виде той или иной «кастрации» существовавших в изначальных нормах показателей: расчетные точки нормируемого минимального КЕО (коэффициента естественной освещенности) из глубины помещений переместились в центр пола, отчего помещение в целом естественно становится темнее, в подавляющем большинстве типологически разных помещений сегодня разрешено недостаток естественного света в дневное время компенсировать электрическим. Это хуже, чем «поменять шило на мыло». Для здоровья

<sup>3</sup> СанПиН 2.2.1/ 2.1.1.1076-01. Гигиенические требования инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий. – Москва, 2001.  
СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 03-05-95\*. – Москва, 2016.

(и не только зрительной системы), для психики человека это удар, как говорят в народе, «под дых». Причем стратегический, а не одномоментный, поскольку эти условия в здании улучшить будет практически невозможно до его разрушения или реконструкции. Повышение расхода дорожающей электроэнергии в дневное время на вынужденное этим нормированием дополнительное освещение помещений, особенно на нижних этажах, и малозаметное, но обязательное массовое ухудшение здоровья людей в них, при наличии обильного, бесплатного, неисчерпаемого, экологичного света неба и солнца трудно разумно объяснить, но этот искусственно созданный нонсенс – результат удорожания земли в городах и алчного стремления строительных инвесторов получить максимальную прибыль с арендуемого или приобретенного участка, не думая о последующих ухудшающихся санитарно-эпидемиологических и социальных последствиях для населения, особенно в жилье.

Урезается не только доминирующий в наших широтах свет неба в помещениях по нормам КЕО, но и прямой, животворный свет солнца. В 2017 году решением главного государственного санитарного врача РФ А.Ю. Поповой [5] были на 2 месяца сокращены нормы инсоляции в центральной, самой населенной зоне России без всяких научных обоснований, но по «продвижению клуба инвесторов Москвы» (!): теперь люди в помещениях получают солнца по времени меньше, чем в северной зоне – 2 часа (на севере – 2,5ч.) в течение 4-х месяцев (с 22.04 по 22.08). И все – ради уплотнения застройки, как будто в нашей необъятной стране жуткий дефицит земли, а жилье сверхплотное и сверхвысокое – идеал, к которому надо идти любой ценой. Нигде в развитых, богатых странах нет такого невежества. А нормы есть и они соблюдаются, хотя нашими «ревизионистами» упорно насаждается ложное мнение, что «там» норм в этой области нет [6].

Если эта антигуманная, антинаучная, антисоциальная тенденция в нормировании и архитектурно-градостроительной практике продолжится, «дневной» архитектуре будущего, а главное – человеку – не позавидуешь [7]. Тенденция ошибочно, опрометчиво опирается, вероятно, на растущие технические возможности искусственного света. Хотя тенденция здесь ни при чем, это – «отчаянные» люди, принимающие подобные решения. Действительно, перспективы и темпы развития в этой области световой архитектуры, ныне называемой «световым дизайном», впечатляют как в создании комфортной и даже художественно выразительной интерьерной и экстерьерной (в пределах поселений) антропогенезированной жизненной среды, о чем свидетельствует ряд презентуемых иллюстраций. Но сегодня науке известно, и возможно – это истина в последней инстанции, что воспроизвести в полной мере комплексные естественные и потому самые необходимые, благоприятные для здоровья человека количественные и качественные параметры дневного света не удастся в таком объеме никогда, хотя рукотворный электрический свет полностью прогнозируем и управляем. Если речь при этом идет о человеке, а не о роботах, киборгах и инопланетянах.

Очевидно, что искусственный свет открыл широкие возможности, прежде всего, образной стороны архитектуры и создаваемой среды. Уже сегодня светодиодная техника освещения и управления позволяет получать широкий по качеству диапазон света. Но не по количеству – он не может конкурировать с дневным, природным. Сделать атмосферу светоизлучающим небом не по силам человеку. К тому же – незачем, нет смысла превращать ночь в день в экстерьере (в интерьере это элементарно, но тоже не всегда разумно). Во-первых, у дня и ночи есть свои тайны и прелести, во-вторых образ жизни и циркадные ритмы у всего живого – это результат многотысячелетней эволюции, против которой бороться также нет ни медицинского, ни иного смысла.

Свойства света создавать образные качества двояки: он делает явью объекты окружающего на земле человека мира (и это доминирующая и очевидная его функция) и он способен создавать свои световые виртуальные образы – в воздухе, воде, на экране (это пока экзотическая, кратковременная, эпизодическая функция). Пример: лучи низкого солнца, прорывающиеся через дыру в облаках и рисующие (по законам перспективы) на

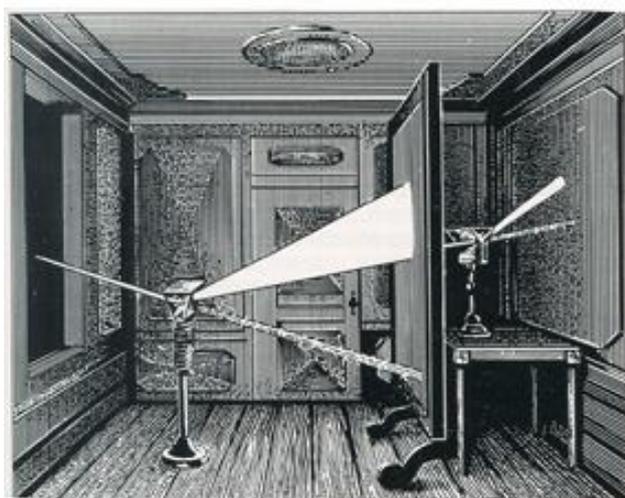
их фоне пирамидальные силуэты, от которых, как утверждают некоторые авторы, древние позаимствовали формы пирамид и обелисков. Для искусственного света самый убедительный и массовый пример – это кино как чисто световое искусство (если убрать звук). Или лучи мощных зенитных прожекторов на фоне ночного неба, статичные или движущиеся, «строящие» крупномасштабные двух- и трехмерные светографические формы и транслирующие рукотворную световую информацию в космос. Так А. Шпеером были изобретены впечатляющие «световые соборы» (Lichtdom) (рис. 3, 4). Или лучи лазера, способные в сканирующем режиме создавать видимые контуры трехмерных статичных или анимированных объектов во влажном, пыльном, дымном, т.е. мутном воздухе, или высококачественные цветные проекции на окружающих объектах, земле, облаках над городом. Эти приемы возникали благодаря новым электро-светотехническим технологиям поэтапно, хотя визуальная «материализация» солнечного луча существовала всегда, например, в пыльном воздухе темного помещения с небольшим отверстием в наружном ограждении в солнечный день. Этот луч видел еще древний человек, обожествлявший солнце и его свет. Он же видел радугу – волшебный результат разложения белого солнечного света на хроматические составляющие (как мы знаем сегодня), недоступный его разуму до тех пор, пока И. Ньютон не смоделировал и не объяснил в XVII веке этот эффект в своей лаборатории (рис. 5).



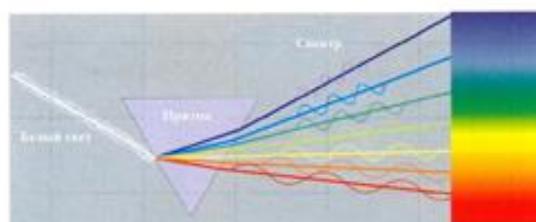
Рис. 3. Виртуальные экспрессивные формы и образы макро- и мезомасштаба в экстерьере, созданные концентрированными лучами прожекторного света (XX в.) во временных установках



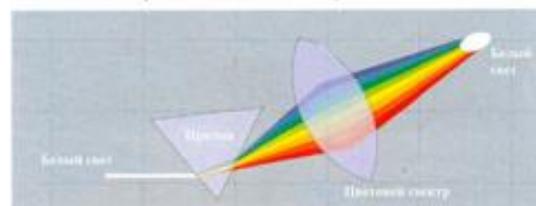
Рис. 4. «Tribute in Light» – световой мемориал разрушенных террористами «башен-близнецов» МТЦ в Нью-Йорке (2001–2002 гг.) функционировал в течение месяца



Опыты И.Ньютона по разложению света. Коротковолновые излучения имеют больший угол преломления, чем длинноволновые при переходе из одной прозрачной среды в другую иной плотности



Радуга Ньютона – разложение белого света на хроматические составляющие



Спектр видимого излучения – синтез «радужных» хроматических излучений в белый свет (белое пятно меньшей яркости, чем

Рис. 5. Физика света: Опыты И. Ньютона по оптическому разложению белого солнечного луча на хроматические составляющие его спектра (1664г.)

Гениальные идеи и предчувствия Ньютона, обладавшего, вероятно, синестезическим восприятием света-цвета и звука (рис. 6), были воплощены в 1910 году А.Н. Скрябиным в музыкальном произведении «Поэма огня. Прометей», где впервые в нотную запись была введена строка «luse» (свет), сопровождающая музыку в излучаемых электрическими источниками света цветах. Основанное этим автором искусство свето- или цветомузыки поначалу было довольно беспомощным по светотехническим возможностям. Оно в СССР в 1970-е годы продемонстрировало мощный молодежный энтузиазм в связи с развитием отечественной электроники и относительной свободой выражения мнений (деятельность СКБ «Прометей» в Казани при его основателе и лидере – Б.М. Галееве) [8]. Неочевидность положительных результатов в этой сложной и малоизученной области психологии синестезического зрительно-слухового восприятия девальвировали энтузиазм пионеров цветомузыки, и элементы незаконченных технологий с разной эффективностью перешли в арсенал музыкальной поп-культуры. Это не значит, что созданный эмбрион искусства цветомузыки в будущем не вырастет в полноценный, взрослый и самостоятельный вид искусства (рис. 7-10).

### СООТВЕТСТВИЕ СОЛНЕЧНОГО СПЕКТРА МУЗЫКАЛЬНОЙ ГАММЕ ПО НЬЮТОНУ

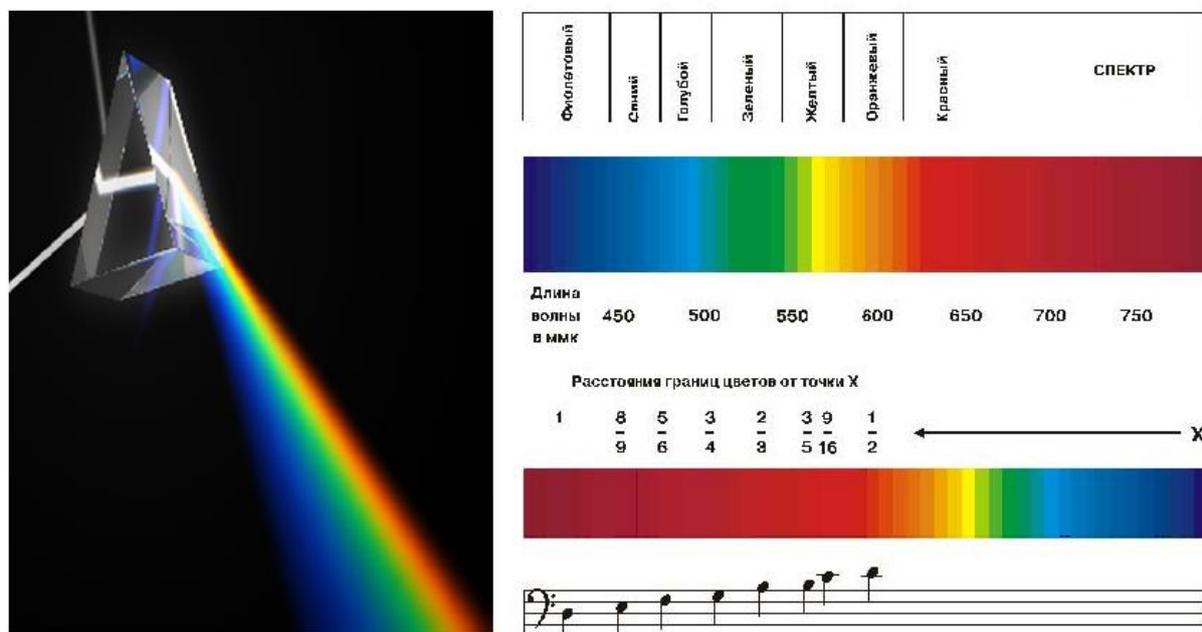


Рис. 6. Неосвоенное наследие И. Ньютона – синестезия в искусстве (в частности, в жанре цветомузыки) как элемент архитектурной среды будущего. У других музыкантов, ученых и художников (А.Н. Скрябин, В.В. Кандинский, А. Риминтон, Х. Гельмгольц, Л. Кастель, Н.А. Римский-Корсаков, М.К. Чюрленис и др.) совпадения ощущений цвета и музыки редко совпадали

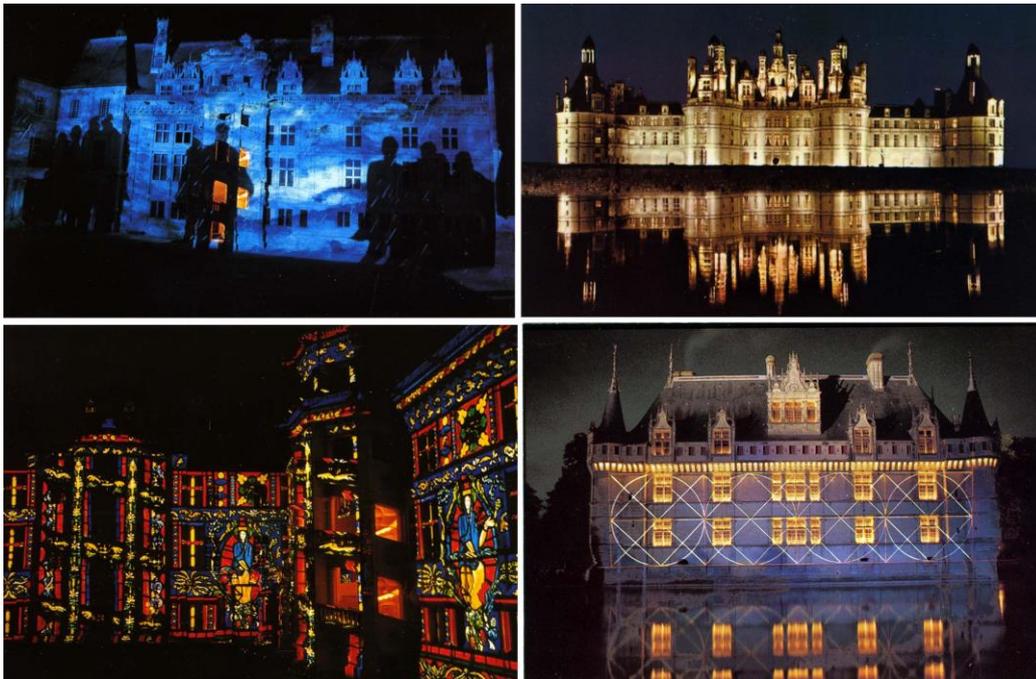


Рис. 7. Прожекторно-проекционная «световая живопись» в стационарных спектаклях «Son et Lumier» («Звук и Свет») в замках Луары (XX-XXI вв.)



Рис. 8. Здание Сиднейской оперы – самый популярный объект многочисленных цветных, сменяющих друг друга проекционно-прожекторных изображений, радикально и не бесспорно в художественном смысле модифицирующих образ знаменитого здания современной архитектуры



Рис. 9. Искусственная светоцветовая среда (временная инсталляция), в которой предполагается непредсказуемое эмоциональное воздействие, особо зависящее от времени пребывания человека в ней

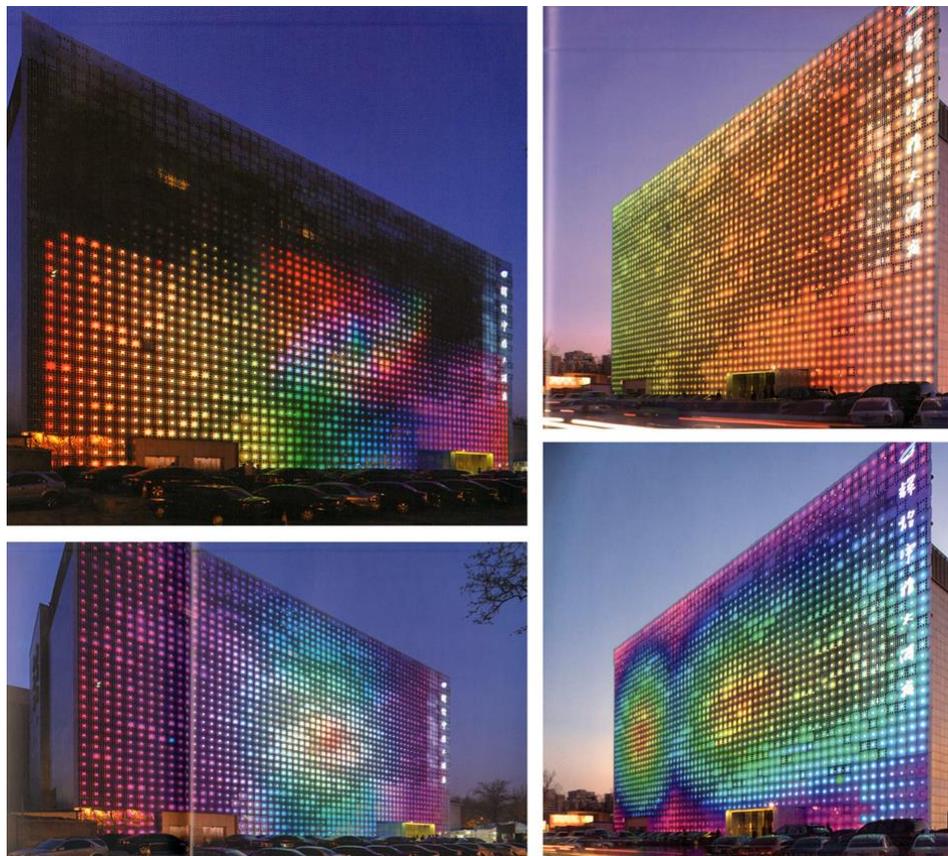


Рис. 10. Современные медиафасады на светодиодных технологиях: традиционная архитектура в таких случаях уступает место цифровому светодизайну. Предтечей этого

явления были крупногабаритные светорекламные установки на основе ламп накаливания, затем разрядных, представлявших в XX в. фасады застройки на Таймс-сквер в Нью-Йорке (они и сегодня существуют), на пл. Пикадилли в Лондоне (остался лишь фрагмент), на Елисейских полях в Париже и на Гранд-пляс в Брюсселе (практически ликвидированы) и т.д.

Тенденция интеллектуализации архитектуры уже выражена в идее создания «умного дома», «умного города» и других «умных» объектов, которые могут вдруг стать умнее создающего их человека, по крайней мере, многих из них. Главным элементом этого «умного» архитектурного объекта очевидно становятся интерактивные элементы архитектуры и среды, (рис. 11-13) реагирующие на присутствие и действия человека, на факторы влияния окружающей природной и антропогенной и социальной среды. И свету в этом эволюционном процессе принадлежит доминирующая роль, ибо до 90% информации от окружающего мира в мозг человека в течение жизни поступает через зрение, не функционирующее без света. Физика физикой, а светопотребление и его оценка человеком – через мозг вчера, сегодня и завтра. Буквально и метафизически, в теоретическом и прикладном значении.



Рис. 11. Цветной свет в интерьере элементарной формы. Меняющаяся цветность света вызывает изменение эмоциональных оценок



Рис. 12. В формировании образа и эмоциональной атмосферы в интерьере доминирующую роль играет световый рисунок, отражающий и визуально драматизирующий членения элементов сложной пространственной структуры конструкций

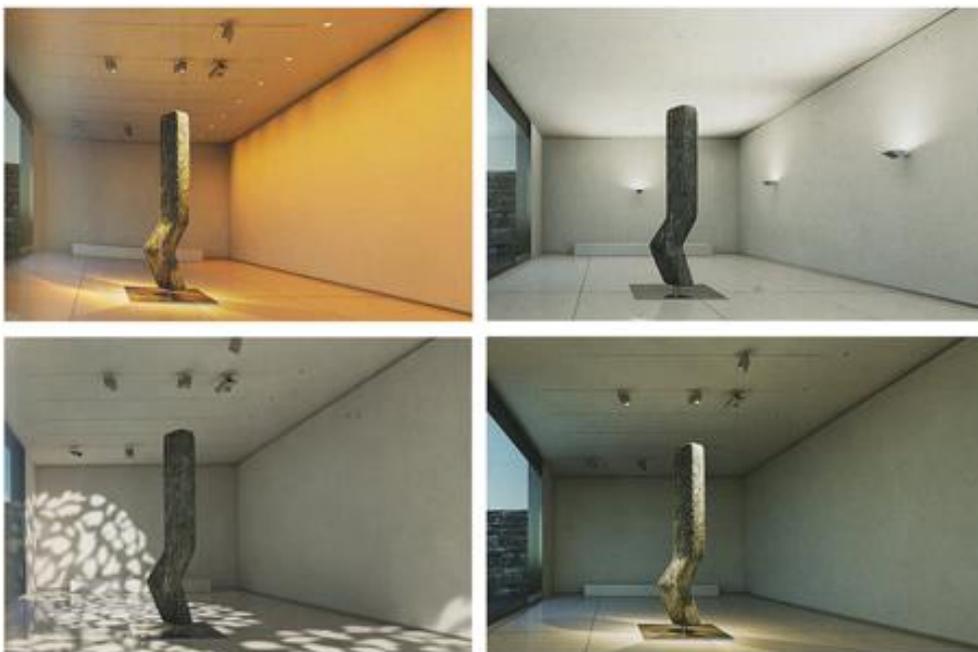


Рис. 13. Визуальные трансформации камерного интерьерного пространства, прежде всего, его глубины, а также его образных характеристик разными приемами и средствами искусственного освещения

## Литература

1. Гусев Н.М. Световая архитектура / Н.М. Гусев, В.Г. Макаревич. – Москва: Стройиздат, 1973.
2. Щепетков Н.И. Световой дизайн города. – Москва: Архитектура-С, 2004.
3. Щепетков Н.И. Открытое письмо Главному санитарному врачу А.Ю. Поповой // Светотехника. – 2017. – №6. – С.100.
4. Шмаров И.А. Инсоляция: практика нормирования и расчета / И.А. Шмаров, В.А. Земцов, Е.В. Коркина // Жилищное строительство. – 2016, – №7. – С. 48–53.
5. Поповкий Ю.Б. Инсоляция и COVID-19: защита от агрессора / Ю.Б. Поповкий, Н.И. Щепетков // Светотехника. – 2020, – №3. – С.23–26.
6. Галеев Б.М. Светомузыка. Становление и сущность нового искусства. – Казань: Татарское книжное издательство, 1976.

## References

1. Gusev N.M., Makarevich V.G. *Svetovaja arhitektura* [Light Architecture]. Moscow, 1973.
2. Shchepetkov N.I. *Svetovoj dizajn goroda* [Light design of the city]. Moscow, 2004.
3. Shchepetkov N.I. Open letter to the Chief sanitary doctor Yu. Popova. Light Engineering. 2017, no. 6, p. 100.

4. Shmarov I.A., Zemtsov V.A., Korkina E.V. *Insoljacija: praktika normirovanija i rascheta* [Insolation: practice of normalization and calculation. Housing Construction]. 2016, no. 7, pp. 48–53.
5. Popovsky Yu.B., Shchepetkov N.I. *Insoljacija i COVID-19: zashhita ot agressora* [Insolation and COVID-19: protection from the aggressor. Light engineering]. 2020, no. 3, pp. 23–26.
6. Galeev B.M. *Svetomuzyka. Stanovlenie i sushhnost' novogo iskusstva* [Svetomuzyka. Formation and essence of the new art]. Kazan, 1976.

## ОБ АВТОРЕ

### **Щепетков Николай Иванович**

Доктор архитектуры, профессор, заведующий кафедрой «Архитектурная физика»,  
Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия  
e-mail: [n\\_shchepetkov@inbox.ru](mailto:n_shchepetkov@inbox.ru)

## ABOUT THE AUTHOR

### **Shchepetkov Nikolay**

Doctor of Architecture, Professor, Head of the Department of Architectural Physics, Moscow  
Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia  
e-mail: [n\\_shchepetkov@inbox.ru](mailto:n_shchepetkov@inbox.ru)